



Kłosa pszenżyta tetraploidalnego
Fot. Bogusław Łapiński

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 228/2003



Kłosy pszenżyta tetraploidalnego. Fot. *Bogusław Łapiński*

RADZIKÓW 2003
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Dyrektor: Prof. dr hab. Edward Arseniuk

Komitety Redakcyjne:

Editorial Committee:

HENRYK J. CZEMBOR (Przewodniczący — Editor-in Chief),
JAN BOJANOWSKI, SŁAWOMIR PROŃCZUK, MARIA RAKOWSKA,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, JERZY SZYRMER,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

Redaktor techniczny
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o.

TADEUSZ OLEKSIK**DARIUSZ R. MAŃKOWSKI**

Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Ocena stabilności plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej na podstawie wyników badań ankietowych z lat 1990–2001

Yield stability estimation of chosen winter wheat cultivars as based on the results of survey investigations in the years 1990–2001

Na podstawie wyników badań ankietowych z lat 1990–2001, przeprowadzono analizę stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej. Do analizy wybrano 11 odmian. Jako środowiska przyjęto poszczególne lata, w których prowadzono badania ankietowe. Na podstawie analizy genotypowo-środowiskowej stwierdzono, że 6 spośród badanych odmian cechowało się stabilnością plonowania, natomiast pozostałe plonowały w sposób niestabilny. Przeprowadzono również ocenę wpływu poszczególnych lat (1990–2001) na uprawę wybranych odmian pszenicy ozimej, jak również wpływ tych lat na interakcję genotypowo-środowiskową ($G \times E$). Przeprowadzono dodatkową analizę interakcji $G \times E$ dla wartości „poprawionych” przy zredukowanym wpływie głównych czynników agrotechniczno-glebowych na wysokość plonów.

Słowa kluczowe: analiza stabilności, badania ankietowe, pszenica ozima, stabilność plonowania

Yield stability analysis was based on the results of survey investigations of private farms that had been conducted in the years 1990–2001. Eleven winter wheat cultivars were chosen to the analysis. Particular years of investigations were taken as an environmental factor. On the base of the investigation results six of the studied cultivars were shown to be stable, whereas the others were unstable. Moreover estimation of influence of the particular years (1990–2001) on the cultivation of chosen winter wheat cultivars was performed. The contribution of these years to the $G \times E$ interaction was also analyzed. An additional analysis of the $G \times E$ interaction for the adjusted values, as related to the reduced effects of cultivation methods and soil conditions on the yield, was performed.

Key words: stability analysis, survey investigations, winter wheat, yield stability

WSTĘP

Ważnym elementem oceny odmian znajdujących się w produkcji rolniczej jest ocena stabilności plonowania tych odmian. Pojęcie stabilności plonowania jest interpretowane w sposób niejednoznaczny.

W potocznym znaczeniu tego pojęcia odmiana jest stabilna ze względu na daną cechę ilościową (np. plon), jeżeli średnia wartość tej cechy nie ulega większym wahaniom w różnych środowiskach. W statystyce o stabilności plonowania w sensie rolniczym możemy mówić, gdy średnia wartość plonu danej odmiany lub genotypu zmienia się proporcjonalnie (z współczynnikiem korelacji $r = 1$) do przeciętnej reakcji wszystkich odmian lub genotypów, określonej na podstawie średniej środowiskowej (Becker i Léon, 1988; Mądry i Rajfura, 2003).

Analizę stabilności plonowania mierzonej interakcją genotypowo-środowiskową ($G \times E$) w warunkach doświadczalnych prowadzi, w ramach doświadczeń przed- i porejestrowych, Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (Syntezy wyników..., 1988–2000). COBORU przeprowadza analizy interakcji $G \times E$ badanych odmian i rodów w poszczególnych miejscowościach, w których zakładane są doświadczenia. Takie analizy wykonywane są corocznie. Uwzględniają one zmienność siedliskową (regionalną) środowisk i dotyczą jedynie warunków doświadczalnych. Badania COBORU dowodzą istnienia silnej zależności plonów od czynników środowiskowych. Natomiast nie prowadzi się takiej analizy w odniesieniu do warunków produkcyjnych.

Celem niniejszej pracy jest próba oceny stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej, znajdujących się w towarowej produkcji rolniczej w latach 1990–2001, ze względu na zmieniające się warunki klimatyczne.

MATERIAŁY I METODY

Źródłem danych do niniejszej pracy były wyniki badań ankietowych gospodarstw rolnych prowadzonych od 1986 roku przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie.

Do przeprowadzenia analizy stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej wykorzystano wyniki badań z lat 1990–2001. Łącznie w tym okresie objęły one obserwacje pochodzące z 5808 pól. Corocznie prowadzono badania ankietowe w 410–620 rolniczych gospodarstwach produkcyjnych.

Z grupy 70 odmian pszenicy ozimej, występujących w badaniach ankietowych, wybrano 11 odmian spełniających ustalone kryteria. Dane dotyczące wybranych odmian w latach 1990–2001 pochodziły łącznie z 3442 pól. Lista odmian spełniających ustalone kryteria znajduje się w tabeli 1. Wybrane odmiany stanowiły swoisty „przekrój” przez cały badany okres. Znajdowały się tam zarówno odmiany starsze (Grana, Bagra), jak i odmiany nowsze (Almari, Kobra).

Ustalenie kryteriów było podyktowane konstrukcją stosowanego statystycznego modelu analizy interakcji $G \times E$. Odmiany występowały w ankietach przez co najmniej 9 lat w badanym okresie, a liczba pól w każdym roku występowania tych odmian

przekraczała 4. Przy mniejszych liczebnościach, ze względu na występujące braki w danych (nieortogonalność) oszacowanie parametrów statystycznych nie byłoby wiarygodne, a niekiedy w ogóle byłoby niemożliwe.

Analizę stabilności przeprowadzono z wykorzystaniem programu komputerowego SERGEN 3 (Caliński i in., 1998). Program ten opiera się na mieszanym modelu wielowymiarowym Scheffégo-Calińskiego i modelu regresji łącznej Calińskiego-Kaczmarka (Caliński, 1967; Caliński i in., 1997; Kaczmarek, 1986; Mądry i Rajfura, 2003). Modele te umożliwiają analizę danych nieortogonalnych, a taki właśnie charakter mają dane pochodzące z badań ankietowych (Mańkowski, 2003; Węgrzyn, 2001).

Tabela 1

Odmiany pszenicy ozimej wybrane do analizy stabilności plonowania
Winter wheat cultivars chosen to yield stability analysis

Odmiany Cultivars	RO*	RW**	Hodowla roślin Plant breeding
Grana	1971	1988	DANKO HR — ZHR Choryń
Modra	1978	1997	SHR Modzurów — Grupa Szelejewo
Begra	1982		DANKO HR — ZHR Choryń
Liwilla	1982	1990	Poznańska HR
Salwa	1982	1990	IHAR — Smolice
Gama	1982	1998	HRR Nasiona Kobierzyc
Emika	1985	2001	Poznańska HR
Jawa	1985		DANKO HR — ZHR Choryń
Alba	1986	1998	DANKO HR — ZHR Laski
Almari	1989		IHAR — Smolice
Kobra	1992		HRR Nasiona Kobierzyc

* — Rok wpisania do rejestru odmian roślin uprawnych; The year of entry into NL

** — Rok wykreślenia z rejestru odmian roślin uprawnych; The year of removal from NL

Na podstawie analizy interakcji $G \times E$ odmiany można podzielić na plonujące stabilnie i niestabilnie, czyli wykazujące istotną interakcję ze zmieniającymi się warunkami środowiska (Becker i Léon, 1988). Odmiany niestabilne można następnie podzielić na intensywne (wykazujące istotną regresję interakcyjną z dodatnim współczynnikiem regresji), ekstensywne (wykazujące istotną regresję interakcyjną z ujemnym współczynnikiem regresji) oraz nieprzewidywalne (niewykazujące istotnej regresji interakcyjnej). Plonów odmian niestabilnych nieprzewidywalnych nie można w sposób statystyczny przewidzieć w zmieniających się warunkach środowiskowych.

Przeprowadzono analizę interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$). Zgodnie z przyjętymi kryteriami, badano zależność genotypów (czyli wybranych wcześniej odmian pszenicy ozimej) od środowisk, czyli poszczególnych lat, w których prowadzono badania ankietowe. Uznanie lat za zmienne środowiska jest możliwe, ponieważ każdy rok reprezentuje inne, odrębne warunki środowiskowe dla uprawianych roślin, a jednocześnie nie mamy na nie wpływu. Warunki klimatyczne panujące w badanych latach mają duży wpływ na udział środowiska w interakcji $G \times E$, a charakter i stopień interakcji w poszczególnych środowiskach zależy raczej od warunków panujących w danym roku niż od konkretnego miejsca doświadczenia (Drzazga i Krajewski, 2001).

Zakładając, że na wynik analizy mogą istotnie wpływać różnice w warunkach agrotechniki i siedliska, dla badanych odmian przeprowadzono dodatkową analizę interakcji $G \times E$ w zbliżonych warunkach agrotechniczno-siedliskowych. Za pomocą procedury krokowej regresji wielokrotnej, wyznaczono główne czynniki agrotechniczne (nawożenie w kg NPK na 1 ha i ilość zabiegów ochrony chemicznej) i siedliskowe (jakość gleby wyznaczona w punktach waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej (Witek, 1981)) i ich wpływ na wysokość plonów pszenicy ozimej. Następnie metodą odchyłeń od średniej (Oleksiak, 1998; Oleksiak i Krzeczowska, 1998) zredukowano wpływ zróżnicowania tych czynników na wysokości uzyskiwanych plonów, uzyskując plony „poprawione”.

WYNIKI I DYSKUSJA

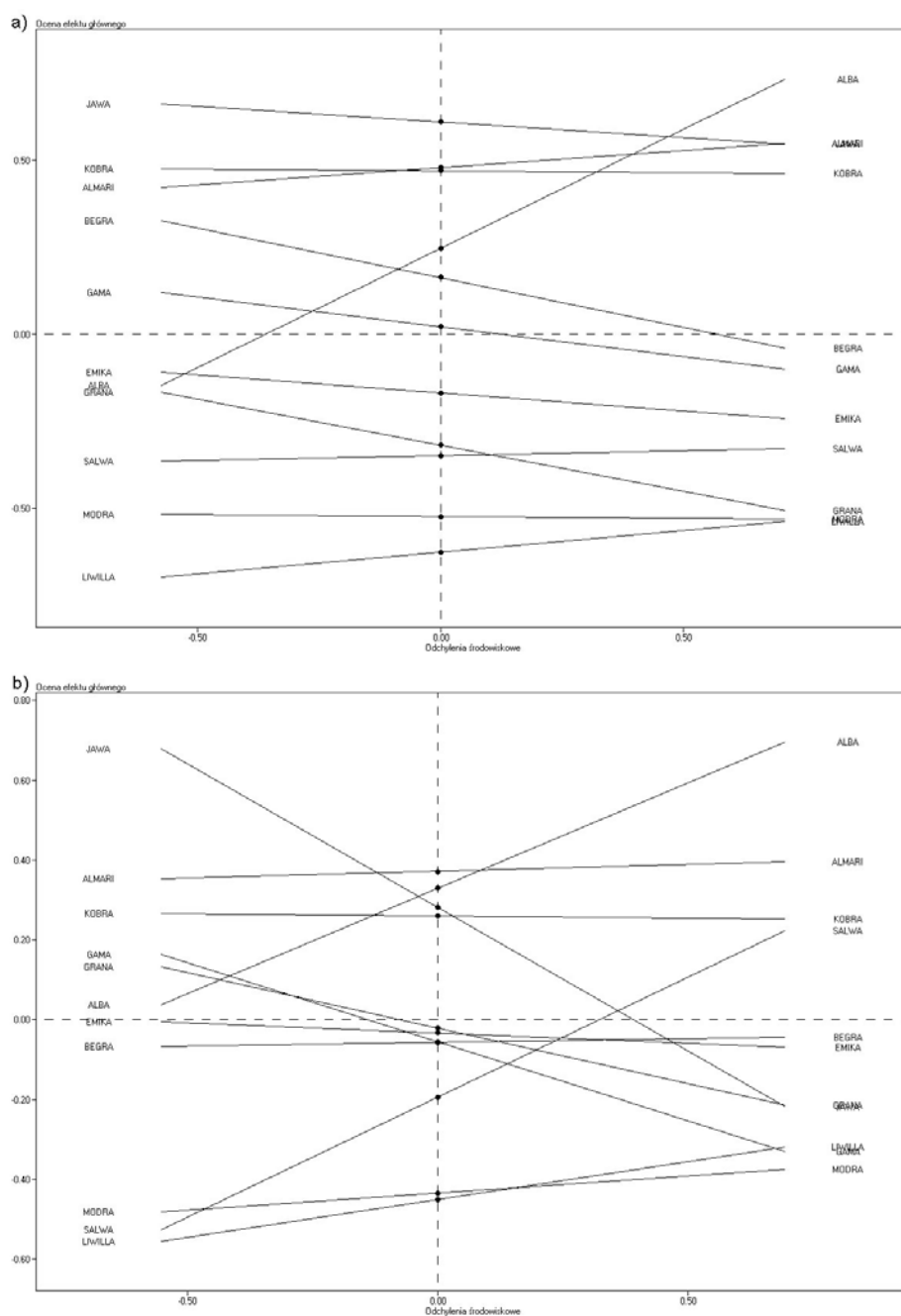
Wyniki analizy stabilności (analizy interakcji genotypowo-środowiskowej $G \times E$) przedstawiono w tabeli 2 i na rysunku 1.

Tabela 2

Wyniki analizy stabilności wybranych odmian pszenicy ozimej
Results of stability analysis of chosen winter wheat cultivars

Odmiany Cultivars	Średni plon z lat 1990–2001 (dt·ha ⁻¹) Average yield in the years 1990–2001 (dt·ha ⁻¹)	Ocena efektu głównego Estimation of the main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-statistic for the main effect	Statystyka F dla interakcji F-statistic for interactions	Współczynnik regresji interakcyjnej Interaction regression coefficient	Statystyka F dla regresji interakcyjnej F-statistic for interaction regression	Statystyka F dla odchyłeń od regresji interakcyjnej F-statistic for deviations of interaction regression
plony rzeczywiste — real yields							
Grana	35,9	-2,878	8,60*	1,28	—	—	—
Modra	33,9	-4,914	26,99**	0,21	—	—	—
Begra	41,5	2,752	3,51	0,99	—	—	—
Liwilla	31,9	-6,858	28,82**	0,75	—	—	—
Salwa	35,2	-3,565	2,48	6,40**	0,043	0,00	7,03**
Gama	38,9	0,133	0,01	3,05**	-0,214	0,19	3,29**
Emika	36,8	-1,950	5,51*	2,41**	-0,245	1,16	2,37**
Jawa	44,2	5,394	10,61**	3,42**	-0,331	0,50	3,58**
Alba	41,2	2,433	2,31	4,85**	0,948	7,21*	3,10**
Almari	43,5	4,673	44,48**	3,03**	0,090	0,20	3,27**
Kobra	43,6	4,780	74,68**	1,09	—	—	—
plony poprawione — adjusted yields							
Grana	40,3	-0,020	0,10	0,91	—	—	—
Modra	36,2	-0,434	43,46**	0,16	—	—	—
Begra	39,9	-0,057	0,17	1,40	—	—	—
Liwilla	36,0	-0,449	23,76**	0,63	0,189	0,49	0,65
Salwa	38,6	-0,194	1,92	3,92**	0,601	2,41	3,59**
Gama	39,9	-0,056	0,40	1,31	—	—	—
Emika	40,2	-0,033	0,31	1,96*	-0,051	0,08	2,09**
Jawa	43,3	0,281	5,85*	2,70**	-0,718	6,11*	2,02*
Alba	43,8	0,330	8,57*	3,84**	0,527	2,97	3,40**
Almari	44,2	0,372	63,77**	2,14**	0,035	0,06	2,29**
Kobra	43,1	0,260	52,70**	0,74	—	—	—

* — Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ ** — Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,01$ * — Significant at $\alpha = 0.05$ ** — Significant at $\alpha = 0.01$



a) Dla plonów rzeczywistych — For real yield

b) Dla plonów poprawionych — For adjusted yield

Ocena efektu głównego — Estimation of the main effect; Odchylenie środowiskowe — Environmental deviation

Rys. 1. Efekty główne i proste regresji efektów interakcyjnych genotypów względem środowiska

Fig. 1. Main effects and regression of genotypes on environment

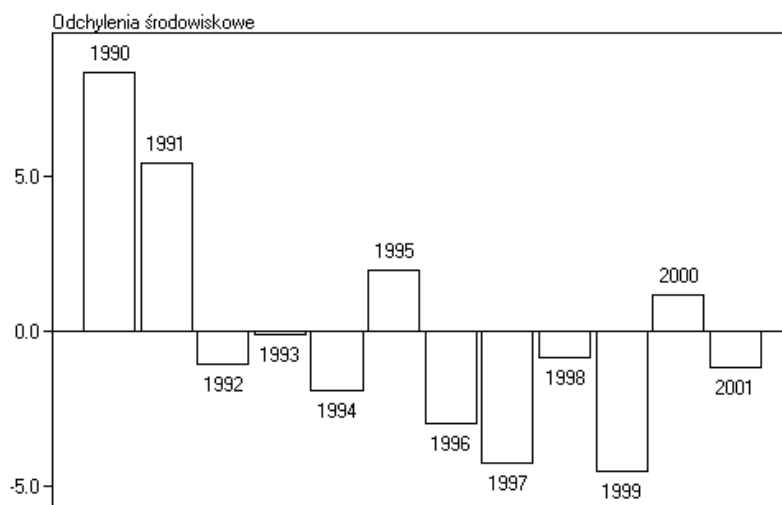
Po estymacji i statystycznej analizie efektów głównych można stwierdzić, że istotnie wyżej od średniej plonowały odmiany: Jawa (efekt główny = +5,4), Kobra (efekt główny = +4,8), Almari (efekt główny = +4,7). Istotnie niżej od średniej plonowały Liwilla (efekt główny = -6,9), Modra (efekt główny = -4,6), Grana (efekt główny = -2,9) i Emika (efekt główny = -1,95). Analiza danych „poprawionych”, dla których zredukowano zróżnicowanie głównych czynników agrotechniczno-środowiskowych, potwierdziła uzyskane wyniki. Jednak efekty główne były wyraźnie mniejsze. Do grupy odmian istotnie lepiej plonujących weszła dodatkowo Alba (efekt główny = +0,3), a w grupie niżej plonujących nie znalazły się Grana i Emika, których słabsze plony prawdopodobnie wynikały z gorszych warunków agrotechniczno-środowiskowych. Odmiany wykazujące wyższe wartości efektu głównego to odmiany relatywnie nowe. Ich istotnie wyższe efekty główne mogą wskazywać na znaczący postęp w hodowli odmian pszenicy ozimej. Po przeprowadzeniu analizy statystycznej plonów „niepoprawionych” dla interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$) odmiany: Grana, Modra, Begra, Gama i Kobra można uznać za plonujące w sposób stabilny rolniczo (nieistotne F_{emp} dla interakcji $G \times E$). Na podstawie wyników analizy plonów „poprawionych” do grupy odmian stabilnych dodatkowo włączono Gamę, odmianę już wcześniej wykazującą dużą interakcję z warunkami siedliskowo-środowiskowymi. Pozostałe odmiany można uznać za plonujące niestabilnie w sensie rolniczym.

Jawa, która wcześniej wykazywała cechy odmiany niestabilnej i nieprzewidywalnej, znalazła się w grupie odmian niestabilnych ekstensywnych, czyli w gorszych warunkach pogodowych można oczekiwać relatywnie lepszych plonów względem pozostałych analizowanych odmian. Alba, która w warunkach analizy plonów „niepoprawionych” wykazywała cechy odmiany niestabilnej intensywnej, w przypadku plonów „poprawionych” nie cechowała się istotną regresją interakcyjną.

Analiza odchyleń od regresji wykazała, że odmiany: Salwa, Gama, Emika, Jawa, Alba i Almari charakteryzują się istotnymi (na poziomie istotności $\alpha = 0,01$) odchyleniami od regresji interakcyjnej. W wypadku odmian: Salwa, Gama, Emika, Jawa i Almari oznacza to, że odmiany te są niestabilne i nieprzewidywalne pod względem plonowania.

Analizując wpływ poszczególnych lat (środowisk) na interakcję (rys. 2) możemy stwierdzić, że najwyższymi dodatnimi odchyleniami środowiskowymi charakteryzowały się lata 1990, 1991, 1995 i 2000. Można uznać warunki panujące w tych latach za bardziej korzystne dla uprawy badanych odmian pszenicy ozimej. Przypuszczalnie było to spowodowane bardziej sprzyjającymi warunkami atmosferycznymi. Natomiast pozostałe lata (1992, 1993, 1994, 1996, 1997, 1998, 1999, 2001) nie miały już tak dobrego wpływu.

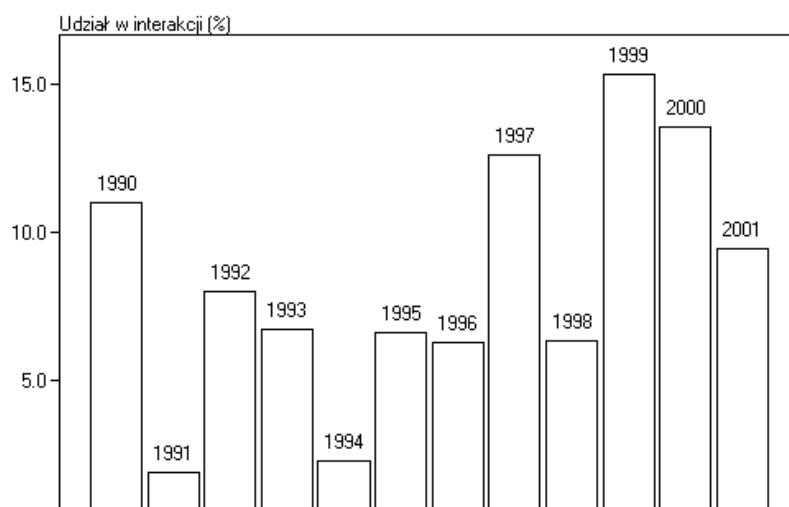
Szacując udział poszczególnych lat (środowisk) w interakcji genotypowo-środowiskowej (rys. 3) można stwierdzić, że największy wpływ na obserwowaną interakcję $G \times E$ miały lata: 1990, 1997, 1999 i 2000 (udział w interakcji powyżej 10%). W tych latach warunki środowiskowe były na tyle charakterystyczne, że różnice w reakcjach poszczególnych odmian na warunki środowiskowe panujące w tym okresie były o wiele wyraźniejsze. Najmniejszy udział w interakcji $G \times E$ miały lata 1991 i 1994 (poniżej 5%).



Odchylenie środowiskowe — Environmental deviation

Rys. 2. Odchylenia środowiskowe dla lat (środowisk) w analizie stabilności plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej

Fig. 2. Environmental deviations for the years (environments) in yield stability analysis of chosen winter wheat cultivars



Udział w interakcji (%) — Contribution to interaction (%)

Rys. 3. Udział lat w interakcji $G \times E$

Fig. 3. Years contribution to $G \times E$ interaction

WNIOSKI

1. Na podstawie analizy interakcji genotypowo-środowiskowej ($G \times E$) stwierdzono, że odmiany: Grana, Modra, Begra, Liwilla Kobra i Gama plonują w sposób stabilny. Wysokość plonowania tych odmian nie wykazuje interakcji ze zmieniającymi się warunkami klimatycznymi. Pozostałe odmiany uznano za niestabilne, wykazujące istotną interakcję ze środowiskiem.
2. Wpływ czynników agrotechniczno-środowiskowych był istotny i wpływał na wynik oceny stabilności plonowania odmian.
3. W ankietowanych gospodarstwach plony nowszych odmian były istotnie wyższe niż pozostałych.

LITERATURA

- Becker H. C., Léon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1 — 23.
- Caliński T. 1967. Model analizy wariancji dla doświadczeń wielokrotnych. *Rocznik Nauk Rolniczych Seria A* 93, 3: 549 — 579.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., 1997. A multivariate approach to analysing genotype — environment interactions. In: Krajewski P., Kaczmarek Z. (ed.), *Advances in Biometrical Genetics*, Poznań: 3 — 14.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. SERGEN — Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno hodowlanych. Program komputerowy, Wersja 3, Poznań.
- Drzazga T., Krajewski P. 2001. Zróżnicowanie środowisk pod względem stopnia interakcji w seriach doświadczeń z pszenicą ozimą. *Biul. IHAR* 218/219: 111—115.
- Kaczmarek Z. 1986. Analiza doświadczeń wielokrotnych zakładanych w blokach niekompletnych. *Rocznik Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy naukowe, Zeszyt* 155.
- Krzymuski J., Buszko E., Krzeczowska A., Oleksiak T. 1992. Odmiany zbóż uprawiane w Polsce do roku 1991. *IHAR, Radzików*.
- Listy odmian roślin rolniczych z lat 1988 — 2003. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka.
- Mądry W., Rajfura A. 2003. Analiza statystyczna miar stabilności na podstawie danych w klasyfikacji genotypy $\times$ środowiska. Cz. I. Model mieszany Scheffégo-Calińskiego i model regresji łączonej. *Colloquium Biometryczne* Nr 33: 181 — 205.
- Mańkowski D. R. 2003. Ocena postępu w uprawie ziemniaka w Polsce w latach 1986–2001, na podstawie badań ankietowych. Część I. Analiza stabilności plonowania wybranych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 228: 185 — 191.
- Oleksiak T., 1998. Wpływ kwalifikowanego materiału siewnego na plonowanie zbóż. *Biul. IHAR* 208: 3 — 9.
- Oleksiak T., Krzeczowska A., 1998. Rola materiału siewnego w ekonomice produkcji zbóż. *Ekonomika Technologii Produkcji Roślinnej. Konferencja Naukowa. Bonin, 25–26 czerwiec 1998*: 29 — 103.
- Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Zboża ozime. 1988–2000. COBORU, Słupia Wielka.
- Węgrzyn S. 2001. Możliwości wykorzystania metod statystycznych do opracowywania wyników doświadczeń w hodowli roślin. *Biul. IHAR* 218/219: 5 — 14.
- Witek T (red.). 1981. Waloryzacja Rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski według gmin. IUNG, Puławy.

TADEUSZ OLEKSIK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Efekty hodowli pszenicy ozimej Część II. Odmiana jako czynnik plonotwórczy w doświadczeniach i w produkcji

Effects of winter wheat breeding

Part II. Variety as a yield-creating factor in trials and in production

Określono teoretyczne i praktyczne efekty hodowli pszenicy ozimej. Wykorzystano wyniki doświadczeń odmianowych Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian (SDOO) i wyniki badań ankietowych gospodarstw rolnych z lat 1986–2001. Zastosowano metodę opartą na ocenie zależności między wiekiem a plonem odmian, bez odnoszenia się do odmiany wzorcowej. Analizowano związek między uzyskiwanymi plonami a rokiem wprowadzenia odmiany do produkcji. Istnieje istotna zależność liniowa plonu pszenicy od wieku uprawianych odmian (czasu jaki upłynął od ich wprowadzenia do uprawy). Wartość średniego efektu hodowlanego 0,69%, czyli $47 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ rocznie, jest zbliżona do wartości uzyskanych przy zastosowaniu metody oceny opartej na wskaźnikach wartości plonotwórczej odmian ($41 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), prezentowanej w I części pracy. Czynnik odmianowy w bezpośredni sposób determinował 42% uzyskanego wzrostu plonów, a jego udział zwiększał się. Średni coroczny przyrost plonu w warunkach produkcyjnych ankietowanych gospodarstw, wynikający bezpośrednio z wprowadzania nowych odmian, po uwzględnieniu zróżnicowania dotyczącego nawożenia mineralnego, warunków glebowych i intensywności ochrony chemicznej, wyniósł $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Słowa kluczowe: hodowla, odmiany, plon ziarna, postęp genetyczny, pszenica ozima

Theoretical and practical effects of winter wheat breeding have been established. The results obtained at the Experimental Variety Trial Stations as well as the inquiry data gathered in production farm in the period 1986–2001 were utilised. A method based on the dependency of yield on age of variety, without referring to a standard variety, was applied. Relationships between yield and a year of variety introduction were analyzed. A linear character of the dependency of yield on the age of variety (number of years after variety release) was revealed. An average value for the breeding effects (0.69% , referring to $47 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) was close to the value established using the method based on indices for a yield-creating value of the varieties ($41 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), presented in part I of the paper. A varietal factor determined 42% of the yield increase, and its significance tended to grow up in the course of time. Average yearly increase of the winter wheat yield in the inquired farms, as achieved owing to the introduction of new varieties, was estimated at the level of $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, after taking into account the differences in mineral fertilization, soil conditions and intensity of chemical treatment.

Key words: breeding, genetic progress, varieties, winter wheat, yield of grain

WSTĘP

Porównanie średnich plonów uzyskiwanych w jednakowych warunkach klimatycznych, glebowych i agrotechnicznych jest stosunkowo prostą metodą oceny odmian już uprawianych i nowych, wprowadzanych do produkcji. W dotychczas publikowanych pracach efekty hodowli oceniano głównie na podstawie plonów uzyskiwanych w doświadczeniach odmianowych zakładanych dla celów rejestracyjnych lub rejonizacyjnych, prowadzonych w ściśle kontrolowanych warunkach (Feyerham, 1989; Feil, 1992; Krzymuski, 1993; Silvey, 1986) lub na podstawie doświadczeń polowych (Drzazga, 2001). Uzyskane w ten sposób wartości informują o efektach teoretycznych, potencjalnie możliwych do uzyskania. Rzeczywiste warunki uprawy pszenicy ozimej w gospodarstwach różnią się jednak zdecydowanie od warunków doświadczeń. Różne są interakcje genotypów ze środowiskiem stąd też i zróżnicowane jest plonowanie poszczególnych odmian w warunkach produkcyjnych znacznie różniących się kulturą roli i poziomem agrotechniki od warunków doświadczeń.

Jednym z głównych zagadnień właściwej oceny efektów hodowli jest wybór odmiany lub grupy odmian wzorcowych. Powstaje pytanie, czy lepiej jest zastosować wzorzec pojedynczy, czy złożony, stały czy może mostowy. Mimo prowadzenia hodowli zachowawczej, odmiany zmieniają się w pewnym stopniu, a tym samym zmieniają się wzorce stanowiące punkt odniesienia przy ocenie wielkości postępu hodowlanego.

Celem tej pracy jest określenie nie tylko teoretycznego, ale i praktycznego efektu hodowli pszenicy ozimej i ocena wykorzystania efektów hodowli. Przedstawiono w niej ocenę efektów hodowli bez odnoszenia się do odmiany wzorcowej. Dlatego, oprócz praktycznej oceny efektów i udziału hodowli we wzroście plonowania, praca ma też charakter metodyczny. Zastosowano nową metodę oceny opartą na ocenie zależności między wiekiem a plonem odmian.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano dwa źródła danych. Przy ocenie efektów hodowli wykorzystano wyniki doświadczeń odmianowych Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian (SDOO). Dla oszacowania wpływu hodowli na wielkość uzyskiwanych plonów analizowano wyniki plonowania grup odmian wprowadzanych do badań i produkcji w kolejnych latach. Grupę stanowiły odmiany wprowadzone do Rejestru Odmian (RO) w tym samym roku. Kolejne lata doświadczeń odmianowych SDOO traktowano jako powtórzenia. Na podstawie wyników z kolejnych lat badań odmianowych (1993–2001) określono zależność regresyjną plonu od roku wprowadzenia odmiany do rejestru (RO).

Analogiczną zależność określono na podstawie wyników produkcyjnych. Ocenę efektów hodowlanych w warunkach produkcyjnych przeprowadzono na podstawie wyników badań ankietowych gospodarstw rolnych. Wykorzystano dane ankietowe z okresu 1986–2001. Łącznie dysponowano danymi ankietowymi z 7244 pól. Analizowano związek między uzyskiwanymi plonami a rokiem wprowadzenia odmiany do uprawy. Oceniono

w jakim stopniu wiek odmiany (czas od wpisania do RO do roku uprawy) wpływał na plony.

Aby wyeliminować zmienność wynikającą ze zróżnicowanych warunków uprawy w poszczególnych latach, zależność plonu od wieku odmiany (zarówno w przypadku danych z doświadczeń SDOO, jak i danych ankietowych z produkcji) analizowana była na podstawie plonów relatywnych. W tym wypadku wielkość plonu odmiany w konkretnym roku określono jako relację plonu rzeczywistego do średniego plonu pszenicy w tym roku.

$$P\% = \left(\frac{Prn}{Ps} \right) \times 100\%$$

$P\%$ — plon relatywny uzyskany na polu n (%),

Prn — plon rzeczywisty uzyskany na polu n ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$),

Ps — plon średni w danym roku w ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

W oparciu o trendy plonów pszenicy w zależności od wieku uprawianych odmian oceniono efekty i praktyczne wykorzystanie prac hodowlanych w doświadczeniach i w produkcji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Dla zbadania zależności między plonami pszenicy a rokiem zarejestrowania odmian uwzględniono dane dotyczące 43 odmian, wpisanych do Rejestru po 1982 roku. Analizowano plonowanie 18 grup odmian, wydzielonych na podstawie roku wpisania do Rejestru Odmian. Wyniki poszczególnych powtórzeń, czyli kolejnych lat doświadczeń, przedstawiono w tabeli 1. Mimo znacznych różnic w warunkach pogodowych wyniki są ze sobą zbieżne i pozwalają na stwierdzenie wzrostu plonowania pszenicy ozimej w wyniku wprowadzania do produkcji nowych odmian. Obliczono współczynniki korelacji między plonem a rokiem rejestracji odmiany. Mimo że w analizowanym okresie były też lata o nietypowym przebiegu pogody, charakteryzujące się dużą zmiennością temperatury i opadów w okresie wegetacji, to jednak dla wszystkich lat wartości współczynników korelacji były wysokie i mieściły się w przedziale 0,503–0,785. Wartość współczynnika korelacji obliczonego dla średnich wartości plonu w wieloleciu wynosi 0,8286, czyli czynniki odmianowe decydujące o wyższym potencjale odmian wyjaśniały zmienność plonowania w 68,7%.

Na podstawie wartości współczynników regresji dla plonów relatywnych poszczególnych grup wiekowych odmian można stwierdzić, że różnice w plonowaniu między grupami wiekowymi odmian, w kolejnych latach, wahały się od 29,4 do 61,6 kg, a średnia wartość wzrostu plonowania w doświadczeniach odmianowych wynosiła 0,69%, czyli $47 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Obliczona w ten sposób wartość średniego efektu hodowlanego jest nieco większa od wartości uzyskanych przy zastosowaniu metody oceny opartej na zbonitowaniu wartości plonotwórczej odmian ($41 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), prezentowanej w I części pracy (Oleksiak, 2002).

Tabela 1

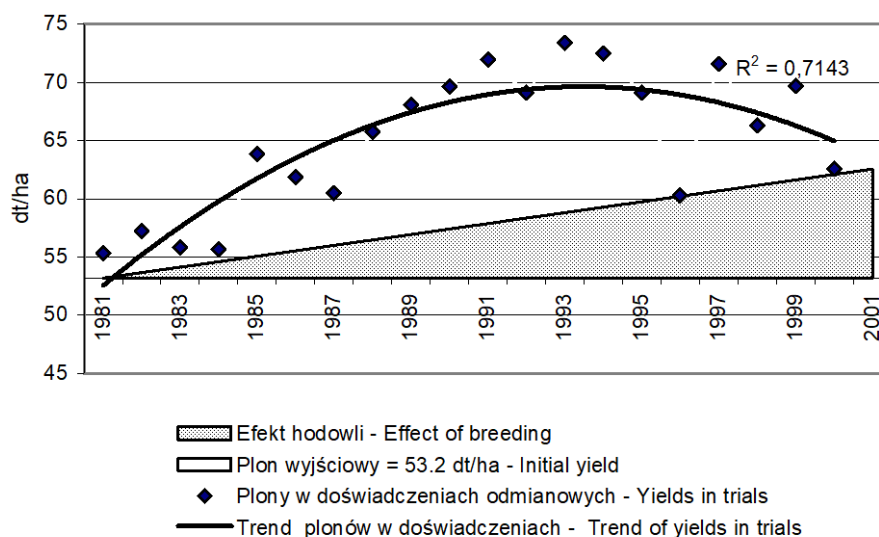
Plony pszenicy ozimej w stosunku do plonu wzorca zbiorowego (średnia ze wszystkich badanych odmian) w kolejnych latach po rejestracji odmian
Yield of wheat in relation to a common standard (average for all tested varieties) in the consecutive years after registration of the varieties

Grupy odmian wg roku rejestracji Groups of varieties depending on registration year	Lata doświadczeń Years of trials									Średnia dla grupy Average for group
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
1982	90,1	90,7	91,3	92,1	93,6	86,0	89,0	91,0	90,0	90,4
1983	96,7	94,6	88,4	92,9	88,4					92,2
1985	100,0	101,5	102,6	99,1	98,7	98,0	99,5	104,0	108,0	101,3
1986	103,0	99,9	95,9	92,5	88,7					96,0
1988	94,5	100,1	98,9							97,8
1989	102,8	99,8	104,2	100,2	102,1	98,0	102,5	100,0	104,0	101,5
1990	97,9	98,0	97,1	97,8	100,2					98,2
1991	98,2	98,8	99,9	103,0	98,7	103,0	101,0	105,0	104,0	101,3
1992	98,9	100,4	98,6	99,1	97,8	96,7	96,5	99,0	100,5	98,6
1993	102,4	102,2	100,7	96,7	97,0	102,0	101,0	99,0	105,0	100,7
1994		99,8	101,1	103,9	103,5	101,0	102,0	99,0	100,3	101,3
1995			106,2	100,8	102,2	103,3	99,5	103,5	103,5	102,7
1996				102,9	101,2	104,0	99,5	108,5	103,0	103,2
1997					104,0	101,0	101,0	102,0	101,3	101,9
1998						98,8	100,0	98,3	99,3	99,1
1999							102,7	102,0	104,7	103,1
2000								108,7	111,7	110,2
2001									109,0	109,0
a	0,5367	0,5456	0,8502	0,6905	0,7898	0,738	0,453	0,4581	0,4704	0,6864
R ²	25,3%	44,8%	51,5%	61,6%	58,5%	53,9%	39,9%	27,4%	25,9%	68,7%
r	0,5034	0,6690	0,7174	0,7845	0,7646	0,7342	0,6319	0,5231	0,5090	0,8286
Efekt hodowli Breeding effect kg·ha ⁻¹	37,1	40,0	61,6	47,7	47,6	52,8	30,0	31,9	29,4	47,0
Wzorzec zbiorowy Common standard dt·ha ⁻¹	69,1	73,4	72,5	69,1	60,3	71,6	66,3	69,7	62,6	68,3

W doświadczeniach SDOO główny czynnik wzrostu plonów stanowią nowe odmiany. Zbyt dużym uproszczeniem byłoby założenie, że wzrost plonów jest spowodowany wyłącznie przyjmowaniem do badań coraz plenniejszych odmian. Zmiany w plonowaniu wynikały zarówno z czynników odmianowych, jak i zmieniających się warunków uprawy. W stosunku do okresu wyjściowego plony w badaniach odmianowych w okresie 1982–2001 wzrosły średnio o 1,23 t·ha⁻¹, z czego przyrost z tytułu postępu hodowlanego wyniósł 0,52 t·ha⁻¹. Rzeczywiste zmiany plonowania lepiej opisuje funkcja drugiego stopnia, ponieważ w ostatnich latach wzrost plonowania był wyraźnie mniejszy. Jak wynika z rysunku 1, czynnik odmianowy w bezpośredni sposób determinuje 42% wzrostu plonów i wykazuje tendencję wzrostową, resztę stanowią czynniki przyrodniczo-agrotechniczne i efekty współdziałania.

Stwierdzona wartość efektu odmianowego pszenicy ozimej jest niższa niż wartości podawane przez Nalborczyka (1996), według którego wzrost produktywności roślin w latach 1971–1990 był w 52% zasługą postępu biologicznego. Podobne są oceny

czynników wzrostu plonowania roślin w USA. Według Duvicka (1986) ponad 50% wzrostu plonów głównych roślin uprawnych to wynik hodowli. Znacznie niższy, bo 28% udział hodowli we wzroście plonowania pszenicy wykazały podobne badania prowadzone w Meksyku (Bell, 1995).

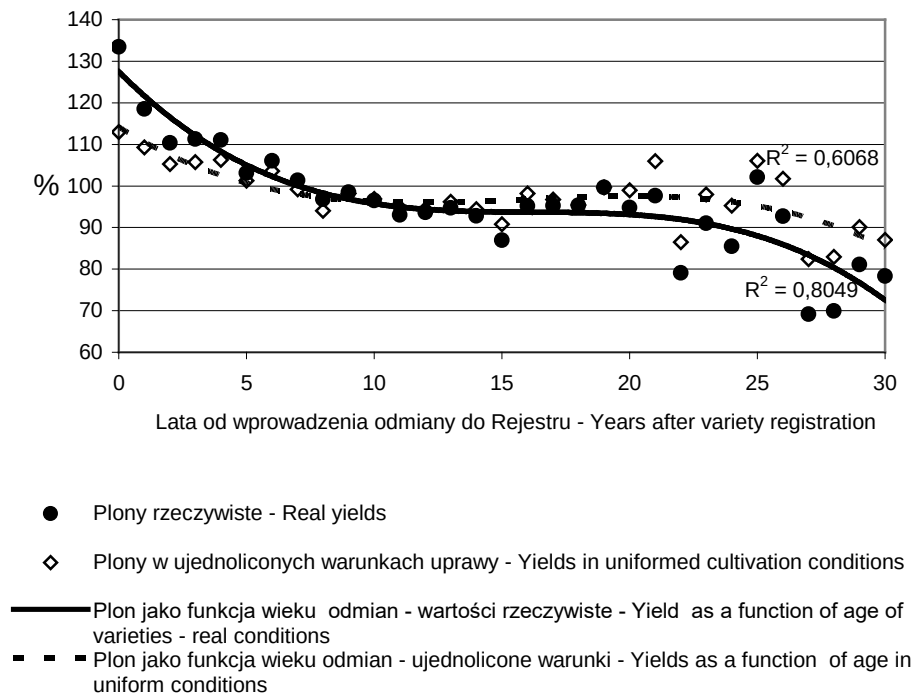


Rys. 1. Udział hodowli we wzroście plonów pszenicy na podstawie danych ze Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian

Fig. 1. The contribution of a breeding effect to increase wheat yield, based on the data from the Experimental Station of Variety Testing

W warunkach produkcyjnych analizowano zależność plonów od wieku odmiany, czyli od liczby lat od roku wpisania odmiany do rejestru. W przypadku danych produkcyjnych zróżnicowanie warunków uprawy było duże z wyraźną preferencją nowych odmian. Dlatego przeprowadzono dwie równoległe analizy. Określono zależność plonów odmian w dwóch wersjach; bez uwzględniania i z uwzględnieniem wpływu głównych czynników agrotechnicznych. Główne czynniki plonotwórcze i ich wpływ na kształtowanie się plonu określono na podstawie analizy regresji wieloczynnikowej. Na tej podstawie określono wielkość plonów przy uśrednionych warunkach nawożenia mineralnego, chemicznej ochrony roślin i jakości gleby.

Na podstawie analizy regresji stwierdzono istotną zależność liniową plonu pszenicy od wieku uprawianych odmian (czasu jaki upłynął od ich wprowadzenia do uprawy). Jeśli analizujemy wszystkie dostępne dane dla okresu wieloletniego to zależność tę najlepiej opisuje funkcja trzeciego stopnia — po początkowej wyraźnej zniżce plonów następuje ich stabilizacja, a następnie dalszy regres (rys. 2 a). Dla odmian starszych, powyżej 15 lat, wiek przestaje być czynnikiem istotnie różnicującym plon.

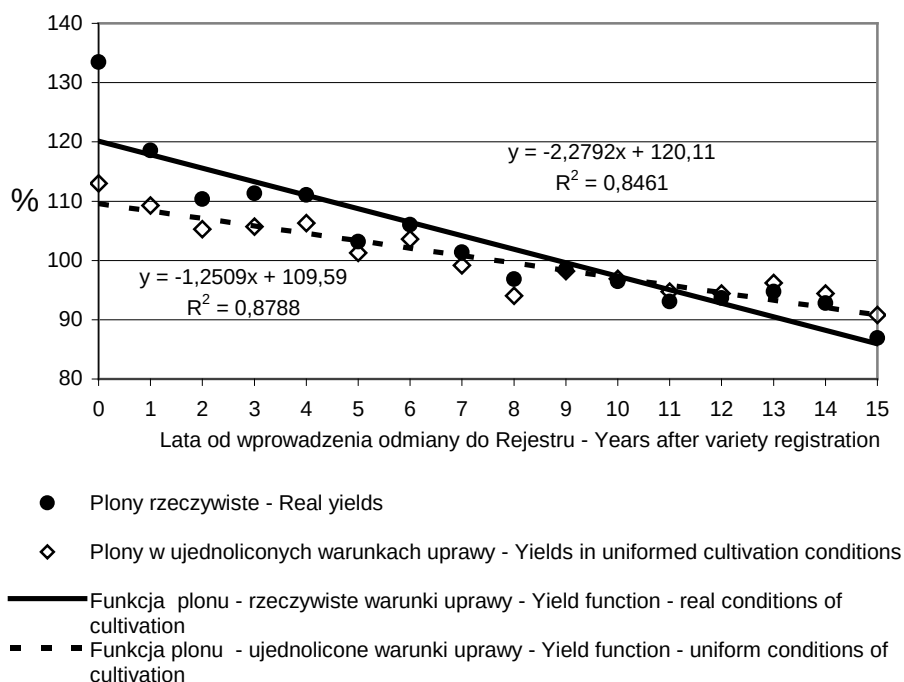


Rys. 2 a. Zależność plonu od wieku uprawianych odmian pszenicy w warunkach produkcyjnych
Fig. 2 a. Dependence of yield on age of cultivated wheat varieties in production conditions

Dane dotyczące plenności odmian w późniejszym okresie użytkowania są ponadto mało reprezentatywne ze względu na niewielkie liczebności poszczególnych grup wiekowych. Dlatego szczegółową analizę ograniczono do 15 lat użytkowania odmian (rys. 2 b). Ograniczona w ten sposób baza danych obejmowała plony z 86,4% pól. Średni przyrost plonu wynikający bezpośrednio z wieku stosowanych odmian wynosił 2,28% rocznie dla wariantu nieuwzględniającego zróżnicowania innych elementów agrotechniki i 1,25% przy uwzględnieniu zróżnicowania w nawożeniu mineralnym, w warunkach glebowych i intensywności ochrony chemicznej.

Relatywnie, średni wzrost plonów pszenicy ozimej wynikający z wprowadzenia do uprawy nowej odmiany jest znacznie większy w warunkach produkcyjnych niż w warunkach doświadczeń. Większe są różnice między grupami wiekowymi, szybciej następuje obniżanie się plonowania wraz z wiekiem odmian. Powodem większych różnic w praktyce może być gorsza wartość siewna nasion. W doświadczeniach odmianowych corocznie są to wyłącznie nasiona w najwyższych stopniach odsiewu; w ankietowanych gospodarstwach produkcyjnych nasiona kwalifikowane stanowiły ogółem 43,7%. W warunkach polskiego rolnictwa nasiona kwalifikowane pszenicy ozimej stanowią zaledwie 12,6%. Stąd można by wnioskować, że w przeciętnych warunkach gospodarowania

w Polsce, efekty odmłodzenia doboru uprawianych odmian i wprowadzania do uprawy nowych odmian, poprzez zwiększenie udziału kwalifikowanego materiału siewnego, mogą być jeszcze większe niż wynika to z analizy danych ankietowych. Oczywiście, przy założeniu że podobnie jak to ma miejsce w przypadku ankietowanych gospodarstw, wzrostowi udziału nasion kwalifikowanych towarzyszyć będzie poprawa poziomu agrotechniki umożliwiającą wykorzystanie rosnącego potencjału plonotwórczego odmian.



Rys. 2 b. Zależność plonu od wieku uprawianych odmian pszenicy w warunkach produkcyjnych
Fig 2 b. Dependence of yields on age of cultivated wheat varieties in production conditions

W analizowanym okresie, w przeciwieństwie do doświadczeń odmianowych, zmiany w plonowaniu pszenicy w produkcji (poza wahaniami sezonowymi) zarówno według danych GUS, jak i według danych z badań ankietowych były niewielkie. Praktyczna agrotechnika pszenicy znacznie odbiegała od minimalnych zaleceń uprawowych. W stosunku do początkowego pięciolecia analizowanego okresu, znacznie zmniejszyła się wielkość nawożenia mineralnego, a w związku z rosnącym udziałem zbóż w zasiewach, stale pogarszał się dobór przedplonów.

W badaniach ankietowych gospodarstw rolnych, reprezentujących poziom agrotechniki wyższy niż średnia krajowa, w roku 2001 na plantacjach pszenicy stosowano 78 kg azotu na hektar, a łączne nawożenie NPK wynosiło 166 kg czystego składnika. Dla porównania w doświadczeniach odmianowych średnia dawka azotu na hektar wynosiła 94 kg, a łączne nawożenie NPK 198 kg czystego składnika. W tym samym roku średnie nawożenie

mineralne na 1 hektar użytków rolnych w kraju wyniosło niespełna 89 kg. Według tych samych badań ankietowych w 2001 na 99% powierzchni upraw pszenicy stosowano herbicydy, a na 71% także środki grzybobójcze, z tym że już tylko na 39% przeprowadzono 2 zabiegi ochrony, czyli zaprawianie materiału siewnego i oprysk fungicydem. Rośnie udział przedplonów zbożowych, stanowią one 42,7%, z czego 70% to przedplony po zbożach ozimych, uznawane za najgorsze. Średnia wartość rolnicza gleb przeznaczanych pod pszenicę wynosiła 67 punktów w 100° skali IUNG. Dla porównania w SDOO analogiczny wskaźnik wynosił 75.

W odróżnieniu od SDOO, w gospodarstwach towarowych głównie stabilizował plonowanie czynnik odmianowy wraz ze zwiększającą się intensywnością chemicznej ochrony roślin, nie tyle powodując wzrost plonów, lecz raczej przeciwdziałając ich zmniejszaniu. Poziom stosowanej agrotechniki, jak i udział nasion kwalifikowanych w zasiewach umożliwia utrzymanie istniejącego dystansu w wykorzystaniu postępu genetycznego między SDOO a produkcją towarową. Wiek uprawianych odmian pszenicy ozimej w ankietowanych gospodarstwach od kilku lat nie ulega większym wahaniom i mieści się w zakresie 8–10 lat.

W praktyce, przy aktualnej agrotechnice na poziomie ankietowanych gospodarstw, wartość wzrostu plonowania, jako jednorocznego efektu hodowli uzyskana dla grupy uwzględniającej wszystkie gospodarstwa, wyniosła 50 kg/ha/rok. Wartość ta stanowi wynik łącznego oddziaływania czynnika genetycznego i uwarunkowaną zdolnością kiełkowania, czystością i zdrowotną wartością somatyczną nasion. Uwzględnienie do porównań jedynie tych pól, gdzie stosowano kwalifikowany materiał siewny umożliwiło wyeliminowanie wpływu czynników wynikających z niższej jakości nasion niekwalifikowanych stosowanych w produkcji. Stąd łączny efekt nasion i odmiany wyniósł 50 kg, z czego efekt wyższej wartości nasion — 10 kg/ha/rok, a efekt odmiany — 40 kg/ha/rok. Przy powierzchni zasiewów pszenicy ozimej w roku 2001 wynoszącej 1,994 mln ha i średniej cenie skupu w sezonie 2001/02, czyli 506,5 PLN/t średnioroczny efekt gospodarczy hodowli tego gatunku wynosi około 40 mln PLN. Przyrost zbiorów pszenicy może być znacznie większy pod warunkiem usprawnienia zaopatrzenia w kwalifikowany materiał siewny jak i poprawę stosowanej agrotechniki. Podobnego efektu można oczekiwać intensyfikując zaopatrzenie w kwalifikowany materiał siewny i tym samym obniżając wiek uprawianych odmian o jeden rok.

WNIOSKI

1. Wartość średniego efektu hodowlanego wynosi 0,69% czyli $47 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ rocznie i jest nieco większa od wartości uzyskanych przy zastosowaniu metody oceny opartej na bonitowaniu wartości plonotwórczej odmian ($41 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), prezentowanej w I części pracy.
2. W latach 1982–2001 plony w badaniach odmianowych zwiększały się średnio o $1,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, z czego przyrost z tytułu postępu hodowlanego wyniósł $0,52 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Czynniki odmianowy w bezpośredni sposób determinował wzrost plonów w 42%, a jego relatywny udział w ostatnich latach wzrasta.

3. W warunkach produkcyjnych, stwierdzono istotną zależność liniową plonu pszenicy ozimej od wieku uprawianych odmian.
4. Średni coroczny przyrost plonu ziarna pszenicy, wynikający bezpośrednio z wprowadzania nowych odmian do produkcji, po uwzględnieniu zróżnicowania wywołanego nawożeniem mineralnym, warunkami glebowymi i intensywnością ochrony chemicznej, wyniósł $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przy uwzględnieniu obecnej powierzchni zasiewów pszenicy ozimej i cen skupu ziarna odpowiada to 40 mln PLN.

LITERATURA

- Bell M. A., Fischer R. A., Byerlee D., Sayre K. 1995. Genetic and agronomic contributions to yield gains: A case study for wheat. *Field Crops Research* 44: 55 — 65.
- Drzazga T., Spis L. 2001. Postęp genetyczny w plonowaniu pszenicy jarej w Polsce. *Biul. IHAR* 218/219: 195 — 201.
- Duvick D. N. 1986. Plant breeding: past achievements and expectations for the future. *Economic Botany* 40 (3): 289 — 297.
- Feil B. 1992. Breeding progress in small grain cereals — a comparison of old and modern cultivars. *Plant Breeding*, 108: 1 — 11.
- Feyerham A. M., Kemp K. E., Paulsen G. M. 1989. Genetic contribution to increased wheat yields in the USA between 1979 and 1984 *Agron. J.* 81: 242 — 245.
- Krzymuski J., Laudański Z., Oleksiak T. 1993. Metody oceny postępu genetycznego. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo* Nr 223: 49 — 56.
- Nalborczyk E., 1996. Prognoza badań rolniczych warunkujących rozwój rolnictwa i gospodarki żywnościowej na początku XXI wieku. Materiały na konferencję naukową *Nauka w Polsce w perspektywie XXI wieku*. 10–11 października 1996 r., Komitet Prognoz "Polska w XXI wieku" przy Prezydium PAN.
- Oleksiak T. 2002. Efekty hodowli pszenicy ozimej. Część I. Zmiany potencjału plonowania odmian. *Biul. IHAR* 223/234: 67 — 75.
- Silvey V. 1986. The contribution of new varieties to cereal yields in England and Wales between 1947 and 1983. *Journal of the National Institute of Agricultural Botany* 17: 155 — 168.

JÓZEF PILCH

Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż IHAR, Kraków

Uwarunkowania genetyczne cech morfologicznych kłosa pszenicy (*Triticum aestivum* L.)

Genetic determination of the morphological traits of a spike of wheat (*Triticum aestivum* L.)

U pszenicy (*Triticum aestivum* L.) cechy kłosa mają bezpośredni lub pośredni wpływ na potencjał plonowania rośliny. Niniejsza praca przytacza przegląd literatury światowej dotyczącej uwarunkowania genetycznego najważniejszych cech morfologicznych kłosa, które stały się przedmiotem introgresji i markerami morfologicznymi w wielu programach badawczych i hodowlanych. Są one również wykorzystywane w identyfikowaniu gatunków rodzaju *Triticum* L., jak też w ustalaniu tożsamości odmian europejskich według konwencji UPOV.

Słowa kluczowe: geny, kłos, cechy morfologiczne, pszenica *Triticum aestivum* L.

In wheat (*Triticum aestivum* L.), the characters of a spike have the direct or indirect influence on the yield potential of the plant. This paper presents the review of world literature concerning the genetic determinations of the most important characters of a spike, which have become the subjects of introgressions and the morphological markers in many breeding and genetic programmes. Also, they are used to identify species within the genera *Triticum* L. and to establish the identity of European varieties according to the UPOV convention.

Key words: genes, morphological characters, spike, wheat *Triticum aestivum* L.

WSTĘP

Kłos, jako główny organ plonotwórczy u pszenicy (*Triticum aestivum* L.) stał się przedmiotem intensywnych zabiegów wprowadzania nowej zmienności zarówno przez hodowców, jak i genetyków tego gatunku zboża. Ulepszenie każdego elementu jego struktury anatomicznej poprawi plon ziarna z rośliny a tym samym i plon z powierzchni uprawy polowej. Zmienność wprowadzana w hodowli głównie metodami rekombinacyjnymi ma stosunkowo małą efektywność. Znaczny postęp, a wręcz „skokowe” zmiany wykraczające nawet poza taksonomię gatunku *T. aestivum* L. uzyskano poprzez introgresję obcych genów z wykorzystaniem krzyżowania międzygatunkowego i międzyrodzajowego (Pilch, 1996, 1997; Pilch i Głowacz, 1997).

Osiągnięcia biologii molekularnej (transformacja roślin) stwarzają inne możliwości wprowadzania obcego DNA do organizmów roślinnych i zwierzęcych, być może i do genotypu pszenicy.

Każda z tych metod introgresji genów, tj. krzyżowania i molekularna mają jednak swoje ograniczenia i możliwości stosowania. Jak dotychczas narzędziami molekularnymi można wprowadzać jedynie transgeny cech monogenicznych, zaś w w krzyżowaniu międzygatunkowym i międzyrodzajowym przedmiotem introgresji są duże zespoły genów, w większości jednak niepożądane, co wymaga dalszych zabiegów genetycznych w ich eliminowaniu. W obu jednak metodach wymagana jest dokładna znajomość uwarunkowań genetycznych cech morfologicznych kłosa, które mogą być obiektem wprowadzenia.

Innym powodem zainteresowania tym organem rośliny są wyraźnie zaznaczające się cechy morfologiczne jak kształt, obecność i nieobecność ości, barwa, omszenie i nalot woskowy plew i inne, które mogą być markerami morfologicznymi zmian biochemicznych, fizjologicznych, odporności na biotyczne i abiotyczne czynniki środowiska czy też składu chromosomowego. Powszechnie znana jest cecha omszonego kłosa/dokłosa warunkowana genem *Hp* jako markerem obecności chromosomu 5R żyta (*S. cereale* L.) wykorzystana w hodowli pszenżyta heksaploidalnego (*X Triticosecale* Witt.), jak i odmian substytucyjnych *T. aestivum* L. Innym przykładem może być typ kłosa, tzw. typ żytni (długi i zgięty) wykorzystywany w hodowli pszenżyta jarego w międzynarodowym ośrodku CIMMYT — Meksyk. Ten typ kłosa był markerem obecności pełnego genomu żyta, zaś typ kłosa pszenicznego (krótki i stojący) — markerem substytucji chromosomów R-D (Pilch, 1981 a, b). Niektóre z cech kłosa wykorzystywane są obecnie do badania tożsamości odmian europejskich (UPOV, 1994) jak też oznaczania gatunków diploidalnych, tetraploidalnych i heksaploidalnych pszenicy (Briggle i Reitz, 1963).

Z powyższych powodów dokonano niniejszego opracowania mającego na celu przedstawienie w świetle prac wielu autorów uwarunkowania genetycznego cech morfologicznych kłosa jako markerów pszenicy. W opracowaniu posługiwano się kluczem odmianowym Brigglea i Reitza (1963). Dokonano ujednolicenia w zakresie nazewnictwa botanicznego cech występujących w różnych publikacjach. Obok odpowiedników polskich w nawiasach podano określenia w języku angielskim spotykane w literaturze. Zachowano oryginalne nazewnictwo genów stosowane przez autorów w starszych publikacjach, pomimo że jest ono niezgodne z przyjętym współcześnie nazewnictwem i symbolami genów pszenicy.

KSZTAŁT KŁOSA

Briggle i Reitz (1963) wyróżniają 4 kształty kłosa jakimi różnią się od siebie odmiany *T. aestivum* L.:

- wrzecionowaty: spiczasty, stożkowo zwężający się ku wierzchołkowi (ang. fusiform, taper, tapering),
- graniasty: czworoboczny, o tej samej szerokości na całej długości (ang. oblong, square-headed, square),

- maczugowaty: długi lub krótki rozszerzony w części wierzchołkowej i bardzo zwarty w niej (ang. clavate, compact, club-shaped),
- eliptyczny: krótki, spłaszczony, jednakowo zwężający się u podstawy i w części wierzchołkowej (ang. elliptical).

Wszystkie 4 kształty kłosa uwarunkowane są genetycznie i kontrolowane przez geny dominujące występujące w różnych chromosomach. Dotychczas zidentyfikowano 4 geny, kłos wrzecionowaty warunkuje 1 gen, który nie został dotychczas zidentyfikowany (Yadav i in., 1992).

Kłos graniasty warunkuje gen *Q* występujący na długim ramieniu chromosomu 5AL (Kato i in., 1999). Od strony centromeru jest on sprzężony z genem *Vrn1* odpowiedzialnym za pokrój ozimy/jary, a od strony dystalnej — z genem *B1* inhibitorem rozwoju ości, zajmując miejsce pomiędzy nimi, oraz z 3 markerami molekularnymi RFLP w układzie liniowym *Q* — *Xpsr370* — *Xcdo457* — *Xpsr164* w kierunku końca długiego ramienia chromosomu 5A. Allel recesywny *q* określany często czynnikiem speltoidalnym, u *T. aestivum* L. warunkuje cechy związane z wymłacalnością i łamliwością kłosa nazywane zespołem „spelta” zaś u pszenicy *T. spelta* L. warunkuje typowy dla tego gatunku kłos „speltoid”.

Kłos maczugowaty kontroluje gen *C* zlokalizowany na chromosomie 2D (Sears, 1947; Rao, 1972), a kłos eliptyczny — gen *S1* na chromosomie 3D (Sears, 1954; Rao, 1972).

BARWA KŁOSA

Cecha ta jest wypadkową barwy plew, barwy ości i intensywności nalotu woskowego. Kontrolowana jest przez geny odpowiedzialne za te cechy.

DŁUGOŚĆ KŁOSA

Cechę tę wyznacza długość osadki kłosa i geny odpowiedzialne za jej rozwój.

NALOT WOSKOWY KŁOSA

Cecha ta jest równoznaczna z nalotem woskowym plew zewnętrznych i warunkowana przez geny za nią odpowiedzialne.

OSADKA KŁOSA

Łamliwość

Łamliwość, kruchość osadki jest cechą typową dla gatunków tetraploidalnych i diploidalnych pszenicy. Z takim samym nasileniem występuje również u niektórych odmian pszenicy *T. aestivum* L. pochodzących z Chin, regionu Tybetu (Chen i in., 1998). W kłosach większości odmian *T. aestivum* L. ta cecha przejawia się inaczej i słabiej, odmiany różnią się w sztywności i kruchości kłosa związanymi z lepszą lub gorszą wymłacalnością, szczególnie w przypadku odmian czerwonoziarnistych. Łamliwość osadki kłosa kontrolują 3 geny dominujące *Br* położone w 3 grupie homeologicznej

chromosomów: gen *Br₁* występuje na krótkim ramieniu chromosomu 3DS (Chen i in., 1998); gen *Br₂* — na chromosomie 3A (Watanabe i Ikebata, 2000) i gen *Br₃* — na chromosomie 3B (Watanabe i Ikebata, 2000). Geny *Br₂*, *Br₃* sprzężone są z dwoma innymi genami czerwonej barwy ziarna *R-A1b* i *R-B1b* (Watanabe i Ikebata, 2000). Gen *Br₂* występuje w odległości 44,2 cM od *R-A1b* na chromosomie 3A i gen *Br₃* — w odległości 47,0 cM od *R-B1b* na chromosomie 3B. Uzyskane chromosomowe rekombinanty 3A — 3B wykazały sprzężenie genu *Br₂* z genem *R-B1b* wynoszące 39,6 cM.

Długość

Długość osadki decyduje o długości całego kłosa. Warunkuje tę cechę wiele genów, z których największy wpływ mają geny położone na chromosomach genomów A i B, tj. *1AL*, *1BS*, *4AL*, *7AL* i *7BL* (Li i in., 2002). Występuje sprzężenie z genami wysokiej liczby kłosek w kłosie występującymi na chromosomie 7AL.

KŁOSEK

Nadliczbowy

Zdolność tworzenia u odmian *T. aestivum* L. kłosek nadliczbowych określana jest cechą SS (Supernumerary Spikelets). Jest to anormalność w rozwoju kłosa, lecz uwarunkowana genetycznie jako cecha recesywna. Nadliczbowe kłoski tworzone są u homozygot recesywnych w kolankach osadki kłosa obok istniejącego już w tym miejscu i prowadzą do wykształcenia kłosek rozgałęzionych. Mogą też powstawać na końcu przedłużonej osadki kłosa. Niedawno jeszcze sugerowano, iż poprzez utrwalenie w odmianach tej cechy można zwiększyć plon ziarna pszenicy na zasadzie wykorzystania cechy SS do wyhodowania tzw. odmian multikłoskowych (Millet, 1983, Yen i in., 1993). Dotychczas ustalono, że cechę SS warunkują 3 geny recesywne występujące na chromosomach genomu A, tj. *2AL*, *4A*, *5A* i jeden dominujący inhibitor Nr występujący na chromosomie 2DS (Sears, 1954; Koric, 1973; Singh, 1986; Peng i in., 1998). Inhibitor jako allel dominujący *Nr* hamuje ekspresję cechy SS natomiast recesywny allel *nr* umożliwia jej pojawienie się w obecności właściwych genów recesywnych. Przyjmując oznaczenia *ss1* i *ss2* jako symbole genów recesywnych na chromosomach 2A i 4A genotyp odmiany Chinese Spring można przedstawić jako *SS1 SS1 SS2 SS2 Nr Nr*, zaś genotyp odmiany Liying Mo3 jako przeciwny (recesywny) *ss1 ss1 ss2 ss2 nr nr* z ekspresją cechy SS.

Liczba kłosek w kłosie

Liczba kłosek w kłosie jest dodatnio skorelowana z długością kłosa (Li i in., 2002). Duża liczba kłosek związana jest z chromosomami 2DS i 7DL z dominującym efektem genu *Ppd-D1* niewrażliwości fotoperiodycznej położonym również na chromosomie 2DS (Rahman i in., 1977, Li i in., 2002). Również chromosom 5A posiadający główny gen vernalizacji *Vrn-A1* i gen *Q* kształtu kłosa „vulgare” ma duży wpływ na inicjację kłosek w kłosie (Flood i Halloran, 1990). U niektórych odmian występuje pozytywna korelacja pomiędzy wczesnością (długość okresu wegetacyjnego, długość okresu do kwitnienia) a małą liczbą kłosek w kłosie (Halse i Weir, 1970, Wall i Cartwright, 1974).

Sterylność kłosek wierzchołkowych

Zazwyczaj u odmian *T. aestivum* L. obserwuje się niedorozwój kłosek podstawy i wierzchołka kłosa, z których jedynie sterylność wierzchołkowa jest uwarunkowana genetycznie. Determinują ją 2 geny recesywne (Yadav i in., 1992). Cecha ta określana jest jako półletalność mieszańcowa, która w krzyżowaniach międzygatunkowych i międzyrodzajowych obrazuje się większym nasileniem, nawet w postaci braku kłosek w tych częściach osadki kłosa (Tomar i Kochumadhavan, 1990). Pojawia się u pszenicy *T. aestivum* L. w efekcie krzyżowania międzyodmianowego i wyjątkowego spotkania się recesywnych genów F_1 pochodzących od różnych genetycznie rodziców. Ich interakcja zaznacza się silnie nawet w generacji F_2 i utrzymuje słabiej w następnych.

PLEWA

Długie plewy

Briggle i Reitz (1963) podają 3 kategorie długości plew zewnętrznych u odmian *T. aestivum* L.: krótkie (6,5–7,5 cm), średniej długości (7,0–8,5 cm) i długie (8,0–11,0 cm). Większość odmian wykazuje długość plew związaną z wielkością ziarna. Najczęściej jest to druga kategoria. Typowym przykładem długich plew jest pszenica *T. polonicum* L. Długie plewy kontrolowane są przez 2 geny dominujące P_1 , P_2 występujące w 7 grupie homeologicznej chromosomów (Watanabe i in., 2002). Gen P_1 położony jest na długim ramieniu chromosomu 7AL w odległości 14,5 cM od centromeru i sprzężony jest z genem chlorina *cn-A1*. Z kolei gen P_2 występuje na długim ramieniu chromosomu 7BL w odległości 11,7 cM od centromeru i wykazuje sprzężenie z innym genem chlorina *cn-B1*. Ponadto oba geny P_1 , P_2 wykazują interakcję z genami chromosomów 7AL i 7BL odpowiedzialnymi za cechę długiej osadki kłosa /długi kłos. Gen P_1 powiązany jest także z lepszymi właściwościami skrobi w ziarnie *T. aestivum* L. (Martinek i Bednar, 2001).

Barwa czerwona

Plewy zewnętrzne *T. aestivum* L. mogą wykazywać różne zabarwienie modyfikowane przez środowisko jak nasłonecznienie, nawożenie mineralne, porażenie chorobami i inne, z których nieliczne tylko mają uwarunkowania genetyczne: biało-żółta, czerwona, brązowa i czarna (Briggle i Reitz, 1963). Barwa plew decyduje o barwie całego kłosa.

Czerwona barwa plew kontrolowana jest przez 3 geny dominujące *Rg* występujące na chromosomach 1 grupy homeologicznej: *Rg1* na krótkim ramieniu chromosomu 1BS (Unrau, 1950), gen *Rg2* na długim ramieniu chromosomu 1DL (Rowland i Kerber, 1974) i gen *Rg3* na krótkim ramieniu chromosomu 1AS (Schmalz, 1958). Gen *Rg1* wykazuje sprzężenie z genem *Gli-B1* gliadyn na chromosomie 1BS a gen *Rg3* — sprzężenie z genem *Hg* owłosienia plewy na chromosomie 1AS.

Barwa brązowa

Brązowa barwa plew warunkowana jest jednym genem dominującym *Brg* położonym na chromosomie 1D (Yadav i in., 1992, Koval, 1994). W generacjach F_1 i F_2 uzyskano monogeniczne stosunki rozszczepień w krzyżowaniach pomiędzy odmianami o brązowych i białych plewach. Aslam (1958) sugerował wcześniej współdziałanie 2 komplementarnych genów dominujących.

Barwa czarna

Jest to cecha pojawiająca się u gatunków diploidalnych, tetraploidalnych i hekso-ploidalnych pszenicy (Sikka i in., 1961). Czarna barwa plew w okresie pełnej dojrzałości a wcześniej ciemno-fioletowa utrudnia identyfikację chorób kłosa powodowanych przez patogeny rodzajów *Septoria* sp. i *Helminthosporium* sp. dających również czarne zabarwienie plew porażonych. i często mylnie jest rozpoznawana jako porażenie. Barwa czarna plew determinowana jest monogenicznie przez jeden gen dominujący *Bg* występujący na chromosomie 1AS (Sikka i in., 1961; McIntosh i in., 1995). Jest on sprzężony z genem *Hg* owłosienia w odległości 1,6 cM i genem *Gli-A1* gliadyn w odległości 4,0 cM.

Owłosienie

Na wszystkich stopniach ploidalności pszenicy cecha ta uwarunkowana jest monogenicznie i kontrolowana przez jeden gen dominujący *Hg* zlokalizowany na krótkim ramieniu chromosomu 1AS (Sears, 1954; Tsunewaki, 1966 b; Yadav i in., 1992). Jest on sprzężony z genem *Bg* czarnej barwy plew w odległości 1,6 cM i genem *Gli-A1* gliadyn w odległości 2,4 cM. W generacjach F_2 i BC_1 daje on monogeniczne stosunki rozszczepień dla genu dominującego. Wcześniej Howard i Howard (1915) stwierdzili 2 geny odpowiedzialne za tę cechę, a Sheybani i Jenkins (1961) zaproponowali serię alleli.

Owłosienie plewy stanowi genetycznie inną cechę aniżeli owłosienie liści, które warunkują dwa inne geny, tj. *Hl 1*, *Hl 2* występujące na innych także chromosomach, *7BS-Hl 1* i *4BS-Hl 2* (Taketa i in., 2002).

Woskowatość, obecność nalotu woskowego

Tworzenie nalotu woskowego na plewach zewnętrznych kontrolują 4 geny dominujące: *W1* położony na chromosomie 2B (Allan i Vogel, 1960), *W2* — na chromosomie 2D (Tsunewaki, 1966 a), *I 1-W* inhibitor — na chromosomie 2B (Driscoll i Jensen, 1964), i gen *I 2-W* występujący na długim ramieniu chromosomu 2DL (Tsunewaki, 1966 a).

Najsilniejszy nalot powodują genotypy *W1 W1 W2W2 i1-W i1-W i2-W i 2-W*, zaś brak nalotu: *w1 w1 w2 w2 I1-W I1-W I2-W I2-W*. Genotypy pośrednie sprawiają występowanie nalotu woskowego w różnym nasileniu.

Brak woskowatości

Brak nalotu woskowego na plewach może wynikać nie tylko z homozygotyczności alleli recesywnych *w1*, *w2* przy równocześnie obecnych allelach dominujących inhibitorów *I 1-W*, *I 2-W* warunkujących woskowatość (*w1 w1 w2 w2 I1-W I1-W I2-W I2-W*) ale także jako efekt działania niezależnego genu dominującego *Iw 4* (Pukhalskiy i in., 1999). Gen ten pochodzi z *Ae. speltoides* Taush.

OŚCI

Obecność ości

Ości zwiększają powierzchnię asymilacyjną kłosa przyczyniając się do lepszego wypełniania ziarna i wzrost masy ziarna z kłosa (Evans i in., 1970). Selekcja roślin na cechę „zielone ości” w okresie dojrzewania stosowana była przez wielu hodowców pszenicy i pszenżyta, np. w centrum hodowli pszenżyta jarego CIMMYT w Meksyku.

Obecność ości kontrolują 3 geny dominujące, epistatyczne: *Hd* występujący na chromosomie 4D, *B₁* — na chromosomie 5A i *B₂* — na chromosomie 6B (Sikka i in., 1956).

Wcześniej Biffen (1905) i Watkins i Ellerton (1940) wykazali, że cecha ta determinowana jest przez 5–6 genów dominujących. Z kolei Heyne i Livers (1953) wykryli serię genów modyfikatorów zlokalizowanych w chromosomach 2A, 3A, 2D, 3D i 7D. Tsunewaki (1966 a) wykazał, że cecha ościstości może być kontrolowana nawet przez 7 chromosomów. Z przytoczonych prac można sądzić, że ościstość u pszenicy kontrolowana jest w różnym stopniu przez chromosomy: 2A, 3A, 5A, 2B, 3B, 4B, 5B, 1D, 2D, 3D, 7D, na których występują geny główne, inhibitory epistatyczne, geny modyfikujące i geny wzmacniające oznaczone A z indeksem 1–8 (*A1*–*A8*). Tak skomplikowane uwarunkowanie genetyczne i dziedziczenie może tłumaczyć problemy w uzyskaniu kłosów całkowicie bezostnych i stabilnych, pozbawionych ości szczątkowych.

Różna długość

Długość ości kontrolowana jest przez 8 genów recesywnych *a*: *a1* — *a8* określanych genami wzmacniającymi (Tsunewaki i Kihara, 1961). Różna dawka tych genów powoduje wykształcenie ości o różnej długości.

Brak ości

Cecha ta kontrolowana jest przez 4 dominujące inhibitory: *Hd* występujący na krótkim ramieniu chromosomu 4BS (Sears, 1953), *B1* — na długim ramieniu chromosomu 5AL (Sears, 1953; Kato i in., 1998), *B2* — na długim ramieniu chromosomu 6BL (Sears, 1953), *B3* — na długim ramieniu chromosomu 1DL (Tsunewaki, 1966 a). Recesywne allele tych genów umożliwiają rozwój ości w obecności genów odpowiedzialnych za rozwój. Allele *b1*, *b2* różnią się pod względem wpływu na wykształcenie ości. Allel *b2* powoduje skrócenie ości, zmienia kąt ich nachylenia w stosunku do kłosa.

Inhibitor *B1* położony jest w najbardziej dystalnej części długiego ramienia chromosomu 5AL i sprzężony jest z genem amylazy *B-amy-A1* będącym w odległości 1,6 cM od dystalnego końca (Galiba i in., 1995). Odległość liniowa genu *B1* od centromeru wynosi 207,0 cM, a najbliższym jest gen *Xpsr164* w odległości 57,3 cM. Odległość do genu *Q* graniastego kształtu kłosa wynosi 80,1 cM i do genu *Vrn1* wernalizacji — 126,9 cM.

Barwa czerwona

Czerwone zabarwienie ości warunkują te same geny jak u plew czerwoną barwę, tj. *Rg1*, *Rg2*, *Rg3*.

Barwa czarna

Czarna barwa ości warunkowana jest innymi genami aniżeli czarna barwa plew (*Bg*). Kontrolują ją 3 komplementarne geny *Bla 1*, *Bla 2*, *Bla 3*, z których *Bla 1* położony jest na chromosomie 1A (Panin i Netsvetaew, 1986). Czarna barwa jest dominująca w stosunku do barwy czerwonej i w krzyżowaniach, w generacji *F₂* wykazuje właściwe rozszczepienia cech.

PYLNIK

Barwa purpurowa

Cechę tę kontrolują 2 dominujące geny *Pan*: *Pan1*, który położony jest na krótkim ramieniu chromosomu 7DS (Maystrenko, 1992) i gen *Pan 2* pochodzący z *T. dicoccoides* położony na krótkim ramieniu chromosomu 7AS w odległości 30,0 cM od centromeru (Blanco i in., 1998). Jest on sprzężony 9,2 cM z genem *Rc1* czerwonej barwy koleoptyle.

Tabela 1

Uwarunkowania genetyczne cech morfologicznych kłosa *T. aestivum* L
Genes of the morphological characters of the spike *T. aestivum* L

Cecha Character	Geny — Genes Chromosomy — Chromosomes	Zródło Source
Kształt kłosa — Spike shape		
wrzecionowaty — fusiform	1 dominujący — dominant	Yadav i in., 1992
graniasty — oblong	Q (5AL)	Kato i in., 1999
maczugowaty — clavate	C (2D)	Sears 1947; Rao, 1972
eliptyczny — elliptical	S1 (3D)	Sears 1954; Rao, 1972
Barwa kłosa — Spike colour		
	jak plewy — like glumes	
Długość kłosa — Spike length		
	jak osadka — like rachis	
Nalot woskowy — Waxiness		
	jak plew — like glumes	
Osadka — Rachis		
łamliwość — brittleness	<i>Br1</i> (3DS) <i>Br2</i> (3A) <i>Br3</i> (3B)	Chen i in., 1998 Watanabe i Ikebata, 2000 Watanabe i Ikebata, 2000
długość — length	<i>1AL</i> , <i>1BS</i> , <i>4AL</i> , <i>7AL</i> , <i>7BL</i>	Li i in., 2002
Kłosek — Spikelet		
nadliczbowy — supernumerary	3 recesywne — recessive (<i>2AL</i> , <i>4A</i> , <i>5A</i>) <i>Nr</i> (2DS) inhibitor	Sears, 1954, Koric, 1973 Peng i in., 1998 Singh, 1986
ilość — quantity	<i>2DS</i> , <i>7AL</i>	Li i in., 2002
sterylność kłosek wierzchołkowych — tip sterility of spikelets	2 recesywne — recessive	Yadav i in., 1992
Plewa — Glume		
długie plewy — long glumes	<i>P₁</i> (7AL) <i>P₂</i> (7BL)	Watanabe i in., 2002 Watanabe i in., 2002
barwa czerwona — red colour	<i>Rg₁</i> (1BS) <i>Rg₂</i> (1DL) <i>Rg₃</i> (1AS)	Unrau, 1950, Schmalz, 1958 Rowland i Kerber, 1974 Yadav i in., 1992; Koval, 1994
barwa brązowa — brown colour	<i>Brg</i> (1D)	Sikka i in., 1961; Mc Intosh i in., 1995 Sears, 1954; Tsunewaki, 1966 b; Yadav i in., 1992
barwa czarna — black colour	<i>Bg</i> (1AS)	
owłosienie — hairy	<i>Hg</i> (1AS)	Allan i Vogel, 1960 Tsunewaki, 1966 a Driscoll i Jensen, 1964 Tsunewaki, 1966 a Pukhalskiy i in., 1999
woskowatość — waxiness	<i>W1</i> (2B) <i>W2</i> (2D) <i>I 1-W</i> (2B) inhibitor <i>I 2-W</i> (2DL) inhibitor	
brak woskowatości — waxlessness	<i>I w4</i>	

Cecha Character	Geny — Genes Chromosomy — Chromosomes	Zródło Source
Ości — Awns		
obecność ości — presence of awns	5–6 dominujące — dominant <i>Hd</i> (4D) epistatic <i>B₁</i> (5A) epistatic <i>B₂</i> (6B) epistatic	Watkins i Ellerton, 1940 Sikka i in., 1956 Sikka i in., 1956 Sikka i in., 1956
różna długość — different length	<i>a1 – a8</i> recesywne — recessive	Tsunewaki i Kihara, 1961
brak ości — awn less	<i>Hd</i> (4BS) inhibitor <i>B1</i> (5AL) inhibitor <i>B2</i> (6BL) inhibitor <i>B3</i> (1DL) inhibitor	Sears, 1953 Sears, 1953; Kato i in., 1998 Sears, 1953 Tsunewaki, 1966 a
barwa czerwona — red colour	jak plewy — like glumes <i>Bla1</i> (1A) complementary	Panin i Netsvetaew, 1986
barwa czarna — black colour	<i>Bla2</i> complementary <i>Bla3</i> complementary	Panin i Netsvetaew, 1986 Panin i Netsvetaew, 1986
Pylnik — Anther		
barwa purpurowa — purple colour	<i>Pan 1</i> (7DS) <i>Pan 2</i> (7AS)	Maystrenko, 1992 Blanco i in., 1998

PODSUMOWANIE

Przedstawione cechy morfologiczne kłosa pszenicy (*Triticum aestivum* L.) stały się markerami morfologicznymi zwykle wykorzystywanymi w selekcji, w programach krzyżowań jak i identyfikacji rodów i odmian w ocenie OWT przy rejestracji w COBORU. W pracach hodowlanych jedynie te markery mogą być efektywne, które dziedziczą się w sposób prosty, uwarunkowane są monogenicznie, mają nieskomplikowaną procedurę identyfikowania i mogą być stosowane masowo. Stąd też znajomość uwarunkowań genetycznych takich cech jak kształt kłosa, barwa plew, omszenie plew, nalot woskowy, ościstość i inne z przytoczonych powinna ułatwić pełne ich wykorzystanie i dostępnych źródeł genetycznych związanych z nimi. W Zakładzie Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie od szeregu lat prowadzone są prace dotyczące ulepszania cech kłosa i ziarna pszenicy ozimej i jarej. W tym celu wykorzystuje się krzyżowania międzygatunkowe i międzyrodzajowe w obrębie rodziny *Poaceae*. W pracach tych posługujemy się również cechami morfologicznymi jako markerami określonych genów, z którymi dokonujemy introgresji w celu wytworzenia źródeł genetycznych dla potrzeb programów hodowlanych.

LITERATURA

- Allan R. G., Vogel O. A. 1960. F₂ monosomic analysis of culm length in wheat cross involving semidwarf Norin 10-Brevor 14 and the Chinese spring series. *Crop Sci.* 3: 538 — 540.
- Aslam M. C. 1958. Genetic studies in interspecific crosses between durum, sphaerococcum and vulgare types of wheat. *Agriculture (Pakistan)* 9: 109 — 119.
- Biffen R. H. 1905. Mendels laws of inheritance and wheat breeding. *J. Agri. Sci.* 1: 4 — 48.
- Blanco A., Bellomo M. P., Cenci A., De Giovanni C., D'Ovidio R., Iacono E., Laddomada B., Pagnotta M. A., Porceddu E., Sciancalepore A., Simeone R., Tanzarella O. A. 1998. A genetic map of durum wheat. *Theor. Appl. Genet.* 97: 721 — 728.

- Briggle L. W., Reitz L. P. 1963. Classification of *Triticum* species and of wheat varieties grown in the United States. Technical Bulletin, 1278: 1 — 135.
- Chen Q. F., Yen C., Yang J. L. 1998. Chromosome location of the gene brittle rachis in the Tibetan weed race of common wheat. *Genet. Res. Crop. Evol.* 45: 407 — 410.
- Driscoll C. J., Jensen N. F. 1964. Chromosomes associated with waxlessness, awnedness and time of maturity of common wheat. *Can. J. Genet. Cytol* 6: 324 — 333.
- Evans L. T., Rawson H. M. 1970. Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. *Australian J. Bot. Sci.* 23: 245 — 254.
- Flood R. G., Halloran G. M. 1990. Chromosomal influences on spikelet number per ear in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Wheat Inf. Serv.* 71:1 — 5.
- Galiba G., Quarrie S. A., Sutka J., Morgounov A., Snape J. W. 1995. RFLP mapping of the vernalization (*Vrn* 1) and frost resistance (*Fr* 1) genes on chromosome 5A of wheat. *Theor. Appl. Genet.* 90: 1174 — 1179.
- Halse N. J., Weir R. N. 1970. Effects of vernalization, photoperiod and temperature on phenological development and spikelet number of Australian wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 21: 383 — 393.
- Heyne E. G., Livers R. W. 1953. Monosomic analysis of leaf rust reaction, awnedness, winter injury and seed colour in Pavnee wheat. *Agronomy J* 45: 54 — 58.
- Howard A., Howard G. L. C. 1915. On the inheritance of some characters in wheat. II. *Agronomy J.* 7: 273 — 285.
- Kato K., Miura H., Akiyama M., Kuroshima M., Sawada S. 1998. RFLP mapping of the three major genes, *Vrn* 1, *Q* and *B1*, on the long arm of chromosome 5A of wheat. *Euphytica* 101: 91 — 95.
- Kato K. H., Miura H., Sawada S. 1999. Comparative mapping of the wheat *Vrn-A1* region with rice *Hd-6* region. *Genome* 42: 204 — 209.
- Koric S. 1973. Branching genes in *Triticum aestivum*. *Proc. 6th Intern. Genet. Symp., Columbia Mo. (USA)*: 283 — 288.
- Koval S. P. 1994. Genetic analysis of isogenic lines of spring wheat variety Novosibirskaya 67 I. Location of the gene determining the brown colour of the glume in chromosome 1D. *Journal of Genetics (Russ.)* 30: 508 — 509.
- Li W. L., Nelson J. C., Chu C. Y., Shi L. H., Huang S. H., Liu D. J. 2002. Chromosomal locations and genetic relationships of tiller and spike characters in wheat. *Euphytica* 125: 357 — 366.
- Marinek P., Bednar J. 2001. Changes of spike morphology (multi row spike-MRS, long glumes-L.G.) in wheat (*Triticum aestivum* L.) and their importance for breeding. *Intern. Conf. Genet. Coll "Isogenic and Alloplasmic Lines"* (Novosibirsk, Russia): 192 — 194.
- Maystrenko O. I. 1992. The use of cytogenetic methods in an ontogenesis study of common wheat. In: *Ontogenetics of higher plants. Kishinev "Shtiintsa"*: 98 — 114.
- McIntosh R. A., Hart G. E., Gale M. D. 1995. Catalogue of gene symbols for wheat. *Proc. 8th Intern. Wheat Genet. Symp. (China)*: 1333 — 1500.
- Millet E. 1983. Breeding for large number of spikelets per spike in wheat. *Proc. 6th Intern. Wheat Genet. Symp. Kyoto (Japan)*: 623 — 628.
- Panin V. M., Netsvetayev V. P. 1986. Genetic control of gliadins and some morphological characters of spike in durum winter wheats. *Nauchno Tehniceskij Bul. (Rus.)* 2: 31 — 36.
- Peng Z. S., Liu D. C., Yen Ch. Yang J. L. 1998. Genetic control of supernumerary spikelet in common wheat line LYB. *Wheat Inf. Service* 86: 6 — 12.
- Pilch J. 1981 a. Rye chromosome constitution and the amount of telomeric heterochromatin of the widely and narrowly adapted CIMMYT hexaploid triticales. *Z. Pflanzenzüchtg.* 87: 58 — 68.
- Pilch J. 1981 b. Analysis of the rye chromosome constitution and the amount of telomeric heterochromatin in the widely and narrowly adapted hexaploid triticales. *Theor. Appl. Genet. (TAG)* 69: 145 — 149.
- Pilch J. 1996 Performance of interspecific and intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* L. for wheat improvements. Part I. Performance of winter generations F₃–F₅ of *T. aestivum* L. with *Triticum* (2x, 4x), *Aegilops* (2x, 4x) and *Elymus* (4x) species in respect of some characters of spike. *Plant Breeding and Seed Science*, 40, 3/ 4: 73 — 82.

- Pilch J. 1997. Performance of interspecific and intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* L. for wheat improvements. Part II. Breeding value of spring-type generations F₆–F₁₀ of *T. aestivum* L. with *Triticum* (2x, 4x), *Aegilops* (2x, 4x), *Secale* (2x) and *Hordeum* (2x) species in respect of some characters of spike. *Plant Breeding and Seed Science* 41, 1: 3 — 15.
- Pilch J., Głowacz E. 1997. Międzygatunkowe i międzyrodzajowe krzyżowania jako sposób ulepszania cech kłosa w hodowli pszenicy heksaploidalnej *Triticum aestivum* L. *Biul. IHAR* 204: 15 — 31.
- Pukhalskiy V. A., Iordanskaya I. V., Badaeva E. D., Lapochkina I. F., Bilinskaya E. N. 1999. Genetic analysis of spike waxlessness in a line of common wheat *Triticum aestivum* L. *Russ. J. Genet.* 35 (9): 1050 — 1054.
- Rahman M. S., Halloran G. M., Wilson J. H. 1977. Genetic control of spikelet number in hexaploid wheat. *Crop Sci.* 17: 296 — 299.
- Rao M. V. P. 1972. Mapping of the compactum gene C on chromosome 2D of wheat. *Wheat Inf. Service* 35: 9.
- Rowland G. G., Kerber E. R. 1974. Telocentric mapping in hexaploid wheat of genes for leaf rust resistance and other characters derived from *Aegilops squarrosa*. *Can. J. Genet. Cytol.* 16: 137 — 144.
- Sears E. R. 1947. The sphaerococcum gene in wheat. *Genetics* 32: 102 — 103.
- Sears E. R. 1953. Nullisomic analysis in common wheat. *Am. Nat.* 87: 245 — 252.
- Sears E. R. 1954. The aneuploids of common wheat. *Missouri. Agric. Exp. Stat. Bull.* 572: 59.
- Sheybani H. A., Jenkins B. S. 1961. The inheritance of glume pubescence in some durum varieties. *Can. J. Genet. Cytol.* 3: 23 — 56.
- Sikka S. M., Swaminathan S. M., Singh M. P., Pal B. P. 1956. Monosomic analysis of some characters in wheat varieties Cometa Klein. *Indian J. Genet.* 16: 24 — 28.
- Sikka S. M., Jain K. B. L., Parmer K. S. 1961. Inheritance of some morphological characters in intervarietal crosses of *Triticum aestivum* L. *J. Indian Bot. Soc.* 40: 217 — 233.
- Singh D. 1986. Location of gene (s) for branched spike character of bread wheat. *Wheat Inf. Serv.* 64: 16 — 18.
- Schmalz H. 1958. Investigations on the inheritance of the spring-winter type of winter hardiness, also of morphological characters and of physiological characters connected with yield of wheat. *Kuhn-Archiv.* 72: 435 — 437.
- Taketa S., Chang C. L., Ishii M., Takeda K. 2002. Chromosome arm location of the gene controlling leaf pubescence of a Chinese local wheat cultivar "Hong-mang-mai". *Euphytica* 125: 141 — 147.
- Thomar S. M. S., Kochumadhavan M. 1990. Spike abnormality in interspecific wheat hybrids. *Wheat Inf. Serv.* 71: 29 — 31.
- Tsunewaki K., Kihara H. 1961. F₁ monosomic analysis of *Triticum macha*. *Wheat Inf. Serv.* 12: 1 — 2.
- Tsunewaki K. 1966 a. Comparative gene analysis of common wheat and its ancestral species. II. Waxiness, growth habit and awnedness. *Jap. J. Bot.* 19: 175 — 229.
- Tsunewaki K. 1966 b. Comparative gene analysis of common wheat and its ancestral species. III. Glume hairiness. *Genetics* 53: 303 — 311.
- Unrau J. 1950. The use of monosomes and nullisomes in cytogenetic studies in common wheat. *Sci. Agric.* 30: 66 — 89.
- UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants). 1994. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. *Wheat (Triticum aestivum L.)*. Geneva 1994: 1 — 36.
- Wall P. C., Cartwright P. M. 1974. Effects of photoperiod, temperature and vernalization on the phenology and spikelet numbers of spring wheats. *Ann. Appl. Biol.* 76: 299 — 309.
- Watanabe N., Ikebata N. 2000. The effects of homoeologous group 3 chromosomes on grain colour dependent seed dormancy and brittle rachis in tetraploid wheat. *Euphytica* 115: 215 — 220.
- Watanabe N., Sekiya T., Sugiyama K., Yamagishi Y., Imamura I. 2002. Telosomic mapping of the homoeologous genes for the long glume phenotype in tetraploid wheat. *Euphytica* 128: 129 — 134.
- Watkins A. E., Ellerton S. 1940. Variation and genetics of the awn in triticum. *J. Genet.* 40: 243 — 270.
- Yadav B., Srivastava R. B., Chhabra A. K., Sharma S. C. 1992. Inheritance of some marker traits in bread wheat. *Cereal Res. Commun.* 20, 1/ 2: 19 — 24.
- Yen C., Zheng Y. L., Yang J. L., 1993. An ideal type for high yield breeding in theory and practice *Genet. Sinica* 6: 116 — 129.

ANDRZEJ WOŹNIAK¹**DARIUSZ GONTARZ**¹ Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ przedplonów i sposobów zróżnicowanego pielęgnowania na jakość ziarna pszenicy jarej

The influence of forecrops and different care systems on the quality of grain of spring wheat

Przedstawiono kształtowanie się jakości ziarna pszenicy jarej w zależności od przedplonów i zróżnicowanego sposobu ochrony roślin. Wykazano, że uprawa pszenicy jarej po grochu siewnym i ziemniaku istotnie zwiększała zawartość białka ogółem w ziarnie, glutenu mokrego, wyrównanie ziarna oraz wartość wskaźnika sedymtacji Zeleny'ego, w odniesieniu do stanowiska, w którym pszenicę wysiewano 1, 2 lub 3-krotnie po sobie. Chemiczne środki ochrony roślin istotnie zwiększały zawartość białka ogółem w ziarnie i glutenu mokrego w pszenicy jarej, w stosunku do obiektów pielęgnowanych mechanicznie.

Słowa kluczowe: jakość ziarna, przedplony, pszenica jara, sposoby pielęgnowania

The experiment with forecrops for spring wheat was conducted at the Agricultural Experimental of Uhrusk in the 1997–2002 years. It was set up the randomized blocks in four replications in 10 m² experimental plots. The grey-brown fertile (rendzina) soil was formed of light loam and weak sandy, and it was classified as a very good rye complex. The experiment included five forecrops for spring wheat: pea, potato, spring wheat (1x), spring wheat (2x), spring wheat (3x), as well as two plant care systems: mechanical and chemical. Pea or potato forecrop increased content of total protein in grain, gluten wet, sedimentation number and grain uniformity in spring wheat. Chemical care of wheat significantly increased the content of total protein in grain and gluten wet as compared with those in spring wheat treated mechanically.

Key words: care systems, forecrops, spring wheat, quality of grain,

WSTĘP

Zbiory pszenicy w ostatnich latach w Polsce wynoszą od 8,5 do 9,5 mln ton. Szacuje się, że na cele konsumpcyjne przeznacza się 45–50% zbiorów pszenicy, pozostałą zaś część, niespełniającą wymogów jakościowych, wykorzystuje się na paszę (Kisiel, 1999). Pozyskanie ziarna o wysokiej wartości przemiałowej i wypiekowej zależy od odmiany,

przebiegu pogody oraz zabiegów agrotechnicznych (Szwed-Urbaś, 1995; Berecz i in., 1996; Czembor, 1999; Bleharczyk i in., 1999; Rozbicki, 1999; Rachoń, 2001). Ważną przyczyną obniżki wartości technologicznej ziarna jest porażenie korzeni i podstawy źdźbła przez patogeny grzybowe, któremu sprzyja uprawa pszenicy po sobie i innych zbożach (Struik i Bonciarelli, 1997; Rozbicki, 1999; Woźniak, 2001 b). Obniżka ta powodowana jest zmniejszeniem obsady kłosów na 1 m², masy ziarna z kłosa oraz masy 1000 ziaren (Tahsein, 1989; Michalski, 1997; Błażej, 1999; Woźniak, 2001 a).

Spośród czynników agrotechnicznych na plon i jakość ziarna pszenicy w istotny sposób wpływa nawożenie azotem. Z badań Mazurka i Kusia (1991), Wooding i wsp. (2000), Johansson i wsp. (2001) oraz Rachonia (2001) wynika, że wysokie dawki azotu korzystnie wpływają na zawartość białka i glutenu w ziarnie, ale jednocześnie obniżają jego jakość. Według Achremowicza i wsp. (1995), Vereijken i wsp. (2000) oraz Dziki i Laskowskiego (2002) zwiększają one udział niskocząsteczkowej gliadyny w białku, w wyniku tego pogarszają się właściwości glutenu. Ważnym czynnikiem agrotechnicznym są także odpowiednio dobrane przedplony. W literaturze tematu niewiele prac dotyczy wpływu przedplonów na parametry jakościowe ziarna pszenicy konsumpcyjnej. Niniejsza praca może stanowić przyczynek w wyjaśnieniu niektórych zagadnień z tym związanych.

Celem prowadzonych badań była ocena wpływu przedplonów i sposobów pielęgnowania pszenicy jarej na wybrane parametry jakościowe ziarna konsumpcyjnego.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe prowadzono w latach 1997–2002 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczaną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Eksperyment prowadzono metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m². Czynnikiem doświadczenia były:

- I — przedplony pszenicy jarej, a mianowicie: groch siewny, ziemniak oraz stanowisko po 1, 2 lub 3-krotnej uprawie po sobie.
- II — sposoby pielęgnowania pszenicy, tj. mechaniczne i chemiczne.

Uprawa roli pod pszenicę jarą składała się z pielęgnowanej podorywki i orki przedzimowej wykonanej w ostatnich dniach października. Nawozy fosforowe i potasowe pod pszenicę (60 kg P₂O₅ i 100 kg K₂O na 1 ha) stosowano przed wykonaniem orki przedzimowej. Wiosną rolę bronowano, po czym poprawiono ją do siewu zestawem uprawowym. Nawozy azotowe stosowano przed siewem pszenicy (50 kg·ha⁻¹) oraz (30 kg·ha⁻¹) w fazie strzelania w źdźbło.

Zabiegi mechaniczne polegały na dwukrotnym bronowaniu, tj. na początku krzewienia oraz 10–14 dni później. Drugi sposób pielęgnowania polegał na chemicznym niszczeniu chwastów oraz ochronie zbóż przed chorobami grzybowymi i wyleganiem. Do niszczenia chwastów dwuliściennych i jednoliściennych stosowano mieszaninę herbicydów Chwastox D (s.a. MCPA + dikamba) (5 l·ha⁻¹) i Puma Super 069 EW (fenoxaprop-P-etylu) (1 l·ha⁻¹) w fazie krzewienia się zbóż. W pełni strzelania w źdźbło stosowano retardant Terpal C 420 SL (chlorek chloromekwatu + etefon) w ilości 2 l·ha⁻¹. Występowanie chorób podsuszkowych ograniczano

stosując w fazie strzelania w źdźbło Alert 375 SC (flusilazol + karbendazym) — 1,0 l·ha⁻¹, natomiast przeciw chorobom liści i kłosa Tilt CB 37,5 (propikonazol + karbendazym) — 1 kg·ha⁻¹.

Pszenicę jarą odmiany Eta wysiewano w ilości 550 ziaren na 1 m² w pierwszej dekadzie kwietnia. Przed siewem ziarno zaprawiono preparatem Raxil (tebukonazol).

Program badań obejmował ocenę jakościową ziarna pszenicy jarej, tj. zawartość białka ogółem (%), glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego (ml), liczbę opadania (sekundy), gęstość ziarna (kg·hl⁻¹) oraz wyrównanie ziarna (masa ziarna pozostającego na sitach o wymiarach oczek 2,5 mm × 25 mm do masy przesianego ziarna wyrażona w %). Oznaczenie zawartości białka, glutenu oraz wskaźnik sedymentacji wykonano na urządzeniu Inframatic, gęstość ziarna zgodnie z normą PN-73R-74007, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, zaś liczbę opadania PN-ISO3093. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Lubella SA w Lublinie, na próbach ziarna zebranych w 2002 roku.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, a zaistniałe różnice oszacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy jarej zmieniała się w zależności od przedplonów oraz sposobów pielęgnowania (tab. 1).

Tabela 1

Zawartość białka ogółem (w s.m.) i glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej
Total protein (in d.m.) and gluten content in grains of spring wheat

Przedplon Forecrop	Białko ogółem (%) Total protein (%)			Gluten mokry (%) Wet gluten		
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean
Ziemniak Potato	12,6	13,2	12,9	27,5	32,5	30,0
Groch siewny Pea	12,8	13,4	13,1	29,5	35,0	32,2
Pszenica jara Spring wheat	12,2	12,7	12,4	27,0	30,0	28,5
2 x pszenica jara 2 x spring wheat	12,4	12,9	12,6	26,6	32,0	29,3
3 x pszenica jara 3 x spring wheat	12,9	12,4	12,6	29,0	28,4	28,7
Średnio Mean	12,6	12,9	—	27,9	31,6	—
NIR; LSD ($p = 0,05$)						
Pomiędzy przedplonami Between forecrops			0,41			3,1
Pomiędzy pielęgnowaniem Between care systems			0,16			1,8
* Pielęgnowanie mechaniczne * Mechanical care						
** Pielęgnowanie chemiczne ** Chemical care						

Najwięcej białka stwierdzono w ziarnie pszenicy uprawianej w stanowisku po grochu siewnym (13,1%) oraz po ziemniaku (12,9%). Istotnie najniższą wartość tej cechy stwierdzono w stanowisku po sobie, w odniesieniu do stanowiska po grochu i ziemniaku. Chemiczne środki ochrony roślin istotnie (o 0,3%) zwiększały zawartość białka ogółem, w odniesieniu do pielęgnowania mechanicznego. Z literatury tematu wynika, że z czynników agrotechnicznych najbardziej zwiększających zawartość białka w ziarnie jest nawożenie azotem. Natomiast duży udział zbóż w płodozmianie, zwiększona gęstość siewu, a nawet chemiczna ochrona roślin w małym stopniu wpływają na tę cechę (Brzozowska i in., 1997; Rachóń, 2001). Wyjątek stanowią herbicydy sulfonylomocznikowe, a także niektóre fungicydy, po zastosowaniu których stwierdzono wzrost zawartości białka w ziarnie (Makarska, 1990; Kozaczenko, 1994; Banaszkiewicz i in., 1996).

Podobnie do zawartości białka w ziarnie kształtowała się zawartość glutenu mokrego (tab. 1). Duży udział tego składnika w białku pozwala sądzić o dużej wartości wypiekowej ziarna. W stanowisku po grochu siewnym zawartość glutenu wynosiła 32,2% i była istotnie większa niż w stanowisku po 1 i 3-krotnej uprawie po sobie. Stosowane w pszenicy jarej chemiczne środki ochrony roślin istotnie zwiększały o 3,7% zawartość glutenu mokrego w białku.

Wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego istotnie zależała od stanowiska, w którym wysiewano pszenicę jarą (tab. 2). Badana cecha istotnie najmniejszą wartość osiągnęła w pszenicy, którą 3-krotnie wysiewano po sobie, w porównaniu do stanowiska po ziemniaku i grochu siewnym.

Tabela 2

Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego i liczba opadania pszenicy jarej
Sedimentation value and falling number of spring wheat

Przedplon Forecrop	Wskaźnik sedymentacji (ml) Sedimentation value (ml)			Liczba opadania (s) Falling number (s)		
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean
Ziemniak Potato	40,5	42,5	41,5	290	326	308
Groch siewny Pea	41,5	41,0	41,2	310	300	305
Pszenica jara Spring wheat	37,0	38,0	37,5	300	339	320
2 x pszenica jara 2 x spring wheat	38,0	39,5	38,8	284	318	301
3 x pszenica jara 3 x spring wheat	32,0	37,0	34,5	292	320	306
Średnio Mean	37,8	39,6	—	295	320	—
NIR; LSD (p = 0,05)						
Pomiędzy przedplonami Between forecrops			6,1			r.n.
Pomiędzy pielęgnowaniem Between care systems			r.n.			r.n.

Liczba opadania Hagberga jest miarą aktywności alfa-amylazy. W ziarnie porośniętym wartość tej cechy jest mniejsza niż w ziarnie o małej aktywności alfa-amylazy. W prowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnych różnic między porównywanymi obiektami, zaś wartości tego wskaźnika były znacznie większe od świadczących o porastaniu (tab. 2).

Wyrównanie ziarna istotnie zależało od stanowiska, w którym wysiewano pszenicę jara (tab. 3). W prowadzonych badaniach najbardziej wyrównane ziarno stwierdzono w stanowisku po ziemniaku (90,2%), natomiast istotnie mniej wyrównane (75,9%) w stanowisku po 3-krotnej uprawie po sobie. Chemiczne środki ochrony roślin nie różnicowały wartości badanej cechy.

Tabela 3

Wyrównanie i gęstość ziarna w pszenicy jarej
Grain uniformity and test weight of spring wheat

Przedplon Forecrop	Wyrównanie ziarna (%) Grain uniformity (%)			Gęstość ziarna (kg·hl ⁻¹) Test weight (kg·hl ⁻¹)		
	a*	b**	średnio mean	a	b	średnio mean
Ziemniak Potato	91,5	89,0	90,2	79,1	78,8	78,9
Groch siewny Pea	88,4	86,4	87,4	77,8	77,6	77,7
Pszenica jara Spring wheat	84,3	88,4	86,4	78,1	78,6	78,4
2 x pszenica jara 2 x spring wheat	89,8	88,4	89,1	78,6	78,9	78,8
3 x pszenica jara 3 x spring wheat	72,4	79,4	75,9	73,0	72,5	72,8
Średnio Mean	86,5	86,3	—	77,3	77,3	—
NIR; LSD (p = 0,05)						
Pomiędzy przedplonami Between forecrops			11,0			r.n.
Pomiędzy pielęgnowaniem Between care systems			r.n.			r.n.

Gęstość ziarna decyduje o wartości przemiałowej. Duża wartość tej cechy prognozuje wysoki plon mąki, zaś mała świadczy o pomarszczeniu ziarna i słabym wykształceniu bielma. W badaniach własnych gęstości ziarna nie różnicowały czynniki doświadczenia, chociaż stwierdzono mniejszą jej wartość w stanowisku po 3-krotnej uprawie po sobie (tab. 3).

Z analizy korelacji wynika, że między badanymi parametrami jakościowymi pszenicy istnieją ściśle zależności (tab. 4). Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy jest dodatnio skorelowana z zawartością glutenu mokrego ($r = 0,94$) i wartością wskaźnika sedymentacji ($r = 0,72$), natomiast ujemnie z liczbą opadania ($r = -0,49$). Podobne zależności między tymi cechami stwierdził również Rachoń (2001). Warto także wskazać, że gluten mokry jest dodatnio skorelowany ze wskaźnikiem sedymentacji ($r = 0,73$) i ujemnie z liczbą opadania ($r = -0,40$), zaś gęstość ziarna jest dodatnio skorelowana z wyrównaniem.

Tabela 4

Współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy jarej
Simple correlation (r) coefficient for the analyzed features of spring wheat

Wyszczególnienie Specification	Białko ogółem Total protein	Gluten mokry Wet gluten	Wskaźnik sedymantacji Sedimentation value	Liczba opadania Falling number	Wyrównanie ziarna Grain uniformity	Gęstość ziarna Test weight
Białko ogółem Total protein	1,00					
Gluten mokry Wet gluten	0,94	1,00				
Wskaźnik sedymantacji Sedimentation value	0,72	0,73	1,00			
Liczba opadania Falling number	-0,49	-0,40	-0,17	1,00		
Wyrównanie ziarna Grain uniformity	0,31	0,39	0,87	-0,01	1,00	
Gęstość ziarna Test weight	0,15	0,26	0,78	0,14	0,98	1,00

WNIOSKI

1. Badane przedplony różnicowały więcej cech jakościowych ziarna pszenicy jarej niż sposoby pielęgnowania roślin.
2. Uprawa pszenicy jarej w stanowisku po grochu siewnym i ziemniaku istotnie zwiększała zawartość białka ogółem w ziarnie o 0,5–0,7%, glutenu mokrego o 3,5–3,7%, wyrównanie ziarna o 14,3% oraz wartość wskaźnika sedymantacji Zeleny'ego o 6,7–7,0 ml, w odniesieniu do stanowiska, w którym pszenicę wysiewano 1, 2 lub 3-krotnie po sobie.
3. Chemiczne środki ochrony roślin istotnie zwiększały zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy jarej o 0,3% i glutenu mokrego o 3,7%, w stosunku do obiektów pielęgnowanych mechanicznie.

LITERATURA

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. Biul. IHAR 193: 29 — 34.
- Banaszkiewicz T., Murawa D., Wicha J. 1996. Działanie herbicydów sulfonylomocznikowych i flusilazolu w pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 1: 52 — 60.
- Berecz K., Bara-Herczegh O., Ragasits I. 1996. Quantitative and compositional changes in wheat flour proteins as an effect of nitrogen fertilization. *Book of abstracts, 4th ESA-congress. The Netherlands, vol. I:* 332 — 333.
- Blecharczyk A., Pudełko J., Spitalniak J. 1999. Reakcja pszenicy ozimej na sposoby uprawy roli w zależności od przedplonu i nawożenia azotowego. *Folia Univ. Agricul. Stetinensis, Agricultura* 74: 163 — 170.
- Błażej J. 1999. Porównanie produktywności zdrowych roślin pszenicy ozimej i z objawami zgorzeli podstawy żdźbła. *Mat. konf. nt. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości płodów rolnych”*. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW” Warszawa: 28 — 32.
- Brzozowska I., Brzozowski J., Jastrzębska M. 1997. Wpływ zabiegów ochronnych i ochronno-nawozowych na plonowanie, zawartość i jakość białka ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 2: 32 — 39.

- Czembor H.J. 1999. Osiągnięcia w hodowli zbóż w Polsce i postęp odmianowy. Pam. Puł., 114: 41 — 55.
- Dziki D., Laskowski J. 2002. Wpływ nawożenia azotowego pszenicy na właściwości reologiczne ciasta. Mat. XXXIII Sesji Nauk. Kom. Techn. i Chem. Żywności PAN nt. „Nauka o żywności osiągnięcia i perspektywy”. Lublin: 68.
- Johansson E., Prieto-Linde M. L., Jonsson J. O. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. Cereal Chemistry 78: 19 — 25.
- Kisiel M. 1999. Zapotrzebowanie krajowe na ziarno zbóż o różnych kierunkach użytkowania. Pam. Puł. 114: 167 — 175.
- Kozaczenco H. 1994. Skuteczność kilku herbicydów nowej generacji stosowanych w pszenicy jarej. Fragm. Agron. 2: 25 — 29.
- Makarska E. 1990. Wpływ herbicydów na jakość ziarna odmian pszenicy jarej. Fragm. Agron. 4: 93 — 100.
- Mazurek J., Kuś J. 1991. Wpływ nawożenia azotem, terminu i ilości wysiewu na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy jarej uprawianej po różnych przedplonach. Część I. Biul. IHAR 177: 123 — 136.
- Michalski T. 1997. Zdrowotność i plonowanie pszenżyta jarego i pszenicy w zależności od sposobów ochrony roślin. Zesz. Nauk AR w Szczecinie, 175, Rolnictwo 65: 283 — 287.
- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* desf.). Rozpr. Nauk. 248, AR w Lublinie.
- Rozbicki J. 1999. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. Mat. konf. nt. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych.” Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa: 13 — 27.
- Struik P. C., Bonciarelli F. 1997. Resource use at the cropping system level. Eur. J. Agron. 7: 133 — 143.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z., Grundas S. 1995. Wstępna ocena jakości ziarna pszenicy twardej w warunkach Lubelszczyzny. Biul. IHAR 194: 149 — 154.
- Tahsein A. M. Ameen 1989. Wpływ różnych czynników na porażenie korzeni i podstawy źdźbła pszenicy przez *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* i grzyby z rodzaju *Fusarium*. Post. Nauk Rol. 4/5/6: 29 — 40.
- Vereijken J. M., Klostermann V. L. C., Beckers F. H. R., Spekking W. T. J., Gravelde A., Sherry P. R., Tacham A. S. 2000. Wheat gluten. Proceeding of the 7th International Workshop Gluten 2000. Royal Society of Chemistry, Cambridge: 421 — 424.
- Wooding A. R., Kavale S., MacRitchie F., Stoddard F. L., Wallace A. 2000. Effects of nitrogen and sulfur fertilizer on protein composition, mixing requirements, and dough strength of four wheat cultivars. Cereal Chemistry 77: 798 — 807.
- Woźniak A. 2001 a. Studia nad plonowaniem, zachwaszczeniem i zdrowotnością pszenżyta jarego, pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego w płodozmianach i krótkotrwałej monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny. Rozpr. Nauk. 247, AR w Lublinie.
- Woźniak A. 2001 b. Zawartość i plon białka ogółem w ziarnie pszenżyta jarego, pszenicy jarej i jęczmienia jarego w płodozmianach i monokulturze. Biul. IHAR 217: 87 — 93.

ANDRZEJ WOŹNIAKKatedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna

The influence of different spring wheat in crop rotation on yield and quality of grain

Przedstawiono plon i jakość ziarna pszenicy jarej w zależności od jej udziału w zmianowaniu. Wykazano, że zwiększony udział pszenicy jarej w zmianowaniu do 75 i 100% istotnie obniżał plon ziarna, w odniesieniu do zmianowania z 25% i 50% udziałem pszenicy. Zniżka ta powodowana była głównie mniejszą obsadą kłosów na 1 m², masą ziarna z kłosa oraz masą 1000 ziaren. Drugim czynnikiem doświadczenia były sposoby pielęgnowania roślin. Wykazano, że chemiczne środki ochrony roślin zmniejszały o 6,0% straty plonu ziarna pszenicy jarej, w porównaniu z obiektami bez pestycydów. Uprawa pszenicy jarej w monokulturze obniżała zawartość białka ogółem i glutenu mokrego w ziarnie, w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy). Zmniejszeniu uległa również wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego, a także gęstość i wyrównanie ziarna, w odniesieniu do zmianowań A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy).

Słowa kluczowe: cechy jakościowe ziarna, elementy struktury plonu, plon ziarna, pszenica jara, sposoby pielęgnowania, zmianowanie roślin

The experiment with rotation systems for spring wheat was conducted at the Agricultural Experimental Station in Uhrusk in the years 2000–2002. It was set performed in four replications in plots 10 x 3.75 m and arranged using the randomized blocks design. The grey-brown rendzina soil consisting of light loam and weak sandy was classified as a very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations, with varying proportions of spring wheat (25, 50, 75, 100%), and two plant care systems: basic (harrowing) and intensive (harrowing, herbicides, fungicides). The grain yield of spring wheat, var. Eta, was affected by both weather conditions in the years of studies and the rotation and plant care systems. Spring wheat cultivation in monoculture decreased the grain yield by 36% as compared with the crop rotations at 25–50% of wheat. The application of pesticides increased the grain yield by 6.0% when compared to the basic treatment. Spring wheat cultivation in monoculture decreased the content of total protein in grain, wet gluten, sedimentation value, test weight and grain uniformity in comparison to crop rotation A (25% of wheat) and B (50% of wheat).

Key words: care systems, crop rotation, elements of yield structure, grain yield, monoculture, spring wheat, quality of grain

WSTĘP

Uprawa pszenicy w zmianowaniach wysycanych zbożami prowadzi do zmniejszenia plonu ziarna i pogorszenia jego jakości technologicznej. Przyczyną tego jest porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła oraz wzrost zachwaszczenia (Hollins i in., 1986; Pawłowski i Wesołowski, 1986; Gawrońska-Kulesza i Roszak, 1987; Woźniak, 2000, 2001 b). Agrofagi te wpływają niekorzystnie na wzrost i rozwój zbóż już od wczesnych faz rozwojowych. W rezultacie zmniejszeniu ulega produktywność łanu, obsada źdźbeł i kłosów na 1 m², liczba i masa ziaren w kłosie, dorodność ziarna, a także zawartość białka (Pawłowski i Deryło, 1991; Woźniak, 2001 a, 2002). Stosowane w tych warunkach chemiczne środki ochrony roślin oraz zwiększone nawożenie mineralne tylko w niewielkim stopniu przeciwdziałała niżkom plonu oraz spadkowi jego jakości (Brzozowska i in., 1997; Ścigalska, 1997; Wesołowski i Woźniak, 1998).

Celem badań była określenie plonowania pszenicy jarej i wybranych parametrów jakości ziarna w zależności od jej udziału w zmianowaniu i sposobu pielęgnowania roślin.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie płodozmianowe założono w 1997 roku w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do AR w Lublinie. Prezentowane w pracy wyniki zebrano w latach 2000–2002. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Doświadczenie prowadzono metodą losowanych podbloków w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m².

Schemat doświadczenia uwzględniał następujące czynniki:

I. Zmianowania z udziałem pszenicy jarej:

- A — 25% pszenicy (ziemniak — owies siewny — groch siewny — pszenica jara),
- B — 50% pszenicy (ziemniak — pszenica jara — groch siewny — pszenica jara),
- C — 75% pszenicy (ziemniak — pszenica jara — pszenica jara — pszenica jara),
- D — 100% pszenicy (monokultura).

II. Sposób pielęgnowania zasiewów:

- pielęgnowanie podstawowe,
- pielęgnowanie intensywne.

Pielęgnowanie podstawowe polegało na bronowaniu zasiewów na początku fazy krzewienia i 2 tygodnie później. W pielęgnowaniu intensywnym, oprócz bronowania, dodatkowo chemicznie niszczone chwasty oraz stosowano chemiczne środki ochrony roślin przed chorobami grzybowymi i szkodnikami. Do siewu wykorzystano ziarno zaprawione preparatem Raxil 02 DS. Do niszczenia chwastów zastosowano mieszaninę herbicydów Chwastox D (5 l·ha⁻¹) i Puma (1 l·ha⁻¹) w fazie krzewienia się pszenicy. W pełni strzelania w źdźbło stosowano retardant Terpal C 420 SL w ilości 2 l·ha⁻¹. Występowanie chorób podsuszkowych ograniczano stosując w fazie krzewienia Alert 375 SC (1 l·ha⁻¹), natomiast pod koniec kłoszenia się zbóż przeciw chorobom liści i kłosa Tilt CB 37,5 (1 kg·ha⁻¹).

Uprawa roli pod poszczególne gatunki roślin była typowa dla systemu płużnego. Siew pszenicy jarej, odmiany Eta, przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 550 ziaren na 1 m². Nawożenie fosforowe (60 kg P₂O₅) i potasowe (100 kg K₂O na 1 ha) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej, natomiast azotowe wiosną w dwóch terminach — przed siewem (50 kg·ha⁻¹) oraz w fazie strzelania w źdźbło (30 kg·ha⁻¹).

W pracy przedstawiono cechy wynikowe: plon ziarna, liczbę kłosów, liczbę i masę ziaren w kłosie oraz dorodność ziarna (MTZ). Ponadto program badań obejmował ocenę jakościową ziarna: zawartość białka ogółem (%), glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml), liczbę opadania (sekundy), gęstość ziarna (kg·hl⁻¹) oraz wyrównanie ziarna (masa ziarna pozostającego na sitach o wymiarach oczek 2,5 mm × 25 mm do masy przesianego ziarna wyrażona w %). Oznaczenie zawartości białka, glutenu oraz wskaźnik sedymentacyjny wykonano na urządzeniu Inframatic, gęstość ziarna zgodnie z normą PN-73R-74007, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, zaś liczbę opadania PN-ISO3093. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, a różnice między średnimi obiektowymi oszacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

Przebieg warunków pogodowych w latach badań, zwłaszcza w zakresie opadów atmosferycznych, nie sprzyjał dobremu plonowaniu pszenicy jarej. Niedostatek opadów (w maju 2001 r. i 2002 r.) lub ich nadmiar i nierównomierny rozkład (w lipcu 2000 i 2001) zmniejszał krzewienie produkcyjne, a w późniejszym okresie obsadę kłosów na jednostce powierzchni i liczbę ziaren w kłosie. Z kolei okresy posuchy w czerwcu i lipcu 2002 roku korzystnie wpływały na zawartość białka i glutenu mokrego w ziarnie, liczbę opadania oraz wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ziarna pszenicy jarej istotnie zależał od jej udziału w zmianowaniu oraz sposobu pielęgnowania roślin (tab. 1). Największą obniżkę plonu stwierdzono w monokulturze i zmianowaniu C (75% pszenicy), w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy). W monokulturze zmniejszała ta w odniesieniu do zmianowań A i B wynosiła 1,89–1,91 t·ha⁻¹ (ponad 36%). Również w zmianowaniu C plon ziarna był niższy niż w zmianowaniach A i B o 0,79–0,81 t·ha⁻¹ (ponad 15%), lecz istotnie wyższy niż w monokulturze o 1,1 t·ha⁻¹ (25,2%). Zastosowane w pszenicy chemiczne środki ochrony roślin zmniejszyły o 0,27 t·ha⁻¹ straty plonu wywołane przez agrofagi, w stosunku do obiektów pielęgnowanych wyłącznie mechanicznie (pielęgnowanie podstawowe).

Uprawa pszenicy jarej w monokulturze istotnie zmniejszała wartości elementów struktury plonu, w stosunku do uprawy w zmianowaniach (tab. 2–5). Obsada kłosów na 1 m² zmniejszyła się o 17,7% (90,7 kłosów na 1 m²), w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy), masa ziarna z kłosa o 16,3–26,7%, w odniesieniu do zmianowań A–C, zaś masa 1000 ziaren była mniejsza o 15,3–17,3% niż w zmianowaniach A i B. Jedynie liczba ziaren w kłosie w małym stopniu zależała od systemu następstwa roślin.

Tabela 1

Plon ziarna pszenicy jarej w t·ha⁻¹ (średnio w latach 2000–2002)
The yield of grain of spring wheat in t·ha⁻¹ (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	4,98	4,86	4,32	3,22	4,35
	skrajne extreme	4,60–5,70	4,08–5,40	3,96–4,62	2,38–4,00	
Intensywne Intensive	średnie mean	5,37	5,44	4,40	3,31	4,63
	skrajne extreme	4,78–6,50	4,62–6,12	4,16–5,20	2,44–4,15	
Średnie Mean		5,17	5,15	4,36	3,26	—
Skrajne Extreme		4,60–6,50	4,08–6,12	3,86–5,20	2,38–4,15	—
CV(%)*		8,9	10,3	5,9	15,3	

NIR — LSD (p = 0,05):
 pomiędzy zmianowaniami
 between crop rotations — 0,50
 pomiędzy sposobami pielęgnowania
 between care systems — 0,30
 zmianowanie × sposób pielęgnowania
 crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Tabela 2

Obsada kłosów pszenicy jarej na 1 m² (średnio w latach 2000–2002)
Spring wheat heads per 1 m² (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	496,4	490,5	454,1	422,1	465,8
	skrajne extreme	463–522	451–537	415–517	363–500	363–537
Intensywne Intensive	średnie mean	525,4	492,8	495,1	418,2	482,9
	skrajne extreme	471–625	443–542	450–569	341–532	341–625
Średnie Mean		510,9	491,6	474,6	420,2	—
Skrajne Extreme		463–625	443–542	415–569	341–532	—
CV(%)*		6,9	5,9	8,1	10,8	

NIR — LSD (p = 0,05):
 pomiędzy zmianowaniami
 between crop rotation — 77,0
 pomiędzy sposobami pielęgnowania
 between care systems — r.n.
 zmianowanie × sposób pielęgnowania
 crop rotations × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Jak wiadomo, cecha ta determinowana jest czynnikami odmianowymi oraz przebiegiem pogody, zwłaszcza niedoborem lub nadmiarem opadów w fenofazach strzelanie w źdźbło — kwitnienie. W miejscu badań niedobór opadów wystąpił w maju 2001 roku, w którym spadło zaledwie 23,2 mm deszczu (średnia wieloletnia 57,2 mm), natomiast znaczny nadmiar w czerwcu (114,3 mm) i lipcu (141,3 mm) omawianego roku. Również w lipcu 2000 roku spadło dwukrotnie więcej opadów niż w okresie wieloletnim. Jak podaje Grabarczyk (1983) za Klattem, optymalne opady dla pszenicy jarej wynoszą w maju 65 mm, w czerwcu 70 mm, zaś w lipcu 60 mm. Z analizy współczynników zmienności (CV%) wynika, że liczba ziaren w kłosie w większym stopniu zależała od zmienności warunków pogodowych niż następstwa roślin (tab. 4). Świadczą o tym zbliżone wartości tego współczynnika we wszystkich zmianowaniach (10,1–11,6%). W odniesieniu do innych cech wartość współczynnika zmienności wynosiła: dla plonu ziarna 5,9–15,3%; obsady kłosów na 1 m² 5,9–10,8%; masy ziarna z kłosa 6,6–9,0%; masy 1000 ziaren 8,3–13,9% (tab. 1–3 i 5).

Tabela 3

Masa ziarna z kłosa pszenicy jarej w g (średnio z lat 2000–2002)
Weight of grains per head of spring wheat in g (mean from 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	1,00	0,99	0,95	0,76	0,92
	skrajne extreme	0,91–1,11	0,84–1,09	0,87–1,11	0,65–0,90	0,65–1,11
Intensywne Intensive	średnie mean	1,02	1,10	0,89	0,79	0,95
	skrajne extreme	0,85–1,19	0,98–1,23	0,80–0,98	0,66–0,93	0,66–1,23
Średnie Mean		1,01	1,05	0,92	0,77	—
Skrajne Extreme		0,85–1,19	0,84–1,23	0,80–1,11	0,65–0,93	—
CV(%)*		7,9	9,0	8,5	6,6	

NIR — LSD (p = 0,05):
 pomiędzy zmianowaniami
 between crop rotations — 0,10
 pomiędzy sposobami pielęgnowania
 between care systems — r.n.
 zmianowanie × sposób pielęgnowania
 crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Chemiczne środki ochrony roślin zastosowane w pszenicy jarej na poletkach pielęgnowanych intensywnie istotnie zwiększały masę 1000 ziaren, w stosunku do obiektów pielęgnowanych podstawowo (tab. 5). Środki te wpływały również korzystnie na obsadę kłosów na 1 m² i masę ziarna z kłosa, chociaż nie udowodniono tego statystycznie (tab. 2, 3).

Tabela 4

Liczba ziaren w kłosie pszenicy jarej (średnio w latach 2000–2002)
Number of grains per head of spring wheat (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	26,4	26,5	27,7	24,5	26,3
	skrajne extreme	20,5–29,8	23,0–30,4	21,9–34,7	22,2–30,1	20,5–34,7
Intensywne Intensive	średnie mean	27,2	28,6	24,5	23,6	26,0
	skrajne extreme	23,9–32,9	25,2–35,9	20,2–29,8	19,9–30,7	19,9–35,9
Średnie Mean		26,8	27,6	26,1	24,1	—
Skrajne Extreme		20,5–32,9	23,0–35,9	20,2–34,7	19,9–30,7	—
CV(%)*		11,1	11,4	11,6	10,1	

NIR — LSD (p = 0,05):

między zmianowaniami

between crop rotations — r.n.

między sposobami pielęgnowania

between care systems — r.n.

zmianowanie × sposób pielęgnowania

crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Tabela 5

Masa 1000 ziaren pszenicy jarej w g (średnio w latach 2000–2002)
Weight of 1000 grains of spring wheat in g (mean for 2000–2002)

Sposób pielęgnowania Care system	Rodzaj wartości Value sort	Udział pszenicy w zmianowaniu Wheat part in crop rotation				Średnio Mean
		A — 25%	B — 50%	C — 75%	D — 100%	
Podstawowe Basic	średnie mean	38,6	37,7	35,1	31,1	35,6
	skrajne extreme	33,1–49,7	33,5–43,0	31,4–39,6	29,1–34,2	29,1–49,7
Intensywne Intensive	średnie mean	38,7	37,9	36,0	32,9	36,4
	skrajne extreme	33,4–45,5	32,9–43,1	31,9–44,6	30,2–38,0	30,2–45,5
Średnie Mean		38,7	37,8	35,5	32,0	—
Skrajne Extreme		33,1–49,7	32,9–43,1	31,4–44,6	29,1–38,0	—
CV(%)*		13,9	10,1	11,4	8,3	

NIR — LSD (p = 0,05):

między zmianowaniami

between crop rotations — 5,4

między sposobami pielęgnowania

between care systems — 2,3

zmianowanie × sposób pielęgnowania

crop rotation × care system — r.n.

*CV (%) — Współczynnik zmienności

*CV (%) — Coefficient of variation

Zależności między plonem ziarna i elementami jego struktury przedstawiają współczynniki korelacji (tab. 6). Wynika z nich, że plon ziarna jest istotnie skorelowany z liczbą kłosów na 1 m² ($r = 0,87$), masą ziarna z kłosa ($r = 0,80$) i masą 1000 ziaren ($r = 0,70$). Ujemne korelacje wystąpiły między liczbą ziaren w kłosie i masą 1000 ziaren ($r = -0,55$). Wyniki te są zgodne z przedstawionymi w literaturze (Woźniak, 2000; Rachon, 2001).

Tabela 6

Współczynniki korelacji (r) między badanymi cechami pszenicy jarej
Simple correlation coefficient (r) for particular features of spring wheat

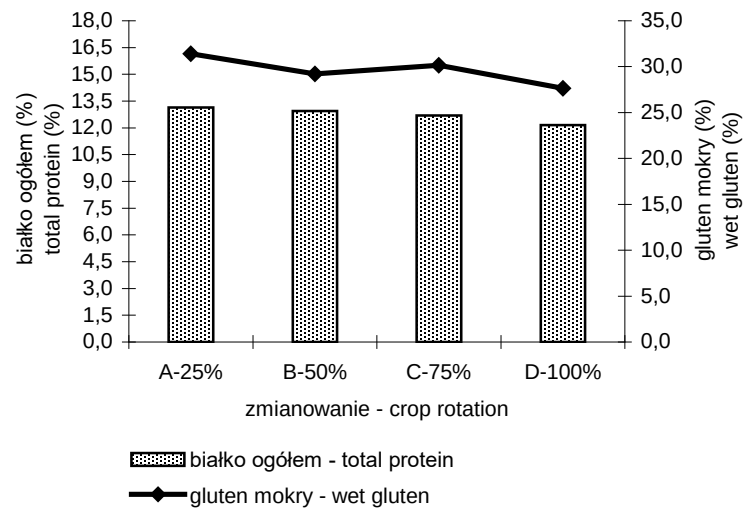
Wyszczególnienie Specification	Plon ziarna Yield of grain	Liczba kłosów (1 m ²) Number of heads (1 m ²)	Masa ziarna z kłosa Weight of grains per head	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per head	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grain
Plon ziarna Yield of grain	1				
Liczba kłosów (1 m ²) Number of heads (1 m ²)	0,87*	1			
Masa ziarna z kłosa Weight of grains per head	0,80*	0,41	1		
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per head	0,22	-0,44	0,26	1	
Masa 1000 ziaren Weight 1000 grain	0,70*	0,51	0,41	-0,55*	1

* Istotne współczynniki korelacji ($p = 0,05$)

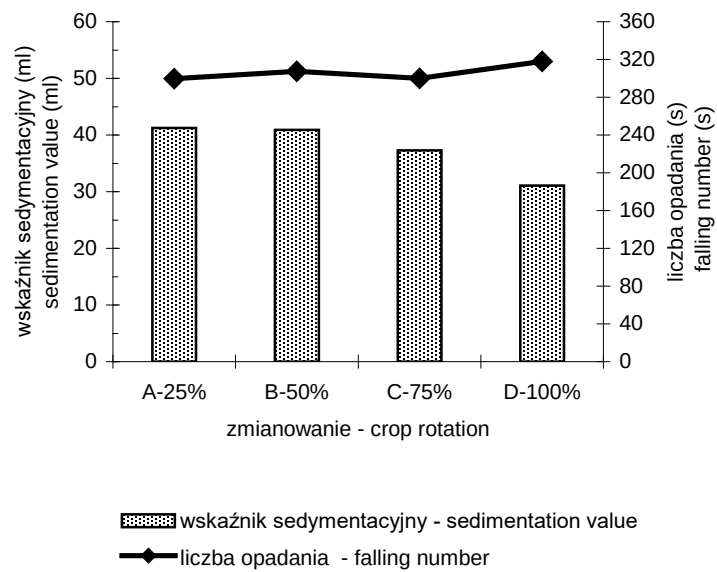
* Significant correlation coefficient ($p = 0,05$)

W omawianych badaniach chemiczne środki ochrony roślin nie wpływały istotnie na cechy jakościowe ziarna, chociaż stwierdzono korzystne ich działanie na niektóre parametry. Ponieważ nie udowodniono tego statystycznie, w pracy przedstawiono jedynie średnie wartości obiektywne (rys. 1–3).

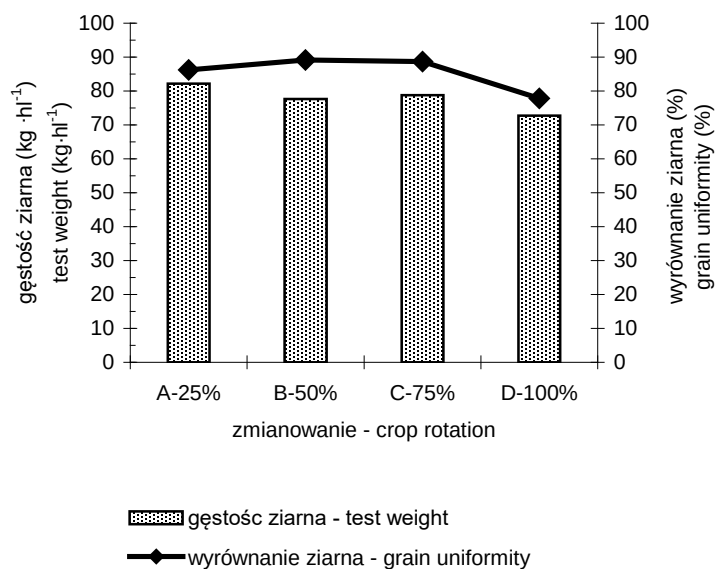
Uprawa pszenicy jarej w monokulturze zmniejszała wartości badanych cech jakościowych ziarna. Zmniejszeniu o 1,0% uległa zawartość białka ogółem w ziarnie oraz o 3,7% glutenu mokrego, w stosunku do zmianowania A (rys. 1). W badaniach Cacak-Pietrzak i wsp. (2002) dotyczących krajowych odmian pszenicy jarej średnia zawartość glutenu mokrego wynosiła powyżej 30%, a więc odpowiadała zawartości ze zmianowań A–C i była wyższa niż w monokulturze. W badaniach Rachonia (2001) zawartość białka i glutenu w pszenicy jarej zależała od poziomu nawożenia azotem. Wysokie dawki azotu istotnie zwiększały zawartość białka ogółem i glutenu mokrego w ziarnie. Znalazło to potwierdzenie także w innych publikacjach (Achremowicz i in., 1995; Dziki i Laskowski, 2002). Z literatury tematu wynika, że na zawartość białka w ziarnie pszenicy oraz jego jakość istotnie wpływa przebieg warunków pogodowych, a zwłaszcza rozkład opadów. Okresy posuchy w czerwcu i lipcu zwiększały zawartość białka i glutenu w ziarnie (Rudnicki, 1998; Rudnicki i wsp. 1999; Rozbicki, 1999). Podobne zależności stwierdzono również w niniejszych badaniach. Wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego w zmianowaniach A–C wynosiła od 37,3 do 41,2 ml i była istotnie wyższa niż w monokulturze (31,1 ml) (rys. 2).



Rys. 1. Zawartość białka ogółem (w s.m.) i glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej
Fig. 1. Total protein (in d.m.) and gluten content in grains of spring wheat



Rys. 2. Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego i liczba opadania pszenicy jarej
Fig. 2. Zeleny's sedimentation value and falling number of spring wheat



Rys. 3. Gęstość i wyrównanie ziarna pszenicy jarej
Fig. 3. Test weight and grain uniformity of spring wheat

W badaniach nad pszenicą jara, w tym omawianą odmianą Eta, wskaźnik ten zawierał się w przedziale od 32 do 47 ml (Cacak-Pietrzak i in., 2002). Uprawa pszenicy jarej w monokulturze zmniejszała także gęstość ziarna o 11,4% oraz jego wyrównanie o 8,4%, w odniesieniu do zmianowań A i B (rys. 3). Z badanych cech jakościowych ziarna jedynie liczba opadania nie zależała od udziału pszenicy w zmianowaniu (rys. 2).

WNIOSKI

1. Uprawa pszenicy jarej w monokulturze obniża plon ziarna o ponad 36%, w stosunku do zmianowania A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy). Przyczyną tej obniżki była mniejsza obsada kłosów na 1 m², masa ziarna z kłosa oraz masa 1000 ziaren.
2. Chemiczne środki ochrony roślin zmniejszały o 6,0% straty plonu ziarna pszenicy jarej, w stosunku do obiektów pielęgnowanych podstawowo.
3. Uprawa pszenicy jarej w monokulturze zmniejsza zawartość białka ogółem w ziarnie, glutenu mokrego, wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego, a także gęstość i wyrównanie ziarna, w odniesieniu do zmianowania A (25% pszenicy) i B (50% pszenicy).

LITERATURA

- Achremowicz B., Borkowska H., Styk B., Grundas S. 1995. Wpływ nawożenia azotowego na jakość glutenu pszenicy. Biul. IHAR, 193: 29 — 34.
- Brzozowska I., Brzozowski J., Jastrzębska M. 1997. Wpływ zabiegów ochronno-nawozowych na plonowanie, zawartość i jakość białka ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.*, 2: 32 — 39.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., Torba J. 2002. Wartość wypiekowa krajowych odmian pszenicy jarej. *Mat. XXXIII Sesji Nauk. Kom. Techn. i Chem. Żywności PAN nt. „Nauka o żywności osiągnięcia i perspektywy”*. Lublin: 55.
- Dziki D., Laskowski J. 2002. Wpływ nawożenia azotowego pszenicy na właściwości reologiczne ciasta. *Mat. XXXIII Sesji Nauk. Kom. Techn. i Chem. Żywności PAN „Nauka o żywności osiągnięcia i perspektywy”*. Lublin: 68.
- Gawrońska-Kulesza A., Roszak W. 1987. Plonowanie, zdrowotność i zachwaszczenie roślin uprawianych w zmianowaniu tradycyjnym i uproszczonym. *Rocz. Nauk Rol.*, ser. A., t. 106, z. 3: 45 — 64.
- Grabarczyk S. 1983. Ulepszenie i zagospodarowanie siedliska rolniczego. W: *Podstawy agrotechniki*. W. Niewiadomski (red.), Warszawa, PWRiL.
- Hollins T. W., Scott P. R., Gregory R. S. 1986. The relative resistance of wheat, rye and triticale to take-all caused by *Gaeumannomyces graminis*. *Plant Pathology*, 35: 93 — 100.
- Pawłowski F., Wesołowski M. 1986: Studia nad plonowaniem i zachwaszczeniem roślin w monokulturze. Cz. V. Pszenica ozima. *Annales UMCS, sect. E, vol. 41*: 9 — 21.
- Pawłowski F., Deryło źródnicowanego. 1991. Wpływ źródnicowanego pielęgnowania na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy jarej. *Rocz. Nauk Roln. ser. A*, 108, 3: 9 — 19.
- Rachoń L. 2001. Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (*Triticum durum* desf.). *Rozpr. Nauk.* 248, wyd. AR w Lublinie.
- Rozbicki J. 1999. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. *Mat. Konf. nt. „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”*. Wyd. Fund. „Rozwój SGGW” Warszawa: 13 — 27.
- Rudnicki F. 1998. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy w Polsce. *Mat. Konf. „Biologia plonowania, agrotechnika i wykorzystanie ziarna pszenicy”*. IUNG Puławy: 51 — 64.
- Rudnicki F., Jaskulski D., Dębowski G. 1999. Reakcja odmian pszenicy jarej na termin siewu i nawożenie azotem w warunkach posusznych. *Rocz. Nauk Roln. ser. A*, 114, 3-4: 97 — 107.
- Ścigalska B. 1997. Plonowanie pszenżyta jarego w pięcioletniej monokulturze i w płodozmianie. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rol*, 175, 65: 457 — 461.
- Wesołowski M., Woźniak A. 1998. Produkcyjność roślin w dwóch członach zmianowań na glebie wytworzonej z piasku. *Annales UMCS, sect. E, vol. 53*: 13 — 18.
- Woźniak A. 2000. Plonowanie pszenicy jarej i pszenżyta jarego w płodozmianie i monokulturze. *Biul. IHAR* 215: 81 — 90.
- Woźniak A. 2001 a. Zawartość i plon białka ogółem w ziarnie pszenżyta jarego, pszenicy jarej i jęczmienia jarego w płodozmianach i monokulturze. *Biul. IHAR*, 217: 87 — 93.
- Woźniak A. 2001 b. Studia nad plonowaniem, zachwaszczeniem i zdrowotnością pszenżyta jarego, pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego w płodozmianach i krótkotrwałej monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny. *Rozprawy naukowe AR w Lublinie*, z. 247: 1 — 127.
- Woźniak A. 2002. Produkcyjność pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze. *Biul. IHAR* 221: 27 — 34.

MAŁGORZATA GRUDKOWSKA¹**BARBARA ZAGDAŃSKA**^{1,2}**ZBIGNIEW RYBKA**¹¹ Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin IHAR w Radzikowie² Katedra Biochemii SGGW

Odporność pszenicy jarej na suszę glebową w fazie kłoszenia

Tolerance of spring wheat to soil drought at a heading phase

Rośliny dziesięciu odmian pszenicy jarej poddano działaniu suszy glebowej w fazie kłoszenia aż do osiągnięcia około 50% deficytu wodnego w liściu flagowym. Wykazano, że badane odmiany różniły się zdolnością zarówno do unikania, jak i tolerowania odwodnienia. Najwyższą zdolnością do unikania odwodnienia charakteryzowała się odmiana Torka, zaś najmniejszą odmiana Broma. Susza przyspieszyła kwitnienie większości odmian. Obniżenie masy ziaren (o 34%) oraz liczby ziaren z kłosa (o 44%) przyczyniło się do redukcji plonu (o 71%). Największa redukcja dotyczyła ziaren czwartorzędowych (90%), natomiast najmniejsza — pierwszo- i drugorzędowych (33%). Przeprowadzone doświadczenia pozwoliły na wyodrębnienie odmian odpornych, średnio wrażliwych i wrażliwych na suszę glebową w fazie kłoszenia.

Słowa kluczowe: deficyt wodny, plon, pszenica jara (*Triticum aestivum* L.), susza glebowa

Plants of ten cultivars of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) were subjected to soil drought at the heading phase until 50% of water deficit in flag leaves was attained. It has been shown that investigated cultivars differ in their ability to escape dehydration as well as to tolerate dehydration. The highest ability to escape dehydration was developed by cv. Torka, whereas the lowest one was found in cv. Broma. Soil drought enhanced flowering phase in most of the cultivars. The decreased grain weight (by about 34%) and number of grains per spike (by about 44%) resulted in reduction of grain yield (by about 71%). The strongest reduction of grain number has been observed in the florets of 4th order, whereas the lowest one was found in the flowers of the first and second orders. The experiments allowed dividing investigated cultivars into groups of resistant, medium resistant and cultivars susceptible to drought.

Key words: water deficit, grain yield, water stress, spring wheat (*Triticum aestivum* L.), soil drought

WSTĘP

Postęp w hodowli zbóż, szczególnie w latach siedemdziesiątych, został osiągnięty dzięki wprowadzeniu genów karłowatości do nowo tworzonych odmian. Przyczyniło się to do zwiększenia współczynnika plonowania rolniczego, ale jedynie optymalne warunki

uprawy zapewniały najwyższy plon (Richards, 2000). Niestety, wraz z uzyskaną zdolnością do zwiększenia plonu rolniczego zmniejszyła się odporność na niekorzystne warunki środowiska (Araus i in., 2002).

O przeżyciu roślin w warunkach suszy decydują dwa typy odporności: zdolność do unikania odwodnienia i zdolność do tolerowania suszy lub jej skutków (Levitt, 1980; Kacperska, 1991). Unikanie odwodnienia przez rośliny polega na utrzymywaniu wysokiego potencjału wodnego w tkankach mimo niskiego potencjału wodnego otoczenia poprzez ograniczanie strat wody (zamknięcie aparatów szparkowych) lub szybkie pobieranie wody i przewodzenie jej do pędu. Plon roślin nie ulega obniżeniu, jeśli roślina potrafi zabezpieczyć się przed utratą wody przez wykształcenie większej masy korzeni, dłuższych korzeni lub zwiększenie przepuszczalności korzeni dla wody (Blum, 1988). Tolerowanie odwodnienia polega na zdolności rośliny do znoszenia skutków niedoboru wody albo na zdolności do naprawy uszkodzeń powstałych wskutek odwodnienia. W poszczególnych gatunkach występuje zazwyczaj jeden typ odporności, drugi zaś działa uzupełniająco. Wśród odmian pszenicy stwierdzono przewagę odporności polegającej na unikaniu odwodnienia (Levitt, 1980). Wiadomo również, że wrażliwość na suszę może zmieniać się wraz ze wzrostem i stadium rozwojowym (Wardlaw, 1971; Sullivan, 1972; Levitt, 1980; Blum, 1988). Nasze wcześniejsze badania (Zagdańska i Pacanowska 1979 a) wykazały, że odmiany odporne na suszę w czasie strzelania w źdźbło nie wykazywały wysokiej odporności podczas kłoszenia. Stwierdzono także, że na poziom odporności może wpływać także rejon uprawy i warunki pogodowe w sezonie wegetacyjnym — nie zawsze wytworzenie ziarna w warunkach deficytu wody zwiększa odporność pszenicy jarej w okresie wschodów (Zagdańska i Pacanowska, 1979 b). Badania Wiśniewskiego i Zagdańskiej (2001) wykazały także, że zdolność pszenicy jarej do zwiększenia odporności (aklimatyzacja) pod wpływem wcześniej występującej suszy jest cechą odmianową. Wszystko to powoduje, że problemy hodowli zbóż ukierunkowanej na uzyskanie form odpornych na suszę są złożone.

Występowanie suszy glebowej jest jednym z najtrudniej przewidywalnych czynników środowiska. Niedobór wody może pojawić się w różnym okresie wegetacji roślin, a jego natężenie i czas trwania jest trudny do przewidzenia. W ciągu ostatnich lat w Polsce najostrzejsza susza glebowa wystąpiła w roku 1988 i 1992, a plony pszenicy jarej obniżyły się średnio o 17 do 30%. Przyczyną tak poważnego obniżenia plonowania w roku 1988 była susza w okresie wschodów trwająca do strzelania w źdźbło, podczas gdy w 1992 r. susza w okresie krzewienia i strzelania w źdźbło, a także niedobór opadów w późniejszym okresie spowodował skrócenie okresu dojrzewania ziarna (Behnke i in., 1988, 1992).

Kryteria i metody stosowane w ocenie odporności na suszę zostały szeroko omówione zarówno w monografiach (Levitt, 1980; Blum, 1988) jak i pracach przeglądowych (Kacperska, 1991; Zagdańska, 1992). Nadal jednak brak jest powszechnie akceptowanej metody oceny odporności w aspekcie produktywności roślin. Jeżeli jedynym kryterium odporności na suszę jest wysokość plonu ziarna to należy pamiętać, że wysokość tego plonu jest wynikiem interakcji genotypu z różnymi czynnikami środowiska występującymi w trakcie całego okresu wegetacyjnego. Jedynie prowadzenie badań w warunkach kontrolowanych umożliwia wyeliminowanie wpływu innych czynników środowiska

i ograniczenie trwania suszy glebowej do ściśle określonej fazy rozwoju. Dlatego przyjęcie wielkości spadku plonu rolniczego wytworzonego w warunkach polowych jako jedynego kryterium odporności na suszę może prowadzić do błędnych wniosków (Blum, 1988; Kacperska, 1991).

Celem obecnych badań było porównanie odporności dziesięciu odmian pszenicy jarej (wskazanych przez hodowców) na suszę glebową zastosowaną w fazie kłoszenia, tj. fazie, w której często w warunkach Polski pojawiają się niedobory wody w glebie. Przebadano wpływ suszy glebowej na komponenty plonu, tj. liczbę kłosków, w tym liczbę kłosków płodnych, liczbę kwiatów w kłosach i liczbę zawiązywanych ziarniaków oraz masę pojedynczego ziarniaka. Doświadczenie przeprowadzone zostało w kamerach klimatyzowanych, aby czynniki środowiska mogły być kontrolowane.

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny

Doświadczenia przeprowadzono na dziesięciu odmianach pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.): Zebra, Vinjett (Hodowla Roślin Danko), Żura, Jasna, Opatka i Hena (Hodowla Roślin Rolniczych „Nasiona Kobierzyc”), Nawra i Torka (Hodowla Roślin Strzelce, oddział Kończewice), Griwa (Poznańska Hodowla Roślin, SHR Nagradowice) i Broma (Kujawska Hodowla Roślin).

Warunki wzrostu i rozwoju

Doświadczenie prowadzono w wazonach Wagnera napełnionych glebą (warstwa orna) i piaskiem w stosunku wagowym 7:2. Do wazonów wysadzono po piętnaście roślin w sześciu powtórzeniach każdej z badanych odmian. W ciągu czterdziestu dwóch dni wzrostu w kamerze KTLK 20000 (prod. niemieckiej) utrzymywano temperaturę 18°C w dzień i 14°C w nocy, przy 16-godzinnym fotoperiodzie, natężeniu światła ok. 115 $\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ wilgotności względnej powietrza 70–80%. Następne dziesięć dni wzrostu przebiegało w temperaturze 20°C w dzień i 16°C w nocy. Po tym okresie podwyższono temperaturę do 22°C i utrzymywano przez sześćdziesiąt dni, aż do momentu zbioru. W okresie wegetacji roślin zastosowano nawożenie (w przeliczeniu na wazon): azotanem amonu (206 g), fosforanem potasu (86 g), siarczanem magnezu (51 g), siarczanem potasu (129 g) oraz mikroelementami (wg Hoaglanda). Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% KPW aż do dojrzałości mleczej (seria kontrolna).

Rośliny dziesięciu odmian pszenicy poddano działaniu suszy glebowej w fazie kłoszenia (KD 53), tj. kiedy kłos był widoczny w jednej czwartej (Kozodój, 1994). Suszę wywoływano poprzez zaprzestanie podlewania aż do osiągnięcia ok. 50% deficytu wodnego w liściu flagowym. Fazy wzrostu określano według skali Zadoksa (Kozodój, 1994). Do analiz rozwojowych pobierano po dziesięć roślin każdej z odmian, do analizy plonu — 50 roślin każdej z odmian; wyniki podano jako średnią z wyliczeniem odchylenia standardowego.

Oznaczenie deficytu wody

Deficyt wodny tkanki oznaczono metodą Stockera (1929) na odciętym od rośliny liściu flagowym. Uwadnianie odciętego liścia do pełnego turgoru prowadzono w ciemności przez

24 godz. w kamerze wysyczonej parą wodną w temperaturze 20–22°C. Do pomiarów pobierano każdorazowo po dwa liście w sześciu powtórzeniach. Wielkość deficytu wodnego wyliczono ze wzoru:

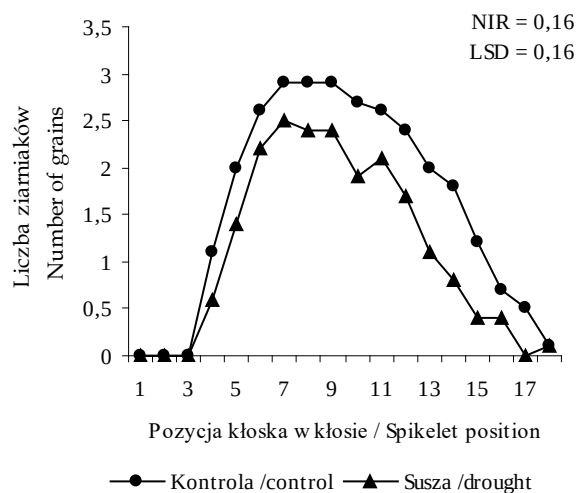
$$WSD = \frac{(\text{zawartość wody przy pełnym turgorze} - \text{aktualna zawartość wody w tkance})}{(\text{zawartość wody przy pełnym turgorze} - \text{sucha masa tkanki})} \times 100\%$$

WYNIKI

Po zaprzestaniu podlewania wazonów porównywalny deficyt wodny w liściu flagowym (50% WSD) najszybciej osiągnęła odmiana Broma (6 dni), a najwolniej Torka (11 dni). Dla pozostałych odmian susza glebowa trwała od 7 dni (Jasna, Nawra, Vinjett, Zebra), 8 dni (Hena, Opatka, Żura) do 9 dni (Griwa). Wyniki te wskazują, że mechanizm obronny, jakim jest unikanie odwodnienia, działał najskuteczniej w liściu flagowym odmiany Torka, natomiast zdolność do unikania odwodnienia najsłabiej była rozwinięta u odmiany Broma.

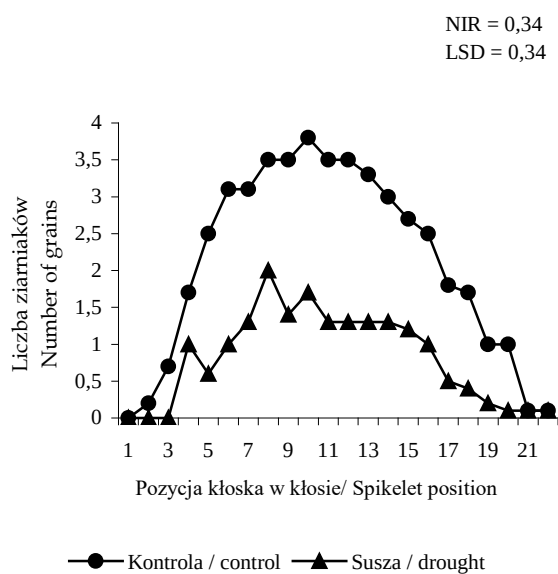
Jednym z zaobserwowanych skutków suszy glebowej było przyspieszenie kwitnienia o jeden (odm. Vinjett) do pięciu dni (odm. Żura), z wyjątkiem odmiany Torka, która opóźniła kwitnienie o 5 dni. Odmiany Jasna i Opatka weszły w fazę kwitnienia w tym samym czasie co rośliny kontrolne (nawadniane do optymalnego poziomu wilgotności gleby przez cały okres wegetacji).

Susza w fazie kłoszenia nie wpłynęła na ograniczenie liczby kłosek w kłosie (średnia dla dziesięciu odmian wyniosła $18,6 \pm 0,33$), natomiast zmniejszeniu uległa liczba kłosek płodnych (średnia dla kontroli $14,9 \pm 0,48$, średnia dla suszy $10,5 \pm 0,54$). Największą redukcją kłosek płodnych, a co za tym idzie liczby ziarniaków, odznaczała się odmiana Broma (redukcja o 11 ziarniaków), Opatka (o 10), Torka (o 9), zaś najmniejszą Nawra (o 6) oraz Vinjett (o 6). Przeprowadzona analiza rozmieszczenia ziaren w zależności od ich pozycji w kłosie w roślinach kontrolnych jak i poddanych suszy glebowej wykazała, że u odmian odpornych (na przykładzie odmiany Jasna) odnotowano tylko nieznaczny spadek liczby ziaren w obrębie kłosa (rys. 1 a), a w kłosach roślin wrażliwych (na przykładzie odmiany Opatka) obniżenie liczby ziaren niezależnie od pozycji kłosa było bardziej widoczne (rys. 1 b). Największa redukcja objęła kwiaty lub ziarniaki czwartorzędowe, natomiast mniejsza ziarniaki drugo- i pierwszorzędowe (rys. 2). Zaobserwowano, że liczba ziarniaków w kłosach odmian Griwa, Torka i Hena obniżyła się na skutek redukcji liczby ziarniaków trzecio- i czwartorzędowych, a nawet drugorzędowych. W kłosach pozostałych odmian redukcja ziarniaków poszczególnych rzędów była dość równomierna (rys. 2). W warunkach kontrolnych badane odmiany plonowały na poziomie 1,73 g ziarna z rośliny (Vinjett) do 2,96 g (Opatka). Susza w fazie kłoszenia (DC 53) wpłynęła na zmniejszenie plonu ziarna z 2,2 g do 0,63 g na roślinę, czyli o ok. 71% (średnia z 10 odmian, tab. 1). Najwyższy plon wydała odmiana Jasna (1,16 g ziarna z rośliny), a najniższy (0,12 g ziarna z rośliny) odmiana Torka (tab. 1).



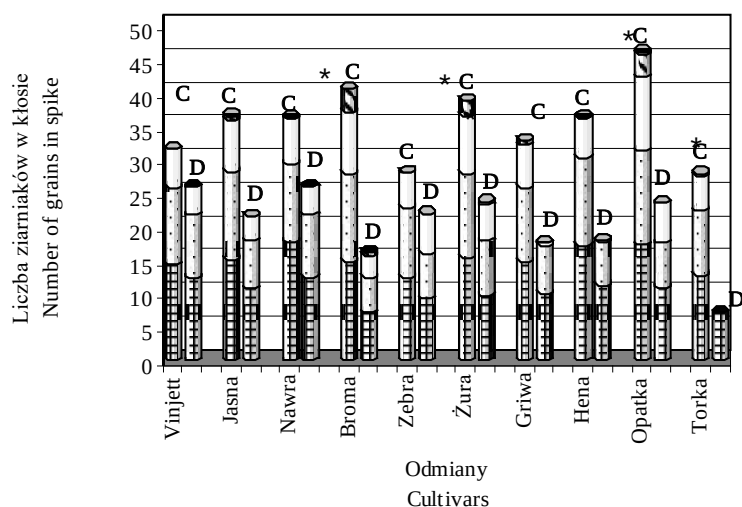
Rys. 1 a. Wpływ suszy na rozmieszczenie ziarniaków w poszczególnych kłoskach kłosa odmiany Jasna (kłoski liczone od dołu kłosa)

Fig. 1 a. Effect of drought on distribution of grains in a spike of cv. Jasna (spikes numbered from the base to the top of spike)



Rys. 1 b. Wpływ suszy na rozmieszczenie ziarniaków w poszczególnych kłoskach kłosa odmiany Opatka (kłoski liczone od dołu kłosa)

Fig. 1 b. Effect of drought on distribution of grains in a spike of cv. Opatka (spikes numbered from the base to the top of spike)



C- Kontrola (control) D- Susza (drought)

■ 1 rzędowych / 1° order ▨ 2 rzędowych / 2° order ▩ 3 rzędowych / 3° order
 ▤ 4 rzędowych / 4° order ▦ 5 rzędowych / 5° order

* Różnice istotne przy $p = 0,05$ / * Significant at $p = 0.05$

Rys. 2. Wpływ suszy na liczbę ziarniaków z kłosa pędu głównego
Fig. 2. Effect of drought on a number of grains in the main stem spike

Tabela 1

Wpływ suszy na plon ziarna z kłosa pędu głównego oraz z pojedynczej rośliny
Effect of soil drought on grain yield from the main stem spike and from spikes of a single plant

Odmiana Cultivar	Plon z kłosa pędu głównego (g) Yield from main stem spike			Plon z rośliny (g) Yield from single plant		
	kontrola control	susza drought	%	kontrola control	susza drought	%
Vinjett	1,26± 0,092	0,65± 0,108	48	1,73± 0,099	0,95± 0,109	45
Jasna	1,48± 0,014	0,69± 0,024	53	2,50± 0,107	1,16± 0,070	53
Nawra	1,58± 0,187	0,90± 0,098	43	2,19± 0,103	0,94± 0,098	57
Broma	1,30± 0,041	0,56± 0,072	57	2,28± 0,058	0,84± 0,074	63
Zebra	1,61± 0,013	0,71± 0,034	56	2,06± 0,018	0,71± 0,034	65
Żura	1,62± 0,015	0,72± 0,047	55	2,27± 0,039	0,76± 0,047	67
Griwa	1,39± 0,040	0,34± 0,019	75	1,95± 0,187	0,34± 0,019	83
Hena	1,66± 0,032	0,22± 0,065	86	2,41± 0,121	0,22± 0,065	90
Opatka	1,88± 0,048	0,28± 0,023	85	2,96± 0,058	0,28± 0,023	90
Torka	1,25± 0,033	0,12± 0,018	91	1,83± 0,033	0,12± 0,018	93

Wyniki są średnimi z 50 pomiarów ± SD

The results are means from 50 measurements ± SD

Jeśli za podstawę odporności na suszę przyjąć wielkość obniżenia plonu ziarna w stosunku do plonu roślin kontrolnych, to badane odmiany pszenicy można podzielić na trzy grupy. Do grupy odpornych na suszę zaliczyć można odmiany Jasna, Nawra i Vinjett (dwukrotny spadek plonu), odmiany średnio wrażliwe to Broma, Zebra, Żura i Griwa (obniżenie plonu wahało się w przedziale 3–5 razy), natomiast odmiany nieodporne na suszę, dla których zanotowano ponad 10-krotny spadek plonu, to Opatka, Hena i Torka (tab. 1).

DYSKUSJA

Z analizy przebiegu odwadniania roślin pszenicy poprzez zaprzestanie podlewania wynika, że doprowadzenie liścia flagowego różnych odmian pszenicy jarej do jednakowego deficytu wody (około 50% WSD) może, w zależności od odmiany, trwać nawet dwukrotnie dłużej (6 dni dla odmiany Broma i 11 dni dla odmiany Torka). Taki wynik wskazuje na wysokie zdolności odmiany Torka do unikania odwodnienia. Jednocześnie odmiana Torka jako jedyna spośród badanych odmian znacznie opóźniła kwitnienie. Zgodnie z badaniami Ekanayake i wsp. (1989) taki wynik świadczy o słabych zdolnościach aklimatyzacyjnych odmiany, czego odzwierciedleniem jest obniżenie plonu o ponad 90%. Rośliny odmiany Broma, która najslabiej unikała odwodnienia, przyspieszyły kwitnienie o 2 dni, a obniżka plonu wyniosła tylko 60%. Takie wyniki sugerują, że uruchomienie mechanizmu obronnego w postaci unikania odwodnienia wydaje się nie mieć znacznego wpływu na wysokość plonu wytworzonego w warunkach suszy.

Rośliny zbożowe są szczególnie wrażliwe na niedobór wody w fazie pojawiania się kłosa (Oosterhuis i Cartwright, 1983). Obserwowane skutki działania suszy glebowej w tej fazie rozwoju są często nieodwracalne i nie mogą być kompensowane przez optymalne zaopatrzenie w wodę w późniejszych fazach wzrostu (Oosterhuis i Cartwright, 1983). Znaczne obniżenie liczby kłosków płodnych w kłosie i obumieranie kwiatów w terminalnej i bazalnej części kłosów pod wpływem suszy w fazie kłoszenia można tłumaczyć indukowaną przez deficyt wody męską sterility (Morgan, 1980; Saini i Aspinall, 1981).

Obniżenie suchej masy ziarniaków spowodowane było najprawdopodobniej obniżoną intensywnością fotosyntezy i przyspieszonym starzeniem liścia flagowego w okresie nalewania ziarniaków (Hsiao i in., 1976). Bieżąca asymilacja CO₂ jest bowiem odpowiedzialna za wytworzenie około 60–80% suchej masy ziarniaków (Gharti-Chhetri i Lales, 1990), a pozostałe 20–40% pochodzi z wycofywania rezerw z obumierających części roślin.

W przypadku odmian najlepiej plonujących w warunkach suszy (Vinjett, Jasna i Nawra) redukcja liczby ziarniaków była znacznie silniejsza (o 34–46%) niż obniżenie masy pojedynczego ziarniaka (o 10–22%). Wyniki te wskazują, że zahamowanie fotosyntezy było przejściowe i po podlaniu roślin zaopatrzenie w asymilaty było niewiele gorsze, niż w roślinach rosnących w optymalnych warunkach wilgotności gleby. W przypadku roślin wrażliwych na suszę zarówno redukcja liczby ziarniaków (o 58–78%) jak i obniżenie suchej masy pojedynczego ziarniaka (o 56–66%) były znacznie większe.

Rośliny tych odmian prawdopodobnie nie potrafiły zregenerować aktywności aparatu fotosyntetycznego, a także przynajmniej częściowo, zrekompensować redukcji plonu z pędu głównego plonem z pędów bocznych (dane niepublikowane).

Przedstawione wyniki wskazują, że jeżeli za kryterium odporności przyjąć wielkość obniżenia plonu w stosunku do plonu roślin kontrolnych, albo wyłącznie wysokość plonu wytworzonego w warunkach suszy, to uszeregowanie odmian pod względem odporności na suszę pozostaje praktycznie takie samo. Można zatem wnioskować, że o wielkości plonu rolniczego współcześnie uprawianych odmian pszenicy decyduje zdolność roślin do tolerowania odwodnienia, zaś zdolność do unikania odwodnienia nie ma praktycznego znaczenia. Zdolność roślin do unikania odwodnienia nabiera znaczenia w warunkach niewielkich lub krótkotrwałych niedoborów wody w glebie i może być wystarczającym mechanizmem dla utrzymania stosunkowo wysokiego plonu rolniczego (Blum, 1996; Araus i in., 2002).

Wydaje się, że wielkość plonu rolniczego odmian pszenicy jarej, uzyskanego przy porównywalnym deficycie wody, jest znacznie lepszym kryterium odporności na suszę niż wielkość określona na podstawie doświadczeń polegających na poddaniu roślin suszy glebowej o jednakowym czasie trwania (w ten sposób bada się głównie zdolność do unikania suszy). Proponowana przez nas metoda, aczkolwiek bardziej pracochłonna i kosztowna, wydaje się być jedyną przydatną w praktyce hodowlanej, skoro żadna z proponowanych do tej pory metod opartych na porównywaniu cech fizjologicznych, biochemicznych czy molekularnych na różnym poziomie organizacji rośliny nie wykazała znaczącej zależności i powtarzalności z wysokością plonu rolniczego wytworzonego w warunkach polowych (Richards, 1996 a; Araus i in., 2002).

LITERATURA

- Araus J. L., Slafer G. A., Reynolds M. P., Royo C. 2002. Plant breeding and drought in C_3 cereals: what should we breed for? *Ann. Bot.* 89: 925 — 940.
- Behnke M., Kaczyński L., Lewandowska B., Zych J. 1988. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Zboża jare. COBORU, Słupia Wielka.
- Behnke M., Kaczyński L., Lewandowska B., Zych J. 1992. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Zboża jare. COBORU, Słupia Wielka.
- Blum A. 1988. *Plant Breeding for Stress Environments*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Ekanayake I. J., de Datta S. K., Steponkus P. L. 1989. Spikelet sterility and flowering response of rice to water stress at anthesis. *Ann. Bot.* 63: 257 — 264.
- Gharti-Chhetri G. B., Lales J. S. 1990. Effect of drought on yield and yield components of nine spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivars at reproductive stage under tropical environmental conditions. *Belg. J. Bot.* 123: 19 — 26.
- Hsiao T. C., Fereres E., Acevedo E., Henderson D. W. 1976. Water stress and dynamics of growth and yield of crop plants. W: *Water and Plant Life: Problems and Modern Approaches*, Lange i in. (eds). Springer Verlag, Berlin
- Kacperska A. 1991. Odporność roślin na stresowe abiotyczne czynniki środowiska i metody jej oceny. *Post. Nauk Roln.* 1/2, 21 — 32.
- Kozdój J. 1994. Wzrost i rozwój rośliny zbożowej – badania botaniczne a praktyka rolnicza. *Biul. IHAR* 192: 3 — 21.
- Levitt J. 1980. *Plant Responses to Environmental Stresses*. Academic Press, New York.

- Morgan J. M. 1980. Possible role of abscisic acid in reducing seed set in water stressed wheat plants. *Nature* 285: 655 — 657.
- Oosterhuis D. M., Cartwright P. M. 1983. Spike differentiation and floret survival in semidwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. *Crop Sci* 23: 711 — 717.
- Richards R. A. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Exp. Bot.* 51: 447 — 458.
- Saini H. S., Aspinall D. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ann. Bot.* 43: 623 — 633.
- Stocker O. 1929. Das Wasserdefizit von Gefässpflanzen in verschiedenen Klimazonen. *Planta* 7: 382 — 387.
- Sullivan C. Y. 1972. Technique for measuring plant drought stress. W: *Drought Injury and Resistance in Crop*. K. L., Larson, Eastin J. D. (eds). 1–19. Madison, Wisconsin, American Society of Plant Physiologists.
- Wardlaw J. F. 1971. The early stages of grain development in wheat response to water stress in a single variety. *Aust. J. Biol. Sci* 24: 1047 — 1055.
- Wiśniewski K., Zagdańska B. 2001. Genotype-dependent proteolytic response of spring wheat to water deficiency. *J. Exp. Bot.* 1455 — 1463.
- Zagdańska B. 1992. Fizjologiczne kryteria odporności roślin na suszę. *Biul. IHAR* 183: 11 — 19.
- Zagdańska B., Pacanowska A. 1979 a. Dehydration tolerance of spring wheat and its relation to plant growth and productivity under soil drought conditions. *Biol. Plant.* 21: 452 — 461.
- Zagdańska B., Pacanowska A. 1979b. Dehydration tolerance in spring wheat seeds. *Biol. Plant.* 21: 462 — 467.

PODZIĘKOWANIE

Autorzy składają serdeczne podziękowania dr. Januszowi Kozdójowi za cenną pomoc przy preparatyce kłosów i opracowaniu wyników.

JACEK WAGA

Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kraków

Zmienność niektórych frakcji ω -gliadyn a zawartość białka ogółem w potomstwie orkiszu i odmiany Elena

Variability of some ω -gliadins and grain protein content in spelt and cultivar Elena hybrid genotypes

Zawartość białka jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na właściwości wypiekowe odmian pszenicy. Trzy grupy linii — rekombinantów orkiszu i odmiany Elena badano w latach: 2000, 2001 i 2002 celem określenia związku pomiędzy spektrum elektroforetycznym białek gliadynowych, a procentową zawartością białka ogółem. Linie różniły się między sobą pod względem ω -gliadyn kodowanych chromosomem 1B. W badanych materiałach zidentyfikowano dwa alleliczne bloki białkowe: *Gli B1-6* (typ orkiszu) oraz *Gli B1-1* (typ Eleny), a także dwie pojedyncze frakcje białkowe: S2 (typ orkiszu) i E2 (typ Eleny). Na podstawie analizy wariancji wykazano, że poziom białka ogółem w liniach zawierających gliadyny orkiszu (*Gli B1-6/S2*) był istotnie wyższy niż w liniach zawierających frakcje gliadyn typowe dla Eleny (*Gli B1-1/E2*). Rekombinanty łączące gliadyny orkiszu i Eleny (*Gli B1-6/E2*) charakteryzowały się pośrednimi, jednakże istotnie różnymi od typów rodzicielskich, wartościami analizowanej cechy użytkowej. Uzyskane wyniki sugerują istnienie związku między procentową zawartością białka ogółem, a zmiennością ω -gliadyn. Potwierdzenie wykazanych zależności na szerszym materiale roślinnym pozwoli wykorzystać zidentyfikowane frakcje gliadyn w charakterze markerów biochemicznych podwyższonej zawartości białka w ziarnie pszenicy.

Słowa kluczowe: analiza elektroforetyczna, białka gliadynowe, orkisz, procentowa zawartość białka ogółem

Grain protein content is one of the most important factors influencing baking quality of wheat cultivars. Three groups of recombinant lines developed from a cross between spelt and cultivar Elena were investigated in the years 2000, 2001 and 2002 to determine relationships between gliadin electrophoretic spectra and grain protein content. The lines differed in gliadins coded by the chromosome 1B. Two gliadin blocks: *Gli B1-6* (spelt type) and *Gli B1-1* (Elena type), as well as two individual gliadin bands: S2 (spelt type) i E2 (Elena type) were identified among the analysed genotypes. Analysis of variance proved that protein content of spelt type genotypes (*Gli B1-6/S2*) was significantly higher than that of Elena type genotypes (*Gli B1-1/E2*). Recombinant lines that combined spelt and Elena gliadin proteins (*Gli B1-6/E2*) were characterized by intermediate, but significantly different from parental forms, levels of protein content. The results suggest the existence of the relationships between grain protein content and variability of ω -gliadin subunits. It may be assumed

that confirmation of these relationships will make possible to utilize, in the future, the identified gliadin proteins as biochemical markers to reveal the enhanced content of grain protein.

Key words: electrophoretic analysis, gliadins, grain protein content, spelt

WSTĘP

Orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) zajmuje szczególną pozycję wśród znanych gatunków pszenicy. W świetle rozpowszechnionej opinii jest on uznawany za formę o lepszych — w porównaniu z odmianami uprawnymi pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*) — właściwościach odżywczych i zdrowotnych. Niestety, potencjał plonowania orkisz jest zbyt niski, a właściwości wypiekowe mąki (pomimo dużej zawartości glutenu) — zbyt słabe by mógł on skutecznie konkurować z pszenicą zwyczajną w uprawie na szeroką skalę. Ponadto szereg innych, ważnych cech użytkowych orkisz ma charakter prymitywny. Przykładowo, jego ziarno jest trudno wymłacalne, a osadka kłosa krucha i łamliwa (Campbell, 1997).

Niemniej jednak pewne korzystne cechy użytkowe orkisz powinny zwrócić uwagę hodowców. Szczególnie interesującą jest wysoka procentowa zawartość białka w ziarnie (PZB). Badania prowadzone od szeregu lat w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Krakowie (ZRZb IHAR) wykazały, że wartość tego wskaźnika jakości technologicznej orkisz waha się od 18 do 20% i znacznie przewyższa PZB w innych, porównywanych formach pszenicy. Także doniesienia literatury potwierdzają, że orkisz może być źródłem cennych genów odpowiedzialnych za wysoki poziom białka w ziarniakach (Piergiovanni i in., 1996; Ranhortra i in., 1996). Wydaje się więc, że ich przeniesienie do odmian uprawnych pszenicy zwyczajnej może w sposób istotny przyczynić się do poprawy właściwości technologicznych.

Procentowa zawartość białka ogółem jest jednym z najważniejszych wskaźników jakościowych decydującym o właściwościach wypiekowych mąki z ziarna pszenicy. W sensie genetycznym zawartość białka jest typową cechą ilościową. Dokładna liczba loci kodujących tę cechę nie została dotychczas określona, wiadomo jednak, że są one zlokalizowane na niemal wszystkich chromosomach należących do trzech grup homeologicznych genomu pszenicy heksaploidalnej (Joppa i in., 1997). Badania linii substytucyjnych "Langdon" — *T. turgidum* L. var. *dicoccoides* wykazały obecność genów odpowiadających za podwyższony poziom białka w ziarnie na chromosomach 2A, 3A, 6A, 5B i 6B (Joppa i Cantrell, 1990). Co najmniej jeden taki gen jest zlokalizowany na chromosomie 1B (Stein, 1992). Metodą analizy loci cech ilościowych (QTL) udowodniono, że locus na krótszym ramieniu chromosomu 6B pszenicy tetraploidalnej w największym stopniu decyduje o podwyższeniu wartości PZB (Chee i in., 2001). Po wprowadzeniu do pszenicy heksaploidalnej ten sam locus również podwyższa wartość cechy jednak w znacznie mniejszym stopniu niż w pszenicy tetraploidalnej, co świadczy o modyfikującym wpływie tła genetycznego na ekspresję genów warunkujących zawartość białka (Mesfin i in., 1999).

Odziedziczalność PZB jest niewielka i w znacznym stopniu uzależniona od zmienności warunków środowiskowych (Kadłubiec, 1993; Khan i in., 1989; Lonc i in., 1989). To

znacznie utrudnia selekcję korzystnych genotypów. Jednym ze sposobów rozwiązania tego problemu jest identyfikacja markerów genów wysokiej zawartości białka pozwalających zwiększyć jej efektywność.

We wcześniejszych pracach realizowanych w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR obserwowano podwyższoną zawartość białka w liniach, do których drogą kombinacji krzyżowań wprowadzono specyficzne frakcje białek prolaminowych, zaliczanych do grupy ω -gliadyn (Waga i in., 2002). Białka te są kodowane genami zlokalizowanymi na krótszym ramieniu chromosomu *1B* (*locus Gli B1*). Sugeruje to, że w bliskim sąsiedztwie *Gli B1* mogą znajdować się również niektóre geny odpowiedzialne za PZB, co przemawia za możliwością wykorzystania zidentyfikowanych gliadyn jako markerów ułatwiających selekcję genotypów wysokobiałkowych.

Celem niniejszej pracy było stwierdzenie statystycznej zależności pomiędzy specyficznymi dla orkisz białkami należącymi do grupy ω -gliadyn, a podwyższoną wartością wskaźnika PZB w trzech grupach rekombinantów wyprowadzonych z potomstwa orkisz i odmiany Elena, które badano na przestrzeni trzech lat.

MATERIAŁ I METODY

Material roślinny

Materiał wyjściowy stanowiły pojedynki roślinne uzyskane z jednej linii pokolenia F_5 pochodzącej z kombinacji krzyżowań orkisz (odmiana Oberkummler Rotkorn) i pszenicy zwyczajnej (odmiany Elena). Potomstwo tych dwóch form pszenicy było przedmiotem odrębnych badań genetyczno-hodowlanych realizowanych w ZRZb IHAR. Rośliny wybranej linii były niemal identyczne jak chodzi o wysokość i pokrój, różniły się natomiast kolorem kłosa. Część z nich była koloru czerwono-brązowego (cecha orkisz) pozostałe jasno-żółtego (cecha odmiany Elena). Wstępne badania laboratoryjne roślin "czerwonych" i "żółtych" wykazały także różnice pod względem procentowej zawartości białka ogółem i obrazu elektroforetycznego frakcji białek zapasowych zlokalizowanych w strefie ω -gliadyn (prolaminy I). Na podstawie analizy elektroforetycznej z populacji wyjściowej wybrano 37 pojedynków roślinnych. Po ich rozmnożeniu uzyskano 37 linii. Przyjmując zaobserwowane różnice jako kryterium podziału wyodrębniono wśród nich 3 grupy: A, B i C. Grupy A i C liczyły po 15, natomiast grupa C-7 roślin.

Kłosa pojedynków roślinnych linii A i B były koloru "czerwonego", natomiast rośliny z grupy C "jasnożółtego". Jest to konsekwencją sprzężenia (około 2 cM) pomiędzy *locus Gli B1* (kodującym ω -gliadyny różnicujące obie grupy badanych linii), a genem *Rg* warunkującym czerwoną barwę kłosa (Waga, 2002).

Doświadczenia polowe

Uzyskane linie badano przez trzy kolejne lata: 2000, 2001 i 2002. Ziarniaki każdej linii wysiewano co 5 cm w dwóch rzędkach długości 1 m w rozstawie co 30 cm. Na początku, w środku i na końcu pasa wysiewano po dwa rzędkie form rodzicielskich. W każdym roku badań doświadczenie prowadzono w trzech powtórzeniach.

Nawożenie azotem, fosforem i potasem prowadzono zgodnie z tabelą nawożenia Agrochem 1993/94 zmodyfikowaną dla potrzeb pola doświadczalnego ZRZb IHAR.

Dawki NPK w pierwszym roku badań wynosiły odpowiednio: 90, 100 i 100 kg/ha, a w dwóch pozostałych latach: 70, 120 i 120 kg/ha. Z każdej linii zbierano po około 20 roślin.

Analizy elektroforetyczne

Białka gliadynowe analizowano metodą elektroforezy na żelu poliakrylamidowym w środowisku kwaśnym buforu mleczanowo-glinowego pH = 3,1 (A PAGE) według standardowej metody opisanej w literaturze (Bushuk i Zillman, 1978).

Gluteniny wysokocząsteczkowe analizowano metodą elektroforezy zasadowej z dodatkiem soli sodowej siarczanu dodecyłu (SDS PAGE) (Laemmli, 1972).

Obie frakcje białek zapasowych ekstrahowano z pojedynczych ziarniaków (około 10 ziarniaków dla każdej zebranej rośliny) celem określenia czystości genetycznej badanych linii. Ziarno jednolite pod względem obrazu elektroforetycznego łączono w obrębie linii, określano dla nich wartości PZB, a w dalszej kolejności przeznaczano do wysiewu.

Analizowano po 10 ziarniaków dla każdej zebranej rośliny. Rośliny jednolite pod względem obrazów elektroforetycznych łączono, a ich ziarno przeznaczano do badań na zawartość białka oraz do wysiewu.

Określenie procentowej zawartości białka ogółem

Procentową zawartość białka ogółem w ziarnie zebranych linii określono metodą spektrofotometryczną w bliskiej podczerwieni (NIR) z wykorzystaniem analizatora Infratec model 1255 firmy Tecator.

Analiza wariancji

Istotność zróżnicowania średnich wartości białka ogółem w trzech grupach badanych mieszańców określono na podstawie standardowej analizy wariancji. Zmienność całkowitą dzielono na zmienność lat, linii oraz interakcji lat z liniami. Jeśli linie były istotnie zróżnicowane to zmienność linii dzielono na zmienność pomiędzy grupami i wewnątrz grup. Istotność zróżnicowania między grupami testowano testem F, a różnice testem Tukeya. Obliczenia wykonano dla wartości transformowanych wg wzoru:

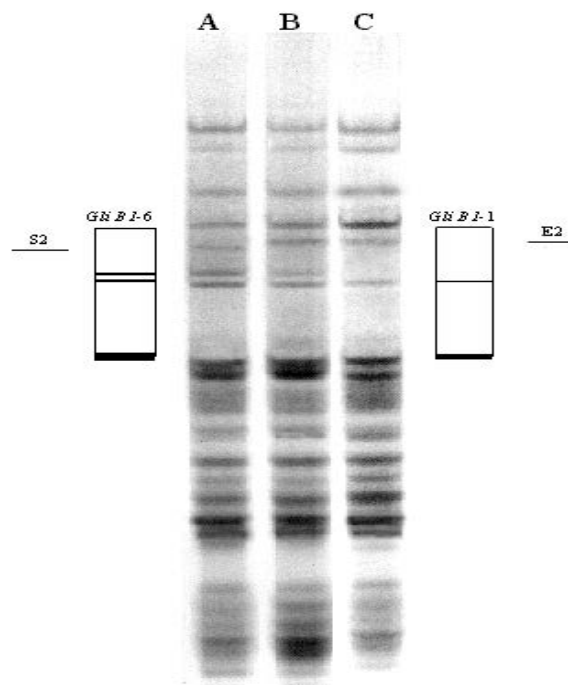
$$Y = \arcsin \sqrt{0,01 \times x}$$

Po transformacji dane miały rozkład zgodny z rozkładem normalnym.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Trzy grupy badanych linii różniły się między sobą składem ω -gliadyn (rys. 1). W tej strefie obrazu elektroforetycznego obserwowano dwa bloki białkowe oznaczone symbolami *Gli B1-6* (pochodzący z orkisz) oraz *Gli B1-1* (pochodzący z odmiany Elena). Ich sposób dziedziczenia oraz symbolika zostały opisane w jednej z wcześniejszych prac (Waga, 2002). Oba bloki są allelicznymi wariantami genu zlokalizowanego na krótszym ramieniu chromosomu *1B* (locus *Gli B1*). Między prążkami wchodzących w skład obu wymienionych bloków obserwowano dwie frakcje gliadyn, które oznaczono symbolami S2 (frakcja pochodząca z orkisz) i E2 (frakcja pochodząca z Eleny). Ich sposób dziedziczenia nie został dotychczas jednoznacznie określony. W wcześniejszych badaniach każda z tych dwóch frakcji pojawiała się zarówno w kombinacji z blokiem *Gli B1-1*, jak również *Gli B1-6* w zbliżonych liczebnie grupach rekombinantów (dane nie

publikowane). Można więc przypuszczać, że gliadyny E2 i S2 dziedziczą się niezależnie od locus *Gli B1*. Fakt, iż w strefie ω-gliadyn występują prążki kodowane chromosomem *1B* łącznie z prążkami kodowanymi chromosomem *1A* sugeruje, że frakcje E2 i S2 mogą być kodowane chromosomem *1A* (locus *Gli A1*).



Rys. 1. Obraz elektroforetyczny białek gliadynowych trzech linii mieszańcowych orkiszu i odmiany Elena: A — *Gli B1-6/S2*, B — *Gli B1-6/E2*, C — *Gli B1-1/E2*

Fig. 1. Gliadin protein electrophoregrams of three hybrid genotypes coming from the cross combination between spelt and common wheat cultivar Elena: A — *Gli B1-6/S2*, B — *Gli B1-6/E2*, C — *Gli B1-1/E2*

Używając przyjętych symboli formuły elektroforetyczne ω-gliadyn w trzech grupach rekombinantów można zapisać w następujący sposób:

- Grupa A — *Gli B1-6/S2* zarówno blok *Gli B1-6*, jak i gliadyna S2 pochodzą z orkisz.
- Grupa B — *Gli B1-6/E2* blok *Gli B1-6* pochodzi z orkisz natomiast gliadyna E2 z odmiany Elena.
- Grupa C — *Gli B1-1/E2* zarówno blok *Gli B1-1*, jak i gliadyna E2 pochodzą z odmiany Elena.

Rozpatrując badane materiały pod kątem zróżnicowania ω-gliadyn można stwierdzić, że linie A i C stanowiły odzwierciedlenie form rodzicielskich (odpowiednio orkisz i Eleny), natomiast linie typu B są typowym rekombinantem pod względem tej cechy. W materiale wyjściowym nie zidentyfikowano natomiast drugiego typu rekombinanta,

którego formułę elektroforetyczną można symbolicznie zapisać *Gli B1-1/S2*, a którego pojawienia się można było teoretycznie oczekiwać.

Jak wynika z przedstawionego zapisu linie z grupy A różniły się od linii z grupy B tylko jednym prążkiem elektroforetycznym (S2 i E2), podczas gdy blok białkowy kodowany chromosomem *1B* był identyczny w obu grupach linii (*Gli B1-6*). Podobnie linie należące do grupy B w porównaniu z grupą C różniły się jednym składnikiem obrazu elektroforetycznego — blokiem białkowym kodowanym przez *locus Gli B1* (*Gli B1-6* oraz *Gli B1-1*). Wspólnym elementem ω -gliadyn w obu wymienionych grupach była frakcja E2. Natomiast grupy A i C różniły się zarówno pod względem bloków kodowanych chromosomem *1B*, jak również gliadynami E2 i S2. Porównanie parami analizowanych grup (A z B oraz B z C) pozwalało analizować indywidualny wpływ poszczególnych komponentów obrazu elektroforetycznego w strefie ω -gliadyn na PZB. Natomiast porównanie grup B i C pozwalało określić łączny wpływ obu składników ω -gliadyn na wartość rozpatrywanej cechy.

We wszystkich trzech grupach linii obserwowano identyczne podjednostki glutenin wysokocząsteczkowych. Były to: wariant null kodowany chromosomem *1A*, blok *Glu B1-6 + 7,7* specyficzny dla orkisz oraz blok *Glu D1-2 + 12* powszechnie obserwowany zarówno u pszenicy zwyczajnej jak i w różnych formach orkisz. Jednolitość obrazów elektroforetycznych glutenin eliminuje możliwość różnicowania badanych materiałów przez frakcje białek tych białek pod względem badanej cechy użytkowej.

Analiza spektrofotometryczna w bliskiej podczerwieni (NIR) wykazała zróżnicowanie PZB w trzech grupach linii mieszańcowych badanych na przestrzeni trzech lat (tab. 1). Najwyższy średni poziom białka ogólnego obserwowano dla linii z grupy A, najniższy w grupie C natomiast linie z grupy B charakteryzowały się wartościami pośrednimi.

Tabela 1

Średnia procentowa zawartość białka ogółem (dane nietransformowane) oraz współczynniki zmienności w trzech grupach badanych linii
Mean values for grain protein content (non-transformed data) in three groups of investigated genotypes

Genotyp Genotype	Średnia* Mean	Współczynnik zmienności — CV% Coefficient of variability — CV%
A. <i>Gli B1-6/S2</i>	14,58%	8,76
B. <i>Gli B1-6/E2</i>	13,62%	10,47
C. <i>Gli B1-1/E2</i>	12,81%	11,51
Orkisz (spelt)	18,08%	10,41
Elena	12,33%	7,06

* — Średnia z trzech lat badań

* — Mean value for three years of investigations

Grupa A — Białka gliadynowe typu orkisz; Group A — spelt type gliadin proteins

Grupa B — Białka gliadynowe typu mieszańcowego; Group B — hybrid type gliadin proteins

Grupa C — Białka gliadynowe typu Elena; Group C — Elena type gliadin proteins

Istotność zróżnicowania średnich wartości PZB oszacowano na podstawie analizy wariancji (tab. 2). Dokonany podział na trzy grupy wykazał istotne zróżnicowanie między

grupami (mimo istotnego zróżnicowania wyników w latach) natomiast nieistotne wewnątrz grup.

Istotność zróżnicowania PZB między parami linii: A i B oraz B i C określono na podstawie testu Tukeya. Różnica pomiędzy średnimi wartościami cechy zarówno w przypadku pierwszej, jak i drugiej pary porównywanych linii była istotnie większa od najmniejszej istotnej różnicy (odpowiednio 0,8 i 0,7 przy $NIR_{(0,01)} = 0,465$). Natomiast efekt zróżnicowania średnich wartości białka pomiędzy grupami skrajnymi (A i C) był sumą efektów dla par A i B oraz B i C (1,5 przy $NIR_{(0,01)} = 0,465$). Wyniki badań dowodzą, że każdy ze składników obrazu elektroforetycznego ω -gliadyn rozpatrywany indywidualnie jest istotnie powiązany ze zmiennością badanej cechy użytkowej natomiast łączny wpływ obu frakcji gliadyn różnicujących badane grupy linii ma charakter addytywny.

Tabela 2

Analiza wariancji dla procentowej zawartości białka ogółem w trzech grupach mieszańców
Analysis of variance for protein content in three groups of hybrid genotypes

Źródło zmienności Source of variability	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Suma kwadratów Sum of squares	Średni kwadrat Mean square	F
Całkowita Total	110	200,44	1,822	
Lata Years	2	110,32	36,773	103,006**
Linie Lines	36	64,4	1,789	5,011**
Między grupami Between groups	2	50,7	25,35	71,008**
Wewnątrz grup Within groups	34	13,7	0,403	1,128
Interakcja lata × linie Interaction years × lines	72	25,72	0,357	

DYSKUSJA

Opisane badania wykazały, iż potomstwo orkisz i odmiany Elena różniące się składem frakcji elektroforetycznych ω -gliadyn różni się też istotnie pod względem procentowej zawartości białka ogółem. Wynik ten sugeruje istnienie związku markera z rozpatrywaną cechą. Można przypuszczać, że związek ten jest efektem genetycznego sprzężenia pomiędzy locus *Gli B1*, a jednym — lub kilkoma genami — warunkującymi zawartość białka w ziarniakach pszenicy, co z kolei sugerowałoby możliwość wykorzystania zidentyfikowanych frakcji ω -gliadyn jako markerów tej cechy. Taką sugestię częściowo potwierdzają wyniki badań innych autorów. (Stein i in., 1992) wykazali, że geny odpowiedzialne za PZB są między innymi zlokalizowane na chromosomie *1B*, na którym zlokalizowany jest także locus *Gli B1*. Na homeologicznym chromosomie *6B* zidentyfikowany został locus w znacznym stopniu decydujący o zmienności cechy (Chee i in., 2001). Biorąc pod uwagę, iż geny warunkujące PZB są zlokalizowane w różnych

miejscach genomu pszenicy, jak również znaczną ilość tych genów, nie należy oczekiwać, by zidentyfikowany marker w największym stopniu decydował o zmienności cechy. Z drugiej strony w przypadku cech ilościowych, często przysparzających kłopotów w trakcie selekcji ze względu na złożony sposób dziedziczenia, identyfikacja choćby pojedynczego markera związanego z korzystnymi wartościami tych cech może mieć istotne znaczenie dla hodowcy. Zagadnienie czy i w jakim stopniu gen (geny) warunkujące PZB są sprzężone z *locus Gli B1*, jak również na ile efektywnie ω -gliadyny mogą być wykorzystane jako biochemiczne markery tych cech, powinno stać się przedmiotem bardziej szczegółowych badań z wykorzystaniem zróżnicowanego zestawu komponentów rodzicielskich pszenicy zwyczajnej. Biorąc pod uwagę, iż analizy elektroforetyczne białek zapasowych są obecnie powszechnie wykorzystywane przez hodowców do oceny tożsamości i stopnia wyrównania genetycznego materiałów hodowlanych, wartość takiego markera mogłaby być znaczna. Ustalono, iż frakcje białkowe pochodzące z orkiszu (blok oznaczony symbolem *Gli B1-6* oraz prążek S2) są powiązane z wyższymi, natomiast frakcje pochodzące z odmiany Elena (blok *Gli B1-1* oraz prążek E2) z niższymi wartościami rozpatrywanej cechy. Ponadto stwierdzono, iż efekt różnych ω -gliadyn na zawartość białka ma charakter sumujący. Genotypy zawierające obie frakcje białkowe pochodzące z orkiszu charakteryzowały się najwyższą zawartością białka, forma mieszańcowa zawierająca blok *Gli B1-6* i podjednostkę E2 pośrednią, a forma zawierająca obie frakcje z Eleny najniższą wartością tej cechy. Tak więc wyniki uzyskane obecnie potwierdzają wyniki wcześniejszych badań (Waga i in., 2002).

WNIOSKI

1. Istnieje statystyczna zależność pomiędzy zmiennością białek zapasowych należących do grupy ω -gliadyn, a procentową zawartością białka ogółem.
2. W przypadku rekombinantów orkiszu i odmiany Elena białka typowe dla orkiszu (blok *Gli B1-6* oraz prążek S2) są powiązane z wyższymi natomiast białka pochodzące z odmiany Elena (blok *Gli B1-1* oraz prążek E2) z niższymi wartościami badanej cechy.
3. Uzyskane wyniki sugerują możliwość wykorzystania specyficznych dla orkiszu frakcji ω -gliadyn jako biochemicznych markerów podwyższonej zawartości białka w ziarniakach pszenicy.

LITERATURA

- Bushuk W., Zillman R.R. 1978. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. *Can J. Plant Sci.* 58: 505 — 515.
- Campbell K. G. 1997. Spelt: agronomy, genetics, and breeding. *Plant Breeding Reviews*, Vol. 15: 188 — 213.
- Chee P. W., Elias E. M., Anderson J. A., Kianian S. F. 2001. Evaluation of a high grain protein QTL from *Triticum turgidum* L. var. *dicoccoides* in an adapted durum wheat background. *Crop Sci.* 41: 295 — 301.
- Joppa L. R., Cantrell R. G. 1990. Chromosomal location of genes for grain protein content in wild tetraploid wheat. *Crop Sci.* 30: 1059 — 1064.

- Joppa L. R., Changheng D., Hart G. E., Hareland G. A. 1997. Mapping gene(s) for grain protein in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.) using a population of recombinant inbred chromosome lines. *Crop Sci.* 37: 1586 — 1589.
- Kadłubiec W. 1993. Zmienność i genetyczne różnicowanie cech użytkowych linii pszenicy ozimej w siewie punktowym i zwartym. *Zesz. Nauk. AR Wrocław* 223: 173 — 278.
- Khan K., Froberg R., Olson T., Huckle L. 1989. Inheritance of gluten protein components of high-protein hard red spring wheat lines derived from *Triticum turgidum* var. *diccoides*. *Cereal Chem.* 66: 397 — 401.
- Laemmli V. K., 1970. Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680 — 685.
- Lonc W., Białowas S., Choma K., Krupa F. 1989. Zastosowanie taksonomii wrocławskiej do oceny wartości hodowlanej kilku odmian pszenicy ozimej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 1989: 120 — 125.
- Mesfin A., Froberg R. C., Anderson J. A. 1999. RFLP markers associated with high grain protein from *Triticum turgidum* L. var. *diccoides* introgressed into hard red spring wheat. *Crop Sci.* 39: 508 — 513.
- Piergiiovanni A. R., Laghetti G., Perrino P. 1996. Characteristics of meal from hulled wheats (*Triticum dicoccon* and *T. spelta* L.): an evaluation of selected accessions. *Cereal Chem.* 73 (6):732 — 735.
- Ranhortra G. S., Gelroth J. A., Glaser B. K., Stallknecht G. F. 1996. Nutritional profile of three spelt wheat cultivars grown at five different locations. *Cereal Chem.* 73 (5): 533 — 535.
- Stein S., Ira S., Sears R. G., Gill B. S., Hoseney R. C., Cox T. S. 1992. Heterogeneity of the „Wichita” wheat monosomic set for grain quality and agronomic traits. *Crop Sci.* 32: 581 — 584.
- Jacek Waga, Jerzy Kączkowski, Jerzy Zientarski. 2003. Influence of thioredoxin-h on flour baking properties and gliadin immunoreactivity in spelt and common wheat genotypes. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* Vol. 12/53, No 1: 13 — 16.
- Waga J., Węgrzyn S., Boros D., Cygankiewicz A. 2002. Wykorzystanie orkisz (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). *Biul. IHAR* 221: 3 — 16.

EDWARD PAŁYS**ROBERT KURASZKIEWICZ**

Katedra Ekologii Rolniczej

Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ terminów siewu na wybrane cechy i plon ziarna orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*)

The influence of sowing time on selected characters and corn yield of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*)

W latach 1995–1997 badano na rędzinie wpływ trzech terminów siewu (15.09., 30.09., 15.10.) dwu niemieckich odmian orkisz ozimego (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*), Bauländer Spelz i Schwabenkorn, szwajcarskiej Loge oraz belgijskiej Rouquin na plon ziarna i jego strukturę. Stwierdzono, że najlepiej zimowały rośliny orkisz siane w dwu pierwszych terminach. Odmiany Loge i Schwabenkorn w mniejszym stopniu zmniejszały plon ziarna wskutek opóźnienia siewu w porównaniu z odmianami Bauländer Spelz i Rouquin. Większy plon ziarna orkisz uzyskano w siewach przeprowadzonych na końcu i w połowie września aniżeli w połowie października.

Słowa kluczowe: orkisz, plon, rędzina, struktura plonu

The influence of three dates (15th September, 30th September and 15th October) of sowing of two German cultivars of spelt (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*): Bauländer Spelz and Schwabenkorn, Swiss cultivar Loge and Belgian cultivar Rouquin on yield components was investigated on the rendzina soil in 1995–1997. It has been demonstrated that the plants of spelt sown in the two first dates showed the highest ability to winter. The effects of the delayed sowing time upon corn yield were less pronounced in cvs Loge and Schwabenkorn than in cvs Bauländer Spelz and Rouquin. Corn yield of spelt sown on 15th or 30th September was higher than that of spelt sown on 15th October.

Key words: rendzina, spelt, yield, yield components

WSTĘP

Pszenica orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) jest podgatunkiem pszenicy zwyczajnej, należy do grupy pszenic heksaploidalnych ($2n = 42$) oplewionych o łamliwej osadce kłosowej. Plewki ściśle otulają ziarniak, a podczas młócenia ziarno nie wymłaca się, tylko osadka kłosowa rozpada się na części (Hoffmann i in., 1970).

Występowanie orkisz na terenie Europy Środkowej w neolicie (2500–1600) p.n.e. potwierdzają wykopaliska archeologiczne. Jego rozpowszechnienie w epoce brązu (1600–650) p.n.e. było spowodowane prawdopodobnie jego małymi wymaganiami

klimatycznymi. W średniowieczu był on uprawiany w Europie, o czym świadczą pochodzące od orkisz nazwy niektórych miejscowości na terenie Niemiec. W XVIII i XIX wieku ze względu na niskie plony i duże straty na polu w czasie zbioru, orkisz został ostatecznie wyparty przez pszenicę zwyczajną (Hösel, 1989).

Od pewnego czasu w Szwajcarii, Niemczech i w Polsce zauważa się ponowne zainteresowanie orkiszem. Orkisz jest bowiem zbożem odpornym na choroby i inne niekorzystne czynniki siedliska (Baumagärtel-Blaschke, 1991). Jest on szczególnie odporny na niektóre rasy rdzy żółtej (*Puccinia striiformis* Wese.), porażających pszenicę (Hoffmann i in., 1970). Jego ziarno ze względu na otulające plewki nie musi być zaprawiane przed siewem. (Winzeler i Rüegger, 1990). Dlatego też może on być z powodzeniem uprawiany zarówno w gospodarstwach konwencjonalnych jak również ekologicznych.

Skład chemiczny ziarna orkisz jest zbliżony do pszenicy ozimej. Zawiera ono na ogół więcej białka bogatego w gluten, ma też więcej cynku, miedzi i seleny (Baumagärtel-Blaschke, 1991). W składzie kwasów tłuszczowych w ziarnie orkisz przeważa kwas linolowy. Ponadto zawiera ono nieco więcej witamin z grupy A, E i D, a w składzie witaminy E, najwięcej jest gamma i alfa-tokoferoli, a ich zawartość jest większa niż w ziarnie pszenicy (Grela i in., 1993).

W ostatnich latach orkisz ponownie wzbudza zainteresowanie konsumentów, szczególnie nastawionych na żywność o podwyższonych parametrach jakościowych. Ziarno orkisz przerabia się głównie na mąkę i kasze jak również używane jest do produkcji zup, sosów, makaronów i pieczywa (Benk, 1989).

Celem podjętych badań było określenie wpływu trzech terminów siewu czterech zachodnioeuropejskich odmian orkisz na plon ziarna i niektóre elementy jego struktury w warunkach gleb rędzinowych Lubelszczyzny.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe badania polowe przeprowadzono w latach 1995–1997 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Bezku (woj. chełmskie), należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Pole doświadczalne położone było na średnio ciężkiej rędzinie wytworzonej z opoki kredowej, o składzie granulometrycznym gliny średniej pylastej, odczynie obojętnym i 3,5% zawartości C organicznego, zaliczanej do kompleksu pszennego wadliwego. Zawartość podstawowych składników mineralnych w mg·kg⁻¹ ornej warstwy gleby wynosiła P₂O₅ — 784; K₂O — 336; Mg O — 16.

Ostatni kwartał 1994 roku charakteryzował się większą ilością opadów w porównaniu z wieloleciem. Szczególnie mokre były wrzesień, październik i grudzień. Opadom towarzyszyła wyższa od wieloletniej (poza październikiem) temperatura. Miesiące zimowe 1995 roku charakteryzowały się wyższymi (poza styczniem) opadami w porównaniu ze średnimi wieloletnimi. Natomiast kwiecień i maj były do nich zbliżone. Latem szczególnie dużo deszczu spadło w czerwcu, podczas gdy zwłaszcza lipiec, a w mniejszym stopniu sierpień były suche. Z kolei we wrześniu ponownie wystąpiły większe opady, natomiast w październiku ponad trzykrotnie mniejsze aniżeli w wieloleciu. Temperatura powietrza

zimą w 1995 roku odbiegała in plus od średniej wieloletniej. Szczególnie ciepły był luty, albowiem miał dodatnią średnią temperaturę. W czerwcu, lipcu i sierpniu wystąpiły niespotykane od lat upały (tab. 1).

Tabela 1

Opady atmosferyczne i temperatury powietrza w Bezku w latach 1994–1997 w zestawieniu ze średnimi wieloletnimi (1974–1995)
Rainfalls and air temperatures in the years 1994–1997, as compared to the means for a period (1974–1995), according to the Meteorological Station at Bezek

Czynnik Factor	Lata Years	Miesiące Months												Suma i średnio Total and mean
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Opady Rainfall	1994	35,4	24,5	50,9	54,7	54,1	13,2	17,0	71,6	71,0	91,7	34,3	56,1	574,5
	1995	10,7	30,6	43,0	37,6	49,9	108,2	32,3	58,6	87,3	12,4	24,1	14,6	509,3
	1996	7,7	23,6	13,7	21,2	124,3	45,4	82,7	80,9	61,3	51,1	30,5	15,8	558,2
	1997	1,7	18,3	12,3	38,2	81,5	36,5	170,1	56,9	48,1	64,2	34,8	36,9	599,5
	suma total	25,1	18,1	22,6	36,3	50,9	81,0	77,2	64,1	58,2	42,7	33,1	33,1	542,4
Temperatura Temperature	1994	1,4	-2,9	3,3	9,2	12,6	15,7	21,2	18,7	15,7	6,5	2,6	-0,5	8,6
	1995	-2,9	2,3	1,7	7,4	12,5	17,2	20,0	18,2	13,2	10,1	-0,6	-5,5	7,8
	1996	-7,0	-6,8	-3,2	8,0	16,1	17,0	16,6	17,8	10,1	9,1	6,0	-4,9	6,6
	1997	-5,7	0,8	2,0	4,5	14,5	16,8	17,4	17,8	12,2	5,8	2,7	-0,1	7,4
	średnio mean	-3,1	-2,9	1,7	7,2	13,3	15,9	17,3	17,2	12,9	7,8	2,1	-1,0	7,4

W miesiącach jesienno-zimowych końca 1995 i początku roku 1996 wystąpiły poza październikiem i lutym niedobory opadów. Wiosną i latem układ opadów był zróżnicowany. Szczególnie dużo deszczu spadło w maju, nieco powyżej średniej w lipcu, sierpniu, wrześniu i październiku. Z kolei kwiecień i czerwiec odznaczały się znacznymi niedoborami opadów. Układ temperatur przełomu lat 1995/1996 był bardzo niekorzystny. Otóż po cieplejszych niż zwykle wrześniu i październiku, kolejnych pięć miesięcy było wyraźnie chłodniejszych. Temperatury powietrza w okresie od kwietnia do listopada poza lipcem i wrześniem przewyższały średnią wieloletnią (tab. 1).

W ostatnim roku prowadzenia doświadczenia układ opadów niekorzystnie oddziaływał na wzrost i plonowanie orkisz. W styczniu, marcu i czerwcu opady wyraźnie odbiegały in minus od średniej wieloletniej, w lutym i kwietniu zbliżały się do niej zaś w maju, a szczególnie w lipcu ją przewyższały. W styczniu i kwietniu temperatury powietrza były niższe od średniej wieloletniej, zaś w pozostałych miesiącach wegetacji ją przekraczały (tab. 1).

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono wg schematu bloków losowych w czterech powtórzeniach, o wielkości poletek 12 m x 2 m. W doświadczeniu wysiewano cztery odmiany orkisz ozimego (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*). Dwie odmiany niemieckie Bauländer Spelz i Schwabenkorn, szwajcarską Loge i belgijską Rouquin. Nie zaprawione odmiany orkisz w liczbie około 4 mln ziarn wysiewano w trzech terminach: I termin — 15 września; II — 30 września i III — 15 października. Większość wysiewanego ziarna znajdowała się w dwukwiatkowych kłoskach.

Uprawa roli pod orkisz nie odbiegała od zasad konwencjonalnej agrotechniki pszenicy ozimej. W doświadczeniu stosowano jednolite nawożenie mineralne. Pod orkę siewną wysiano $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ formie 46% superfosfatu potrójnego i $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ w formie 60% soli potasowej. Natomiast wiosną zasilono pogłównie orkisz $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ w formie saletry amonowej. Wiosną w okresie krzewienia chwasty zwalczano Aminopielikiem D w ilości $3,0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Przed zbiorem orkiszu oznaczono liczbę źdźbeł produkcyjnych i pędów płonnych w dwu punktach każdego poletka wyznaczonych ramką o powierzchni $0,5 \text{ m}^2$. Następnie z tych miejsc ścięto części nadziemne roślin w celu określenia plonu ziarna i słomy. Nie zrobiono tego z całych poletek ze względu na trudność z wymłóceniem ziarna orkiszu z kłosek. Jednocześnie na trzydziestu losowo wybranych z każdego poletka roślinach określono długość źdźbła z kłosem, długość kłosa, liczbę kłosek produkcyjnych i płonnych w kłosie, oraz liczbę i masę ziaren z kłosa. Masę 1000 ziaren oznaczono w dwóch powtórzeniach po 500 ziaren. Zbiór orkiszu wykonano kombajnem.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji, zaś istotność różnic oceniono testem Tukeya.

WYNIKI BADAŃ

Czynniki eksperymentu istotnie modyfikowały obsadę orkiszu ocenianą wiosną po ruszeniu wegetacji (tab. 2).

Tabela 2

Liczba roślin orkiszu na 1 m^2 wiosną, po przezimowaniu (średnio w latach 1995-1997)
Number of spelt plants on 1 m^2 in the spring, after wintering (mean for the years 1995-1997)

Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	452,2	349,4	312,2	371,2
Schwabenkorn	414,0	420,6	339,1	391,2
Rouquin	427,3	401,2	324,5	384,3
Loge	409,1	418,6	340,2	389,3
Średnio Mean	425,7	397,4	329,0	—
terminy siewu				
sowing date = 21,6				
odmiany $\times$ terminy siewu				
cultivars $\times$ sowing date = 73,0				

Najmniej roślin było na poletkach zasianych 15 października, istotnie więcej 30 września, zaś najwięcej na obiektach, gdzie siew wykonano 15 września. Udowodniona interakcja pomiędzy terminami siewu i odmianami wskazuje, iż odmiana Bauländer Spelz reagowała istotnym zmniejszeniem liczby roślin sianych w dwu ostatnich terminach w porównaniu z najwcześniejszym terminem wrześniowym. Na poletkach zasianych 30 września i 15 października, bowiem była ona odpowiednio mniejsza o około 22,7% i 31,0%. Najpóźniejszy termin siewu odmian Schwabenkorn i Rouquin powodował istotne

zmniejszenie zwartości ich łanu w porównaniu z terminami wrześniowymi nie różniącymi się istotnie pomiędzy sobą. Na obiektach z odmianą Loge odnotowano istotnie większą obsadę na poletkach zasianych 30 września aniżeli dwa tygodnie później (tab. 2).

Niezależnie od odmiany, istotnie więcej źdźbeł kłosonośnych wytworzył orkisz na poletkach zasianych 30 września niż 15 października (tab. 3). Omawianą cechę znamienne modyfikowały także wysiewane odmiany orkiszu. Mianowicie odmiana Loge wytworzyła istotnie więcej pędów produkcyjnych od odmiany Rouquin. Natomiast liczba źdźbeł płonnych nie była różnicowana przez czynniki eksperymentu (tab. 3). Zależności w ogólnej liczbie źdźbeł układały się podobnie jak liczba przeważających pędów kłosonośnych (tab. 3).

Tabela 3

Liczba źdźbeł orkiszu na 1 m² przed zbiorem (średnio w latach 1995–1997)
Number of spelt culms on 1 m² before harvest, (mean for the years 1995–1997)

Obsada źdźbeł Culms density	Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
		15. 09	30. 09	15. 10	
Produkcyjne Productive	Bauländer Spelz	455,6	508,1	437,4	467,0
	Schwabenkorn	476,8	481,6	471,7	476,7
	Rouquin	457,5	476,2	424,7	452,8
	Loge	515,4	504,7	481,6	500,6
	Średnio Mean	476,3	492,6	453,9	—
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	terminy siewu; sowing date = 37,3; odmiany; cultivars = 42,1			
Płonne Sterile	Bauländer Spelz	7,9	6,3	7,4	7,2
	Schwabenkorn	7,2	8,3	8,9	8,2
	Rouquin	6,8	8,0	5,7	6,8
	Loge	8,3	12,4	7,2	9,3
	Średnio Mean	7,6	8,8	7,3	—
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	nie udowodniono istotnych różnic no significant differences			
Ogółem Total	Bauländer Spelz	463,5	514,4	444,8	474,2
	Schwabenkorn	484,0	489,9	480,6	484,9
	Rouquin	464,3	484,2	430,4	459,6
	Loge	523,7	517,1	488,8	509,9
	Średnio Mean	483,9	501,4	461,2	—
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	terminy siewu; sowing date = 35,7 odmiany; cultivars = 44,1			

Wysokość orkiszu była silną cechą odmianową i nie była w sposób statystycznie udowodniony różnicowana przez termin siewu. Rośliny odmiany Loge były istotnie niższe niż odmian Rouquin i Bauländer Spelz (tab. 4).

Odmiany Rouquin i Schwabenkorn tworzyły istotnie dłuższe kłosa od odmiany Bauländer Spelz (tab. 5).

Tabela 4

Wysokość orkisz, cm
Spelt high in cm

Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	100,2	99,7	103,9	101,3
Schwabenkorn	98,9	98,6	98,4	98,6
Rouquin	98,4	100,8	101,2	100,1
Loge	93,4	97,8	98,1	96,4
Średnio Mean	97,7	99,2	100,4	—
NIR _{0,05}	odmiany			
LSD _{0,05}	cultivars = 3,4			

Tabela 5

Długość kłosa, cm
Head length in cm

Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	8,1	8,1	8,2	8,1
Schwabenkorn	8,4	8,4	8,6	8,5
Rouquin	8,5	8,7	8,4	8,6
Loge	8,1	8,4	8,3	8,3
Średnio Mean	8,3	8,4	8,4	—
NIR _{0,05}	odmiany			
LSD _{0,05}	cultivars = 0,4			

Liczba kłosków produkcyjnych w kłosie nie była istotnie różnicowana przez czynniki eksperymentu. Bauländer Spelz wytwarzał istotnie mniej kłosków płonnych od pozostałych odmian orkisz. Ogólna liczba kłosków w kłosie odmiany Bauländer Spelz była istotnie mniejsza aniżeli w kłosie odmiany Rouquin (tab. 6).

Niezależnie od uprawianej odmiany, w kłosie orkisz zasianego 30 września określono istotnie większą liczbę ziaren w porównaniu z pozostałymi terminami siewu. Była ona również istotnie większa w kłosach odmian Schwabenkorn i Bauländer Spelz aniżeli Loge (tab. 7).

Masa ziaren z jednego kłosa wszystkich odmian orkisz ozimego była bardzo stabilna i nie podlegała modyfikacjom pod wpływem czynników eksperymentu (tab. 8).

Terminy siewu nie miały znaczącego wpływu na MTZ orkisz (tab. 9). Udowodniono natomiast zróżnicowanie odmianowe tej cechy. Spośród nich najmniejszą masą 1000 ziaren charakteryzowały się odmiany Schwabenkorn i Loge, istotnie większą Bauländer Spelz zaś największą Rouquin (tab. 9).

Tabela 6

Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets per ear					
Kłoski Spikelets	Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
		15. 09	30. 09	15. 10	
Produkcyjne Productivity	Bauländer Spelz	11,8	11,7	11,5	11,6
	Schwabenkorn	11,8	11,7	11,7	11,7
	Rouquin	11,7	12,0	11,6	11,8
	Loge	11,4	11,6	11,5	11,5
	Średnio Mean	11,7	11,7	11,6	—
	NIR _{0,05} -LSD _{0,05}	nie udowodniono istotnych różnic no significant differences			
Płonne Sterile	Bauländer Spelz	2,2	2,4	2,3	2,3
	Schwabenkorn	2,4	2,7	2,9	2,7
	Rouquin	2,9	3,1	2,9	3,0
	Loge	2,8	3,0	2,5	2,8
	Średnio Mean	2,6	2,8	2,7	—
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	odmiany cultivars = 0,4			
Ogółem Total	Bauländer Spelz	14,0	14,1	13,8	13,9
	Schwabenkorn	14,2	14,4	14,6	14,4
	Rouquin	14,6	15,1	14,5	14,8
	Loge	14,2	14,6	14,0	14,3
	Średnio Mean	14,3	14,5	14,3	—
	NIR _{0,05} LSD _{0,05}	odmiany cultivars = 0,6			

Tabela 7

Liczba ziaren w kłosie Number of kernels per ear				
Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	17,5	17,0	17,5	17,3
Schwabenkorn	16,9	18,1	17,3	17,4
Rouquin	17,3	17,0	16,3	16,9
Loge	15,8	18,1	16,2	16,7
Średnio Mean	16,9	17,5	16,8	—
NIR _{0,05}	terminy siewu sowing date = 0,5			
LSD _{0,05}	odmiany cultivars = 0,6			

Plon ziarna orkiszu wysianego 15 października był mniejszy, odpowiednio o około 10,8% i 13,7% od uzyskanego na obiektach, gdzie siew wykonano 15 oraz 30 września. Przy czym istotność różnic udowodniono tylko pomiędzy siewem wykonanym ostatniego dnia września i w połowie października na korzyść tego pierwszego. Różnice w plonach

ziarna pomiędzy poszczególnymi odmianami leżały w granicach błędu eksperymentalnego (tab. 10).

Tabela 8

Masa ziaren z kłosa, w g Kernels weight per ear, in g				
Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	0,7	0,7	0,6	0,7
Schwabenkorn	0,7	0,7	0,7	0,7
Rouquin	0,8	0,7	0,7	0,7
Loge	0,6	0,7	0,7	0,7
Średnio Mean	0,7	0,7	0,7	—
NIR _{0,05}	nie udowodniono istotnych różnic			
LSD _{0,05}	no significant differences			

Tabela 9

MTZ orkisz, g MTK of spelt, in g				
Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	38,4	38,5	37,2	38,0
Schwabenkorn	36,7	37,1	36,4	36,7
Rouquin	39,7	39,2	39,3	39,4
Loge	36,6	36,7	36,8	36,7
Średnio Mean	37,9	37,9	37,4	—
NIR _{0,05}	odmiany			
LSD _{0,05}	cultivars = 1,3			

Tabela 10

Plon ziarna orkisz, g·m ⁻² Grain yield of spelt, in g·m ⁻²				
Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	358	376	282	340
Schwabenkorn	344	358	332	344
Rouquin	372	365	306	348
Loge	338	362	340	346
Średnio Mean	353	365	315	—
NIR _{0,05}	terminy siewu			
LSD _{0,05}	sowing date = 4,0			

Na obiektach zasianych 30 września uzyskano istotnie większy plon słomy orkiszu w porównaniu z dwoma pozostałymi terminami. Odmiana Rouquin dawała istotnie mniejszy plon słomy od odmiany Loge (tab. 11).

Tabela 11

Odmiana Cultivar	Termin siewu Sowing date			Średnio Mean
	15. 09	30. 09	15. 10	
Bauländer Spelz	457	506	484	482
Schwäbenkorn	448	537	443	476
Rouquin	482	466	448	465
Loge	500	466	515	494
Średnio Mean	471	494	472	—
NIR _{0,05}	terminy siewu; sowing date = 19			
LSD _{0,05}	odmiany; cultivars = 21			

DYSKUSJA

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki trzyletnich badań dotyczące wpływu trzech terminów siewu na niektóre elementy struktury i plonowanie czterech zachodnio-europejskich odmian orkisz, wysiewanych na rędzinie w warunkach klimatycznych Lubelszczyzny. Ze względu na brak badań krajowych dotyczących biologii i plonowania orkisz, większości wyników uzyskanych w Bezku nie będzie można porównać z pracami innych autorów. *Triticum spelta* jest zbożem, które po kilkudziesięcioletniej przerwie zaczyna sporadycznie wracać na nasze pola.

Niemniej jednak z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że badane elementy plonowania orkisz w największym stopniu zależały od terminów siewu, a w dalszej kolejności od testowanych odmian. Zaskakująca jest reakcja ocenianych odmian orkisz na zmienne warunki sezonów wegetacyjnych. Stwierdzono, że pomimo dużych zmian w rozkładzie opadów i temperatur powietrza w trzyleciu nie udowodniono istotnych różnic pomiędzy latami. Liczba roślin orkisz wszystkich odmian liczona wiosną w momencie ruszenia wegetacji była najmniejsza na obiektach sianych w połowie października. Jednakże niezależnie od testowanych odmian, istotna różnica w wiosennej obsadzie roślin orkisz wysiewanego pomiędzy 15 a 30 września wynosiła niespełna 7% na korzyść wcześniejszego terminu siewu.

Liczba kłosów produkcyjnych przed zbiorem trzech odmian orkisz, a mianowicie Bauländer Spelz, Schwabenkorn i Rouquin wysiewanych na rędzinie w połowie września była wyraźnie większa niż w doświadczeniu Pałysa i Łabudy (1997) na glebie lessowej. Podobnie na korzyść rędziny układały się zależności pomiędzy odmianą Loge sianą w połowie października na tej glebie od zasianej 8 października na glebie lessowej.

Na rędzinie szwajcarska odmiana Loge była najniższa, a na glebie lessowej wszystkie odmiany orkisz były wyższe niż na rędzinie, ale najwyższe Loge i Schwabenkorn.

Podobnie kłosy tych dwu ostatnich odmian były dłuższe niż na rędzinie. Ogólna liczba kłosek i kłosek nieprodukcyjnych była większa na glebach lessowych, zaś produkcyjnych zbliżona na obydwu rodzajach gleb (Pałys i Łabuda, 1997).

Masa ziaren z jednego kłosa oraz masa tysiąca ziaren były mniejsze na rędzinie niż na glebach lessowych, a odmiana Schwabenkorn miała najmniejszą masę 1000 ziaren na obydwu glebach (Pałys i Łabuda, 1997).

Większe plony ziarna orkisz uzyskano na rędzinie niż na glebie lessowej. Jednakże w obydwu przypadkach odmiana Loge w najmniejszym stopniu reagowała zmniejszeniem plonu ziarna na opóźnienie siewu, dalej Schwabenkorn, a w największym Bauländer Spelz i Rouquin (Pałys i Łabuda, 1997). Biorąc pod uwagę badane odmiany orkisz ozimego, widać że największe plony ziarna można uzyskać, siejąc go raczej pod koniec września aniżeli w jego połowie. Wysiane bowiem na końcu września odmiany orkisz Bauländer Spelz, Loge i Schwabenkorn dawały większe plony ziarna od sianych w jego połowie. Jedynie belgijska odmiana Rouquin siana w połowie września dawała największe plony ziarna.

WNIOSKI

1. Wraz z opóźnieniem terminu siewu występowało istotne zmniejszenie liczby roślin orkisz wiosną po przezimowaniu.
2. Wysiew badanych odmian orkisz ozimego w połowie i na końcu września pozwala na uzyskanie większych plonów ziarna od siewu przeprowadzonego w połowie października. Jednak najkorzystniejsza tendencja plonowania uwidoczniła się w siewach wykonanych w końcu września spowodowana wzrostem liczby kłosek produkcyjnych i liczby ziaren w kłosie.
3. Odmiany Loge i Schwabenkorn w mniejszym stopniu reagowały obniżką plonu ziarna na wysiew w połowie października w porównaniu z odmianami Bauländer Spelz i Rouquin.

LITERATURA

- Baumagärtel-Blaschke U. 1991. Dinkel für die neue deutsche Küche. DLG — Mitteilungen, 106, 12: 44 — 47.
- Benk E. 1989. Zur Kenntnis, Zusammensetzung und Verwendung von Grünkern. Gordian, 89: 5.
- Grela E., Pałys E., Günther K. D. 1993. Skład chemiczny i wartość pokarmowa ziarna orkisz (*Triticum spelta*) w żywieniu świń. Mat. Sympozjum Naukowego nt.: „Produkcja zwierzęca a środowisko przyrodnicze”. Wyd. AR Lublin: 214 — 222.
- Hösel W. 1989. Anbauumfang, Verwertung, Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit des Dinkelanbaues in Süddeutschland. Bayer. Landwirtsch. Jahrb., GG, 4: 501 — 507.
- Hoffmann W., Mudra A., Plarre W. 1970. Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Pałys E., Łabuda S. 1997. Yielding and elemental composition of spelt wheat grain and straw. RACHIS Barley and Wheat Newsletter, Vol. 16, No. 1/2: 67 — 70.
- Winzeler H., Rüggeger A. 1990. Dinkel: Renaissance einer alten Getreideart — Landwirtschaft Schweiz., 3: 503 — 511.

BARBARA WIEWIÓRA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna oraz plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej Część I. Wpływ zapraw nasiennych na grzyby zasiedlające ziarno jęczmienia jarego, jego zdolność kiełkowania oraz wigor

The effect of seed treatment on seed health, quality and yield of spring barley Part I. The effect of seed treatment on fungi contaminated seed of spring barley, its germination and vigour

Badano pięć odmian jęczmienia jarego: dwie browarne (Rasbet i Scarlett) i trzy pastewne (Rataj, Rodion i Rastik). W laboratorium oceniano zdrowotność, zdolność kiełkowania i wigor ziarniaków zaprawianych przy użyciu dwóch rodzajów zapraw: Raxil (substancja aktywna tebukonazol) i Vitavax (karboksyna i tiuram) oraz ziarniaków niezaprawianych (kontrola) ze zbioru w 1999 i 2000 roku. Analiza mykologiczna wykazała liczne zasiedlenie ziarna jęczmienia jarego przez grzyby i bakterie. Większą różnorodność gatunkową grzybów obserwowano na ziarniakach odmian browarnych niż pastewnych. Stwierdzono, że zwykle liczniej zasiedlone były ziarniaki niezaprawiane niż zaprawiane. Liczba kolonii mikroorganizmów na ziarnie kontrolnym wahała się od 131 do 170, a na zaprawianym od 125 do 172 w przeliczeniu na 100 ziarniaków. Wśród obserwowanych grzybów najczęściej występowały: *Alternaria alternata*, *Bipolaris sorokiniana*, *Penicillium* spp., *Stemphylium* spp. i *Cladosporium* spp. Zaprawianie ziarna spowodowało spadek porażenia przez grzyby, szczególnie przez *B. sorokiniana*. Badania laboratoryjne wykazały istotne różnicowanie zdolności kiełkowania pomiędzy odmianami oraz ziarnem niezaprawianym i zaprawianym. Zdolność kiełkowania wahała się od 61,8 do 98% w zależności od odmiany i zastosowanego zaprawiania. Zaprawianie ziarna przyczyniło się do wzrostu zdolności kiełkowania i wigoru, wyrażonego długością koleoptyla i długością korzenia pierwotnego oraz suchą masą siewek.

Słowa kluczowe: grzyby, jęczmień, wartość siewna, zaprawianie, zdrowotność

The aim of this study was to determine the effect of seed dressing on sowing value of spring barley. Barley seeds of five cultivars harvested in 1999 and 2000 were examined. The seeds were treated with fungicides tebuconazole (Raxil) or carboxin + thiuram (Vitavax). In the laboratory tests, seed health, germination capacity and vigour were evaluated. It was found that barley seeds were infested by

numerous species of fungi. Among them, the saprophytic fungi: *Alternaria alternata*, *Penicillium* spp., *Stemphylium* spp., *Cladosporium* spp. and the pathogens: *Bipolaris sorokiniana* and *Fusarium* spp. were most often observed. The study has shown that seed treatment reduced the occurrence of microorganisms, especially pathogens. A highly effective fungicide was carboxin + thiuram that reduced the incidence of *Bipolaris sorokiniana*. It was also more effective than tebuconazole towards microflora. The data of evaluation showed a higher level of seed contamination by *B. sorokiniana* in brewer's barley than in fodder barley. Germination capacity and vigour depended on seed treatment and cultivars.

Key words: barley, fungi, seed health, sowing value, treatment

WSTĘP

Jakość nasion to zespół cech i właściwości, które są ważne dla nasion przeznaczonych do siewu (Esbo, 1980). Wymagania jakościowe dla materiału siewnego coraz częściej obejmują nie tylko parametry takie jak czystość i zdolność kiełkowania, ale także zdrowotność. Uzyskiwane wyniki stanowią podstawę do podejmowania decyzji w dalszym postępowaniu z partią nasion. Szereg chorób przenoszonych jest z nasionami i dlatego uzyskanie wysokich plonów wiąże się z wysiewem kwalifikowanego i zaprawianego materiału siewnego. Hurej i Majewski (1998) na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych stwierdzili, że stosowanie kwalifikowanego oraz zaprawianego materiału siewnego w gospodarstwach rolnych jest niewielkie.

Celem podjętych badań było określenie zdrowotności, zdolności kiełkowania i wigoru ziarna jęczmienia jarego w zależności od rodzaju zastosowanej zaprawy nasiennej.

MATERIAŁ I METODY

Badano pięć odmian jęczmienia jarego: dwie browarne (Rasbet i Scarlett) i trzy pastewne (Rataj, Rodion i Rastik). Analizowano ziarniaki ze zbioru w latach 1999 i 2000 zaprawiane dwoma rodzajami zapraw: Raxil (substancja aktywna tebukonazol) i Vitavax (karboksyna i tiuram) oraz ziarniaki niezaprawiane (kontrola). Badania laboratoryjne dotyczyły oceny zdrowotności, zdolności kiełkowania i wigoru ziarna.

Zdolność kiełkowania ziarna oceniano w warunkach standardowych, zgodnie z przepisami międzynarodowymi (ISTA, 1999). Wigor ziarna analizowano za pomocą testu Perry'ego oznaczając długość koleoptyla, długość najdłuższego korzenia i suchą masę siewek (ISTA, 1995). Zdrowotność określano analizując 200 ziaren każdej odmiany. Ziarniaki odkażano powierzchniowo w 1% podchlorynie sodu przez 10 minut, a następnie trzykrotnie płukano w wodzie sterylnej. Odkażone ziarniaki układano na płytce Petriego z podłożem ziemniaczano-agarowym. Inkubację przeprowadzano w termostacie o stałej temperaturze 20°C i oświetleniu NUV 360 12/12 godzin. Identyfikację grzybów przeprowadzono po upływie około 14 dni od przeszczepienia izolatów na płytki plastikowe z podłożem PDA i inkubacji w podanych wyżej warunkach — stymulujących zarodnikowanie, posługując się opisami zawartymi w opracowaniach: Barnett (1960), Chidambaram i wsp. (1974), Ellis (1971), Kwaśna i wsp. (1991) oraz Malone i Muskett (1997). Uzyskane wyniki zdolności kiełkowania i wigoru, poddano analizie statystycznej przy zastosowaniu testu Tukeya (Elandt, 1964).

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza mikologiczna wykazała liczne zasiedlenie ziarna jęczmienia jarego przez grzyby i bakterie (tab. 1).

Tabela 1

Występowanie mikroorganizmów (średnia liczba kolonii /100 ziarniaków) na ziarniakach jęczmienia jarego (średnia z dwóch lat)
Occurrence of microorganisms (average number of colonies /100 seeds) on spring barley seed (mean for two years)

Gatunek Species	Odmiana Cultivar														
	Rataj			Rodion			Rastik			Rasbet			Scarlett		
	K	R	V	K	R	V	K	R	V	K	R	V	K	R	V
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	41,4	37,5	25,4	37,8	33,8	42,2	55,5	33,2	20,8	56,1	58,5	62,5	22,8	26,5	27,5
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn.	0,9	2,2	—	0,8	10,2	4,2	0,2	1,5	—	1,4	0,2	2,8	1,0	2,5	2,0
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	28,4	28,8	2,5	56,2	45,5	16,8	19,0	19,2	3,2	50,0	45,0	14,0	68,0	46,8	16,0
<i>Cladosporium</i> spp.	0,4	0,8	0,5	—	3,5	0,2	9,2	6,8	0,5	2,2	4,2	0,5	0,2	9,0	0,8
<i>Epicoccum nigrum</i> Link	0,1	1,0	—	1,0	1,8	0,7	2,0	0,8	0,2	0,2	4,0	0,8	3,0	0,8	0,8
<i>Fusarium</i> spp.	11,6	5,0	5,6	3,0	3,2	4,8	4,5	7,5	10,2	8,6	6,0	6,5	5,0	10,2	11,8
<i>Mucor</i> spp.	3,5	7,4	5,9	7,5	9,0	6,5	4,0	9,0	5,2	2,4	5,5	6,2	2,2	8,0	3,5
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	1,8	1,4	—	—	0,2	—	5,2	1,0	0,8	—	2,0	-	0,5	0,8	0,2
<i>Penicillium</i> spp.	19,5	47,8	57,5	14,5	27,5	26,5	19,5	60,2	69,8	2,8	14,8	33,2	3,5	25,5	35,8
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.	0,6	0,1	0,2	—	—	—	—	1,0	—	0,2	—	—	1,0	—	0,5
<i>Stemphylium</i> spp.	3,0	2,5	1,2	3,0	0,7	2,8	4,8	1,2	0,2	5,8	3,8	3,8	2,5	2,0	2,2
Inne Other fungi	16,0	5,0	5,3	2,5	3,8	4,2	24,2	17,2	10,0	8,2	14,0	4,5	11,2	5,5	10,2
Bakterie Bacteria	21,0	9,9	28,0	38,2	16,8	22,0	17,5	13,0	4,5	32,6	9,5	12,5	10,5	15,5	15,2
Ogółem mikroorganizmy Microorganisms in total	148,2	149,4	132,1	164,5	156,0	130,9	165,6	171,6	125,4	170,5	167,5	147,3	131,4	153,1	126,5

K — Kontrola; Control

R — Raxil

V — Vitavax

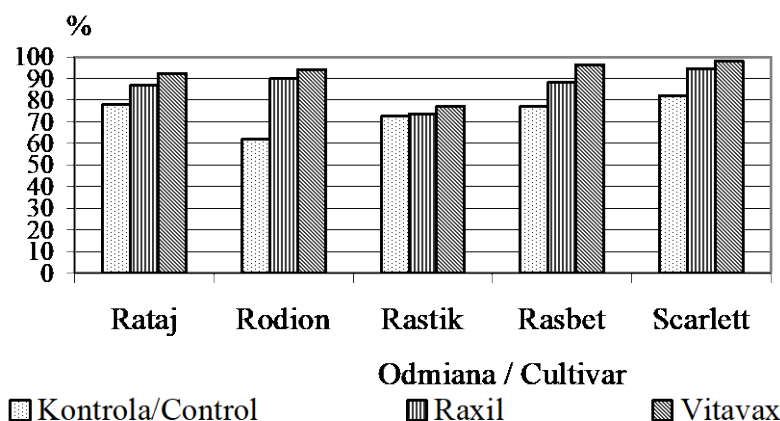
Na ziarniakach zidentyfikowano około 30 gatunków grzybów należących do 20 rodzajów. Większa różnorodność gatunkowa grzybów wystąpiła na ziarniakach odmian browarnych niż pastewnych. Najwięcej mikroorganizmów obserwowano na ziarnie odmiany Rastik (średnio od 125,4 przy zaprawianiu Vitavaxem do 171,6 przy użyciu zaprawy Raxil) i Rasbet (średnio od 147,3 przy zaprawianiu Vitavaxem do 170,5 na ziarnie kontrolnym). Mniejsze zasiedlenie przez mikroflorę stwierdzono na ziarniakach odmiany Rataj i Scarlett

(średnio od 126,5 do 153,1 na ziarniakach odmiany Scarlett i od 132,1 do 149,4 u odmiany Rataj w zależności od kombinacji). Stwierdzono różnice w występowaniu mikroorganizmów na ziarnie niezaprawianym (kontrola) i zaprawianym. Liczniej zasiedlone były zazwyczaj ziarniaki niezaprawiane i zaprawiane zaprawą Raxil w porównaniu do zaprawianych Vitavaxem (średnio od 131,4 do 170,5 dla kontroli i od 149,4 do 171,6 dla ziarna zaprawianego Raxilem oraz od 125,4 do 147,3 na ziarnie zaprawianym Vitavaxem w zależności od odmiany) (tab. 1). Wśród obserwowanych grzybów najczęściej występowały: *Alternaria alternata*, *Bipolaris sorokiniana*, *Penicillium* spp. i *Cladosporium* spp. Podobne wyniki uzyskała Narkiewicz-Jodko (1979) analizując materiał siewny zbóż i Łacicowa (1967) w badaniach nad mikroflorą jęczmienia jarego.

Grzyby *Alternaria alternata* i *Cladosporium* spp. znane są jako saprofity, bądź pasożyty okolicznościowe, które wywołują czernienie zbóż. Choroba ta często towarzyszy opóźnionym zbiorom w czasie wilgotnej pogody. Badane ziarniaki były dość licznie zasiedlone przez *Alternaria alternata* (od 20,8 do 62,5% w zależności od odmiany i kombinacji). Grzyby z rodzaju *Penicillium* były także często obserwowane, chociaż należą do tzw. "grzybów przechowalniowych" (Narkiewicz-Jodko, 1979). Liczniej występowały one na ziarnie zaprawionym (od 14,8 do 69,8% w zależności od odmiany i rodzaju zaprawy) niż kontrolnym (od 2,8 do 19,5% w zależności od odmiany), co w niektórych przypadkach np. u odmiany Rastik mogło być przyczyną niskiej zdolności kiełkowania. Według Dicksona (cyt. za Łacicową, 1968) występowanie grzybów *Penicillium* spp. na materiale siewnym wiąże się ściśle z opadami i wilgotnością względną powietrza w czasie zbioru zbóż i przechowywania ziarna. Ponadto badane ziarno jęczmienia w dużym stopniu porażone było przez *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. i w mniejszym stopniu przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (tab. 1). Patogeny te są główną przyczyną chorób podsuszkowych w Polsce (Truszkowska i in., 1983). Grzyb *Bipolaris sorokiniana* atakuje jęczmień w każdej fazie wzrostu. Według Eng-Chong-Pua i wsp. (1985) redukcja plonu ziarna może dochodzić nawet do 30%, w konsekwencji porażenia korzeni, dolnych międzywęźli, liści, kłosów, a w nich ziarna. Głównym źródłem infekcji jest porażony materiał siewny jęczmienia, w którym grzybnia zlokalizowana jest między plewkami, a okrywą owocowo-nasienną (Łacicowa i Pięta, 1991). Grzybnia może zachować żywotność do czterech lat (Christensen, 1963). W niniejszych badaniach *Bipolaris sorokiniana* częściej był izolowany z ziarna odmian browarnych niż pastewnych. Najniższym porażeniem charakteryzowała się odmiana Rastik. Obserwowano także różnice w porażeniu przez tego patogena w zależności od rodzaju zaprawy. Przedsiębiorne zaprawianie ziarna Vitavaxem spowodowało zmniejszenie porażenia u odmian browarnych od około 23 do 28%, a u pastewnych od około 9 do 30%. Dosyć licznie wystąpiły także grzyby z rodzaju *Fusarium* (średnio 6,5% w kontroli i od 6,4 do 7,8% na ziarnie zaprawianym) oraz bakterie (od 4,5 do 38,2% w zależności od odmiany i kombinacji). Agarwal i Sinclair (1997) donoszą, że w Norwegii zaleca się zaprawianie, gdy procent porażonych ziarniaków jęczmienia przekroczy poziom 10% dla *B. sorokiniana* i 25% dla *Fusarium* spp. Uzyskane wyniki porażenia przez *B. sorokiniana* często

przewyższały 10%, z czego wynika, że w tym przypadku powinno zostać przeprowadzone zaprawianie ziarna.

Badania laboratoryjne ziarniaków wykazały niską zdolność kiełkowania ziarna niezaprawianego: od 61,8% u odmiany Rodion do 82,1% u odmiany Scarlett (rys. 1).



NIR_{0,05} = 9,6 dla odmian; LSD_{0,05} = 9,6 for cultivars

NIR_{0,05} = 6,4 dla kombinacji; LSD_{0,05} = 6,4 for combinations

Rys. 1. Zdolność kiełkowania ziarniaków jęczmienia jarego (średnia z dwóch lat)

Fig. 1. Germination capacity of spring barley seed (mean for two years)

Tabela 2

Wigor jęczmienia jarego (średnia z dwóch lat)
Seed vigour of spring barley (mean for two years)

Odmiana Cultivar	Koleoptyl Coleoptile (mm)				Korzeń Root (mm)				Sucha masa Dry weight (g)			
	kontrola control	Raxil	Vitavax	średnio mean	kontrola control	Raxil	Vitavax	średnio mean	kontrola control	Raxil	Vitavax	średnio mean
Rataj	61,4	66,1	77,4	68,3 C	146,8	169,8	166,8	161,1 B'	0,246	0,248	0,288	0,261 A''
Rodion	84,0	82,3	95,0	87,1 AB	131,9	164,3	168,0	154,7 B'	0,176	0,284	0,325	0,262 A''
Rastik	94,8	85,8	100,8	93,8 AB	139,8	155,9	154,5	150,1 B'	0,248	0,258	0,288	0,265 A''
Rasbet	82,4	80,0	92,6	85,0 B	147,0	168,9	175,0	163,6 B'	0,203	0,288	0,344	0,278 A''
Scarlett	98,4	92,4	105,3	98,7 A	165,4	182,8	192,0	180,1 A'	0,238	0,301	0,357	0,299 A''
Średnio Mean	84,2 b	81,3 b	94,2 a	—	146,2 b'	168,3 a'	171,3 a'	—	0,222 b''	0,276 a''	0,320 a''	—

Grupy jednorodne; Homogenous group

Koleoptyl; Coleoptile: A — C dla odmian; A — C for cultivars

a — b dla kombinacji; a — b for combinations

Korzeń; Root: A' — B' dla odmian; A' — B' for cultivars

a' — b' dla kombinacji; a' — b' for combinations

Sucha masa; Dry weight: A'' — dla odmian; A'' — for cultivars

a'' — b'' dla kombinacji; a'' — b'' for combinations

Zaprawianie ziarna spowodowało wzrost zdolności kiełkowania średnio o około 17% po zaprawianiu Raxilem i o około 24% po zastosowaniu Vitavaxu. Potwierdzają to badania Kolasińskiej (1992), że zdolność kiełkowania zaprawianych i inkrustowanych ziarniaków jęczmienia była wyższa niż kontrolnych. Obserwowano także różnice zdolności kiełkowania ziarna pomiędzy odmianami browarnymi i pastewnymi. Ziarno odmian browarnych kontrolne i zaprawiane zwykle charakteryzowało się wyższą zdolnością kiełkowania niż ziarno odmian pastewnych. Oprócz zdolności kiełkowania badano także wigor ziarna. Określono długość koleoptyla i długość najdłuższego korzenia oraz suchą masę całych siewek. Stwierdzono, że siewki wyrosłe z ziarna zaprawianego przy użyciu Vitavaxu miały najdłuższy koleoptyl i korzeń (odpowiednio 94,2 i 171,3 mm), a także zgromadziły najwięcej suchej masy (0,320 g) (tab. 2). Średnia długość koleoptyla rozwijającego się z ziarna niezaprawionego była krótsza o 10,0 mm, a najdłuższego korzenia o 25,1 mm. Sucha masa siewek była niższa o około 0,1 g. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że zaprawianie ziarna spowodowało istotny wzrost wigoru siewek. Kolasińska (1992) w swoich badaniach nie obserwowała statystycznie istotnych różnic w wigorze pomiędzy nasionami zaprawianymi i inkrustowanymi, a kontrolnymi.

WNIOSKI

1. Materiał siewny jęczmienia jarego zasiedlały bardzo liczne bakterie i grzyby. Stwierdzono powszechne występowanie saprotrofów: *Alternaria alternata*, *Cladosporium* spp, *Stemphylium* spp. i *Penicillium* spp., oraz grzybów *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp.
2. Zaprawianie ziarna ograniczyło liczbę mikroorganizmów występujących na ziarniakach, oraz spowodowało wzrost zdolności kiełkowania i wigoru.

LITERATURA

- Agarwal V. K., Sinclair J. B. 1997. Principles of seed pathology. Second edition CRC Press. Inc., Lewis.
- Barnett H. L. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Pub. Company. Minneapolis: 1 — 225.
- Chidambaram S. B., Matur S. B., Neergaard P. 1974. Handbook on seed health testing. The International Seed Testing Association As-NHL. Norway: 1 — 207.
- Christensen J. J. 1963. Longevity of fungi in barley kernels. Pl. Dis. Reprt. 47: 639 — 642.
- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych. PWN, Warszawa.
- Ellis M. B. 1971. „*Dematiaceous Hyphomycetes*”. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
- Eng-Chong-Pua R. R., Pelletier H. R., Klinck H. R. 1985. Seedling blight, spot blotch and common root rot in Quebec and their effect on grain yield in barley. Can. J. Pl. Path. 7: 395 — 401.
- Esbo H. 1980. Seed quality control. Adv. Res. Techn. Seeds. Part 5, edited for ISTA by J. R. Thomson. Wageningen 1980 8: 24.
- Hurej M., Majewski E. 1998. Stan chemicznej ochrony roślin w Polsce na przykładzie badanej zbiorowości gospodarstw rolniczych. Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin 38 (1): 192 — 197.
- International Seed Testing Association. 1995. Vigour Test Committee. 1995. Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen, Denmark June 7, 1995. H.A. van Venter. ed. ISTA Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1999. International Rules For Seed Testing. Seed Sci. Technol., 27, Supplement.
- Kolasińska K. 1992. Germination and vigour of encrusted cereal seeds. Biul. IHAR 184: 11 — 16.

- Kwaśna H., Chelkowski J., Zajkowski P. 1991. Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Gruźelkowate. Sierpik (*Fusarium*) PAN Warszawa-Kraków: 1 — 158.
- Łacicowa B. 1967. Badania mikoflory materiału siewnego jęczmienia jarego uprawianego na obszarze województwa lubelskiego. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sectio C, vol. XXII, 14: 207 — 219.
- Łacicowa B. 1968. Badania mikoflory materiału siewnego żyta uprawianego na obszarze województwa lubelskiego. Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XXIII, 18: 225 — 239.
- Łacicowa B., Pięta D. 1991. Podatność różnych odmian jęczmienia jarego na porażenie przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain. Hod. Rośl. Aklim. 35, z. 5/6: 53 — 59.
- Malone J. P., Muskett A. E. 1997. Seed — borne fungi. Description of 77 fungus species. 3 rd Edition. Sheppard J. W. (ed.). ISTA, Zurich: 1 — 191.
- Narkiewicz-Jodko M. 1979. Wpływ wilgotności na zdolność kiełkowania i mikroflorę ziarna zbóż przechowywanego bez wymiany powietrza oraz w atmosferze dwutlenku węgla. Biul. IHAR 135: 133 — 141.
- Truszkowska W., Dorenda M., Janiak M., Kutrzeba M., Milewska M. 1983. Badania zagrożenia jęczmienia (*Hordeum sativum* L.) zgorzelą podstawy źdźbła w zależności od uprawy. Roczn. Nauk Roln. ser. E, 13, 1 — 2; 85 — 99.

BARBARA WIEWIÓRA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna oraz plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej Część II. Wschody polowe i plon jęczmienia jarego

The effect of seed treatment on seed health, quality and yield of spring barley Part II. Field emergence and yield of spring barley

Badano pięć odmian jęczmienia jarego: dwie browarne (Rasbet i Scarlett) i trzy pastewne (Rataj, Rodion i Rastik). W doświadczeniu polowym użyto ziarniaków zaprawianych przy użyciu dwóch rodzajów zapraw: Raxil (substancja aktywna tebukonazol) i Vitavax (karboksyna i tiuram) oraz niezaprawianych (kontrola) ze zbioru w 1999 i 2000 roku. Wschody roślin i plon ziarna oceniano w latach 2000 i 2001 na poletkach o powierzchni 10 m². Wschody polowe kształtowały się na średnim poziomie w obydwu latach badań. Wyższe wschody obserwowano u odmian browarnych niż pastewnych, ale różnice pomiędzy badanymi odmianami były niewielkie. Plonowanie jęczmienia uzależnione było w dużej mierze od warunków pogodowych panujących w czasie wegetacji oraz od właściwości odmianowych. Plon ziarna z poletka uzyskany w roku 2000 był dwukrotnie wyższy niż w roku 2001 dla wszystkich badanych odmian. Wystąpiła niewielka tendencja wzrostu plonu po zastosowaniu zaprawiania, szczególnie przy użyciu zaprawy Vitavax.

Słowa kluczowe: jęczmień, plon, wschody polowe, zaprawianie

The aim of this study was to determine the effects of seed dressing on field emergence and yield of spring barley. The field experiment was conducted in the years 2000–2001 in Radzików in plots of 10 m² each. Prior to sowing, the seeds of spring barley were treated with fungicides tebuconazole (Raxil) or carboxin + thiuram (Vitavax). Untreated seeds were used in a control variant. In general, a medium level of the field emergence was observed. Brewer's barley achieved a higher level of emergence than did fodder barley, but the differences between the cultivars were rather small. The yielding of spring barley was considerably affected by weather conditions during the vegetation period as well as by cultivar features. The yield of grain per plot obtained in 2000 was twice as high as that obtained in 2001 for all the cultivars under study. Seed dressing, especially with Vitavax, resulted in slight increasing the yield.

Key words: barley, field emergence, treatments, yield

WSTĘP

Uzyskanie dobrych wschodów polowych, a w konsekwencji wysokich plonów wiąże się z wysiewem kwalifikowanego i zaprawianego materiału siewnego. W Danii zaprawia się około 80% kwalifikowanego materiału siewnego zbóż, mimo że nie ma regulacji prawnych, które nakazywałyby stosowanie tego zabiegu (Nielsen i Scheel, 1995). Zaprawianie zaleca się wtedy, gdy w materiale siewnym wystąpiły zarodniki *Tilletia caries* i *Urocystis occulta*, gdy zakażenie przez *Ustilago nuda* wynosi ponad 0,2% badanych nasion, przez *Drechslera graminea* i *D. teres* ponad 5%, a zakażenie przez *Fusarium* spp. i *Bipolaris sorokiniana* przekracza 15%. W obecnie obowiązujących standardach jakości dla zbóż w Polsce (Dziennik Ustaw RP, 2001) wymagania dotyczą występowania dwóch grzybów: sporyszu (*Claviceps purpurea*) i śnieci cuchnącej (*Tilletia caries*). Bez chemicznej ochrony nie jest możliwe uzyskiwanie wysokich plonów zbóż. Konieczna jest racjonalizacja stosowania herbicydów, fungicydów i insektycydów, nie tylko ze względu na ochronę środowiska, ale także w celu obniżenia kosztów (Lipa, 1999).

Celem podjętych badań było określenie wschodów polowych i oszacowanie plonu ziarna jęczmienia jarego w zależności od rodzaju zastosowanej zaprawy nasiennej.

MATERIAŁ I METODY

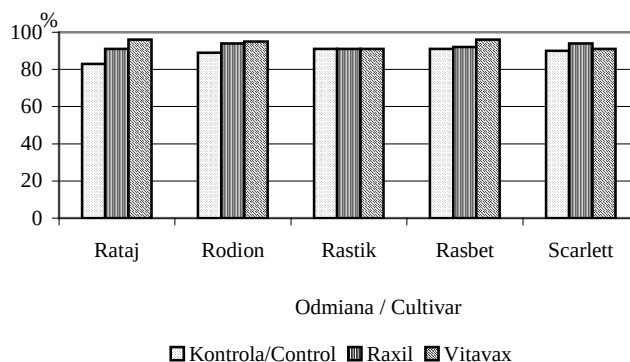
Badano pięć odmian jęczmienia jarego: dwie browarne (Rasbet i Scarlett) i trzy pastewne (Rataj, Rodion i Rastik). Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2000 i 2001, wysiewając ziarno na poletkach o powierzchni 10 m². Do wysiewu użyto ziarniaki zaprawiane dwoma rodzajami zapraw: Raxil (substancja aktywna tebukonazol) i Vitavax (karboksyna i tiuram) oraz niezaprawiane (kontrola). Oceniano wschody polowe roślin i plon ziarna. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy zastosowaniu testu Tukeya (Elandt, 1964).

WYNIKI I DYSKUSJA

W doświadczeniu polowym w latach 2000 i 2001 oznaczano wschody polowe i plonowanie jęczmienia jarego. W roku 2000 wschody polowe kształtowały się średnio od 88,8% dla kontroli, do 92,4% po zaprawianiu Raxilem i 93,8% po zastosowaniu zaprawy Vitavax (rys. 1). Słabsze wschody na poletkach, gdzie wysiano niezaprawiony materiał siewny, mogły być spowodowane wyższym porażeniem ziarna przez patogeny, o czym była mowa w pierwszej części dotyczącej zdrowotności, zdolności kiełkowania i wigoru jęczmienia jarego. Do wysiewu w latach 2000 i 2001 użyto odpowiednio ziarna ze zbioru w roku 1999 i 2000. Na ziarniakach tych obserwowano różnice w występowaniu głównych patogenów w zależności od roku zbioru, na co niewątpliwie miały wpływ warunki pogodowe w czasie wzrostu i rozwoju roślin. Agarwal i Sinclair (1997) stwierdzili, że wysoka temperatura w maju i wilgotne oraz chłodniejsze warunki pod koniec maja i na początku czerwca sprzyjają wysokiemu porażeniu ziarniaków po zbiorze.

Temperatury powietrza w czasie wegetacji jęczmienia w latach 2000 i 2001 były podobne, chociaż w 2001 roku początek wegetacji przebiegał w niższych temperaturach

niż w roku wcześniejszym (tab. 1). W 1999 roku w kwietniu i czerwcu obserwowano wyższe opady (odpowiednio 89,9 mm i 155,1 mm) niż w tym samym okresie 2000 roku (odpowiednio 0,5 mm i 14,4 mm). Opady i wysoka temperatura w czerwcu, w czasie kłoszenia, miały znaczący wpływ na rozwój mikroflory, zwłaszcza grzyba *B. sorokiniana*, którego występowaniu sprzyja ciepła i wilgotna pogoda. *Bipolaris sorokiniana* jest patogenem ciepłej strefy klimatycznej, a występując na obszarze o chłodniejszym klimacie, nie powoduje poważniejszych szkód w uprawach (de Tempe, 1964).



Nieistotne dla odmian; Not significant for cultivars
 $NIR_{0,05} = 3,4$ dla kombinacji; $LSD_{0,05} = 3,4$ for combinations

Rys. 1. Wschody polowe jęczmienia jarego w 2000 roku
Fig. 1. Field emergence of spring barley in 2000

Tabela 1

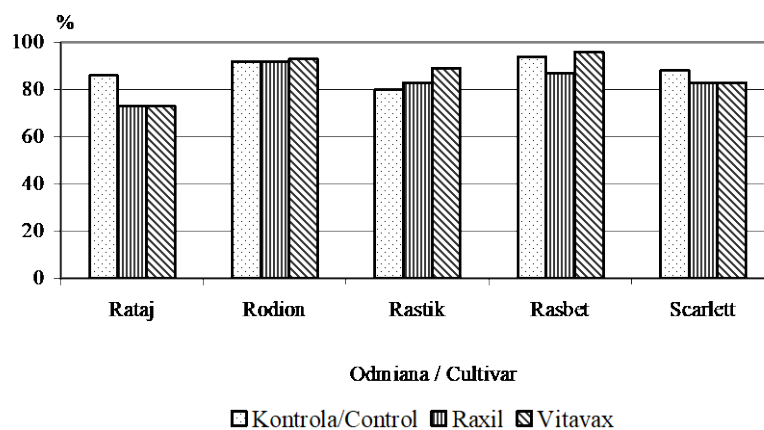
Miesięczne sumy temperatur i opadów w 3 sezonach wegetacji jęczmienia jarego
Monthly sums of air temperatures and rainfall in 3 growing seasons of spring barley

Miesiąc Month	Temperatura Temperature (°C)			Opady Rainfall (mm)		
	Rok — Year					
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Kwiecień April*	215,7	342,6	156,1	89,9	0,5	51,2
Maj May	470,1	527,0	516,1	39,3	33,2	32,0
Czerwiec June	592,4	601,6	511,4	155,1	14,4	57,8
Lipiec July	919,6	562,8	705,7	30,7	77,0	134,0
Sierpień August**	328,3	312,2	312,5	4,0	24,5	11,0
Suma Total	2526,1	2346,2	2201,8	319,0	149,6	286,0

* — Dane za okres od 15 kwietnia; data for the period beginning on 15 April

** — Dane za okres do 15 sierpnia; data for the period beginning on 15 August

Spośród badanych odmian najlepszymi wschodami charakteryzowała się odmiana Rasbet (średnio od 91 do 96% w zależności od kombinacji). Najślabiej wschodziły ziarniaki odmiany Rataj, w szczególności niezaprawiane (83%). Wyższe wschody obserwowano na poletkach, gdzie wysiano zaprawione ziarno (od 91% przy zaprawianiu zaprawą Raxil do 96%, gdy użyto zaprawy Vitavax). Stwierdzono również niewielkie różnice we wschodach pomiędzy badanymi odmianami (rys. 1). W roku 2001 wschody polowe wynosiły od 73 do 96% w zależności od odmiany i zastosowanego zaprawiania (rys. 2). Nie obserwowano istotnych różnic pomiędzy odmianami i kombinacjami. Mihuta-Grimm i Forster (1989) w swych badaniach stwierdzili, że zaprawianie ziarna jęczmienia przeciwko *Fusarium* spp., spowodowało znaczne zmniejszenie stopnia porażenia, ale nie wpłynęło na wzrost wschodów polowych.



Nieistotne dla odmian; Not significant for cultivars

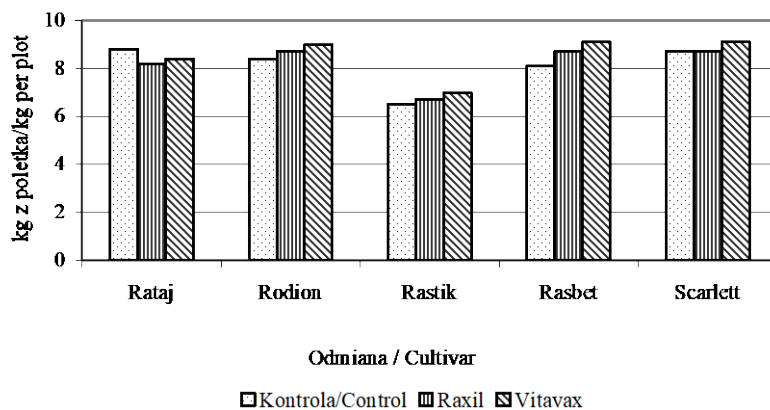
Nieistotne dla kombinacji; Not significant for combinations

Rys. 2. Wschody polowe jęczmienia jarego w 2001 roku

Fig. 2. Field emergence of spring barley in 2001

Plonowanie jęczmienia uzależnione było w dużej mierze od warunków pogodowych. W roku 2000, który był ciepły i suchy badane odmiany plonowały lepiej niż w roku następnym. Rok 2001 charakteryzował się niższymi średnimi temperaturami i wyższymi opadami, szczególnie w czasie kwitnienia i dojrzewania (tab. 1). W roku 2000 prawie wszystkie odmiany plonowały na podobnym poziomie (średnio od 8,1 kg z poletka dla odmiany Rasbet do 9,1 kg dla odmiany Scarlett w zależności od zastosowanego zaprawiania). Tylko odmiana Rastik plonowała słabiej (średnio od 6,5 do 7,0 kg z poletka w zależności od kombinacji) (rys. 3). Niższy plon obserwowano w roku 2001: średnio od 3,5 kg z poletka dla odmiany Rastik do 5,4 kg dla odmiany Rodion w zależności od kombinacji (rys. 4). Obserwowano niewielką tendencję wzrostową plonowania po zastosowaniu zaprawiania, szczególnie Vitavaxem. Khan i Young (1989), w badaniach nad

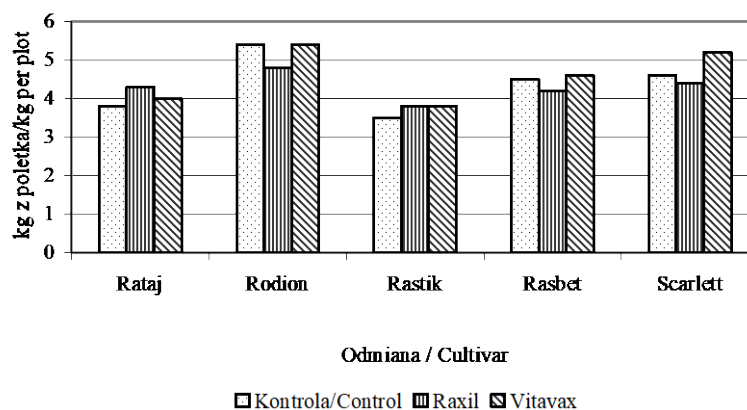
głównymi sprawcami chorób liściowych jęczmienia, stwierdzili również wzrost plonów po zastosowaniu zaprawiania ziarna.



$NIR_{0,05} = 0,77$ dla odmian; $LSD_{0,05} = 0.77$ for cultivars
 Nieistotne dla kombinacji; Not significant for combinations

Rys. 3. Plon ziarna jęczmienia jarego w 2000 roku

Fig. 3. Yield of spring barley in 2000



$NIR_{0,05} = 0,6$ dla odmian; $LSD_{0,05} = 0.6$ for cultivars
 Nieistotne dla kombinacji; Not significant for combinations

Rys. 4. Plon ziarna jęczmienia jarego w 2001 roku

Fig. 4. Yield of spring barley in 2001

WNIOSKI

1. Wschody polowe kształtowały się na średnim poziomie w obydwu latach badań. Wyższe wschody obserwowano u odmian browarnych niż pastewnych, ale różnice pomiędzy badanymi odmianami były niewielkie.
2. Plonowanie jęczmienia uzależnione było w dużej mierze od warunków pogodowych panujących w czasie wegetacji oraz od właściwości odmianowych. Wystąpiła niewielka tendencja wzrostu plonu po zastosowaniu zaprawiania, szczególnie przy użyciu zaprawy Vitavax.

LITERATURA

- Agarwal V. K., Sinclair J. B. 1997. Principles of seed pathology. Second edition CRC Press. Inc., Lewis.
- Dziennik Ustaw RP. Warszawa, dnia 3 października 2001 r. Nr 108. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 sierpnia 2001: 7965 — 7966.
- de Tempe J. 1964. Helminthosporium spp. in seeds of wheat, barley, oats and rye. Proceedings of the International Seed Testing Association Vol. 29, No. 1: 117 — 140.
- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych. PWN, Warszawa.
- Khan T. N., Young K. J. 1989. Effect of fungicide seed dressing and fungicide — treated fertiliser on the severity of leaf diseases and yield of barley in Western Australia. Journal of Experimental Agriculture 29 (4): 565 — 568.
- Lipa J. J. 1999. Nowoczesna ochrona zbóż. Pamiętniki Puławskie z. 114: 241 — 260.
- Mihuka-Grimm L., Forster R. L. 1989. Scab of wheat and barley in southern Idaho and evaluation of seed treatments for eradication of *Fusarium* spp. Plant Disease 73 (9): 769 — 771.
- Nielsen B. J., Scheel C. 1995. Production of quality cereal seed in Denmark. Seed health testing in the production of quality seed. Proceedings of the ISTA Pre-Congress Seminar on Seed Pathology, Copenhagen, Denmark, June 6: 11 — 17.

MONIKA MICHALAK**EWA MAKARSKA****ANTONI LIPIEC**¹**MARTA WESOŁOWSKA-TROJANOWSKA**²

Katedra Chemii

¹ Instytut Żywienia Zwierząt² Katedra Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowywania
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ systemu uprawy jęczmienia jarego na zmiany udziału frakcji włókna surowego

The effect of the system of spring barley cultivation on the percentage changes of crude fibre fraction

W ziarnie jęczmienia jarego (odmian Rodos, Rambo, Start) z dwuletniego doświadczenia polowego badano wpływ systemu uprawy (monokultura, płodozmian) na zawartość składników ograniczających wartość paszową ziarna, tj. włókna surowego i jego frakcji. Stwierdzono, że system uprawy oraz rok zbioru roślin wpływa na poziom oznaczanych czynników antyżywniowych. Nie stwierdzono wyraźnych różnic odmianowych dla zawartości oznaczanych składników. W przypadku płodozmianu obserwowano wzrost koncentracji włókna surowego i wszystkich jego frakcji.

Słowa kluczowe: celuloza (CEL), hemiceluloza (HCEL), jęczmień jary, lignina (ADL), monokultura, płodozmian, włókno surowe (CF)

The grain of spring barley (cultivars Rodos, Rambo, Start) from a two — year field experiment was used to study the effect of the cultivation system (monoculture, crop rotation) on the content of factors limiting the feed value of grain, i.e. crude fibre and its fractions. It was found that the cultivation system and the year of plant harvesting effected the level of the antidietary factors. No significant differences between varieties were found in the content of the determined components. In the case of crop rotation an increase in crude fibre and all its fractions was observed.

Key words: cellulose (CEL), crop rotation, crude fibre (CF), hemicellulose (HCEL), lignin (ADL), monoculture, spring barley

WSTĘP

Ziarno zbóż, a zwłaszcza jęczmienia, jest szczególnie zasobne w błonnik pokarmowy, określany też jako włókno pokarmowe. Z żywieniowego punktu widzenia włókno pokarmowe to suma ligniny oraz nieskrobiowych polisacharydów (NSP), opornych na hydrolizę przez enzymy endogenne przewodu pokarmowego zwierząt monogastrycznych

i człowieka (Lipiec, 1989; Kapica, Rabos, 1998; Barowicz, Janik, 1999). Do włókna pokarmowego zalicza się także skrobię oporną, która w produktach zbożowych powstaje pod wpływem zabiegów termicznych ze skrobi zwykłej (Gąsiorowski, 1997; Piesiewicz, Bartnikowska, 1997). Włókno pokarmowe stanowią substancje występujące w ścianie komórki roślinnej, jak również te znajdujące się w jej wnętrzu oraz białka i składniki mineralne związane ze ścianą komórkową (Saunders, Betschart, 1980; Selvendran, 1984; Bjergegaard i in., 1997).

Częścią włókna całkowitego zawartego w paszach jest włókno surowe, będące składnikiem roślin niehydrolizowanym przez kwas siarkowy i zasadę sodową. Tę grupę związków stanowią polisacharydy nieskrobiowe: celuloza, hemicelulozy i pektyny, a także lignina, nie będąca polisacharydem (Lipiec, 1989; Kapica, Rabos, 1998).

Rola oraz znaczenie włókna pokarmowego i jego składników jest odmienna w żywieniu ludzi i zwierząt. Zdolność włókna pokarmowego do obniżania wykorzystania energii, tłuszczów i białka w niektórych stanach zdrowia ludzi jest cechą pozytywną i pozwala utrzymać prawidłową masę ciała (Newman, Newman, 1991; Gąsiorowski, 1997), jednak u produkcyjnych zwierząt jednożłądkowych jest to oddziaływanie niekorzystne.

Negatywne efekty działania włókna pokarmowego w żywieniu drobiu są związane głównie z występującymi w ziarnie zbóż polisacharydami, które powodują nadmierną lepkość treści pokarmowej. Do tej grupy związków należą β -glukany i pentozany, dość licznie występujące w ziarnie jęczmienia. Wzrost lepkości treści jelitowej powoduje oblepianie kosmków, a w konsekwencji pogorszenie wchłaniania składników pokarmowych w jelicie cienkim (Rakowska, 1993; Gąsiorowski, 1997). Wzrost tolerancji w stosunku do jęczmienia wraz z wiekiem u kurcząt tłumaczony jest adaptacją mikroflory przewodu pokarmowego do β -glukanów i pentozanów.

Jak wynika z doniesień literaturowych (Pawłowski, Wesołowski, 1988; Łacicowa i in., 1997; Wesołowski, Kwiatkowski, 1997; Urbanowski i in., 1999) jęczmień jary wykazuje wysoką wrażliwość na uprawę w monokulturze. Prowadzi ona do tak zwanego zmęczenia gleby, zachwaszczenia oraz zmian w strukturze kłosa, co w konsekwencji powoduje spadek plonowania. Z przyrodniczego punktu widzenia efektywniejszym systemem uprawy roślin jest płodozmian, który pełni rolę plonochronną, kształtuje biologiczną aktywność gleby, wpływając na jej strukturę, uwilgotnienie i zawartość składników pokarmowych. Ponadto przez właściwie ułożone płodozmiany i uprawę mieszanin odmian o różnym stopniu odporności na podstawowe choroby (mączniak prawdziwy, plamistość siatkowa i rynchosporioza) można ograniczyć straty w produkcji jęczmienia, a także innych zbóż, powodowane przez te choroby (Gacek, 1986; Czembor, Gacek, 1987; Gacek i in., 1997).

System uprawy jęczmienia jarego (monokultura, płodozmian) podobnie jak i inne czynniki agrotechniczne nie jest obojętny dla składu chemicznego tej rośliny.

Celem badań była ocena wpływu systemu uprawy trzech odmian jęczmienia jarego na zawartość włókna surowego i jego frakcji (NDF, ADF, ADL, HCEL, CEL) jako składników ograniczających wartość paszową ziarna jęczmienia.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań pochodził z dwuletniego doświadczenia polowego (zbiór w 2000 i 2001 roku) zlokalizowanego w GD Czesławice należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Eksperyment polowy prowadzono metodą bloków losowych w trzech powtórzeniach o wielkości poletek do siewu i zbioru równej 27 m². Doświadczenie usytuowano na glebie kompleksu pszennego dobrego (II klasa bonitacyjna). W roku rozpoczęcia eksperymentu gleba ta charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH 6,5) i zawartością próchnicy w wysokości 1,5%. Uprawę roli pod wszystkie rośliny 6-letniej monokultury i trójpolewego płodozmianu prowadzono w sposób typowy. Następstwo roślin w płodozmianie było następujące: strączkowe + zboża, ziemniak, jęczmień jary. Nawożenie w kg czystego składnika na 1 ha wynosiło: N — 60, P₂O₅ — 70, K₂O — 90. W obu systemach uprawy stosowano, raz na trzy lata, obornik w dawce 30 t/ha. Nawóz ten w płodozmianie wnoszono pod ziemniak. Ziarno przed siewem zaprawiono preparatem Funaben T (200 g/100 kg nasion). Pielęgnowanie mechaniczne polegało na bronowaniu posiewnym oraz bronowaniu w fazie 3–4 listków rośliny uprawnej. W ochronie chemicznej zastosowano: Aminopielik D (3 l/ha), Flordimex TH (2,5 l/ha), Decis 25 EC (0,25 l/ha), Tilt (0,5 l/ha), Alert (1 l/ha). Poletka z uprawą jęczmienia jarego założono w drugiej dekadzie kwietnia, natomiast do zbioru przystąpiono w pierwszej dekadzie sierpnia.

W ziarnie nieobłusczonym jęczmienia jarego (odmian Rodos, Rambo, Start) uprawianym w monokulturze i płodozmianie wykonano oznaczenia zawartości włókna surowego oraz jego frakcji, wykorzystując aparat ANKOM²²⁰ TECHNOLOGY — 9/99. Oznaczenia koncentracji włókna surowego (CF) dokonano metodą detergentową. Włókno neutralno-detergentowe (NDF), odpowiadające sumie hemiceluloz, celulozy i ligniny, oznaczono przy użyciu siarczanu sodowo-laurylowego, zaś kwaśno-detergentowe (ADF), w którego skład wchodzi celuloza i lignina, używając bromek cetylo-trójmetyloamoniowy. Zawartość ligniny (ADL) określono po hydrolizie próbki ADF w 72% kwasie siarkowym, natomiast hemicelulozy (HCEL) z różnicy zawartości NDF i ADF, a celulozę (CEL) z różnicy między ADF i ADL.

Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla klasyfikacji potrójnej. Istotność różnic (NIR) oceniano za pomocą przedziałów ufności Tukeya przy poziomie istotności 0,05.

OMÓWIENIE I DYKUSJA WYNIKÓW

Badania własne wykazały, że system uprawy może mieć wpływ na skład chemiczny ziarna jęczmienia, a mianowicie na koncentrację polisacharydów nieskrobiowych (β-glukanów, pentozanów), fitynianów (Makarska i in., 2001), jak również składników mineralnych (Makarska i in., 2001).

O przydatności zboża dla celów paszowych decyduje głównie zawartość składników ograniczających jego wartość paszową. Do takich należy m.in. włókno surowe, którego frakcje stanowią: celuloza, hemiceluloza i lignina.

W tabeli 1 przedstawiono średnie zawartości włókna surowego i jego frakcji w ziarnie jęczmienia jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze.

Tabela 1

Średnie zawartości (% s.m.) włókna surowego i jego frakcji w ziarnie jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze i płodozmianie
Mean contents (% d.m.) of crude fibre and its fractions in the grain of spring barley cultivated in monoculture and crop rotation

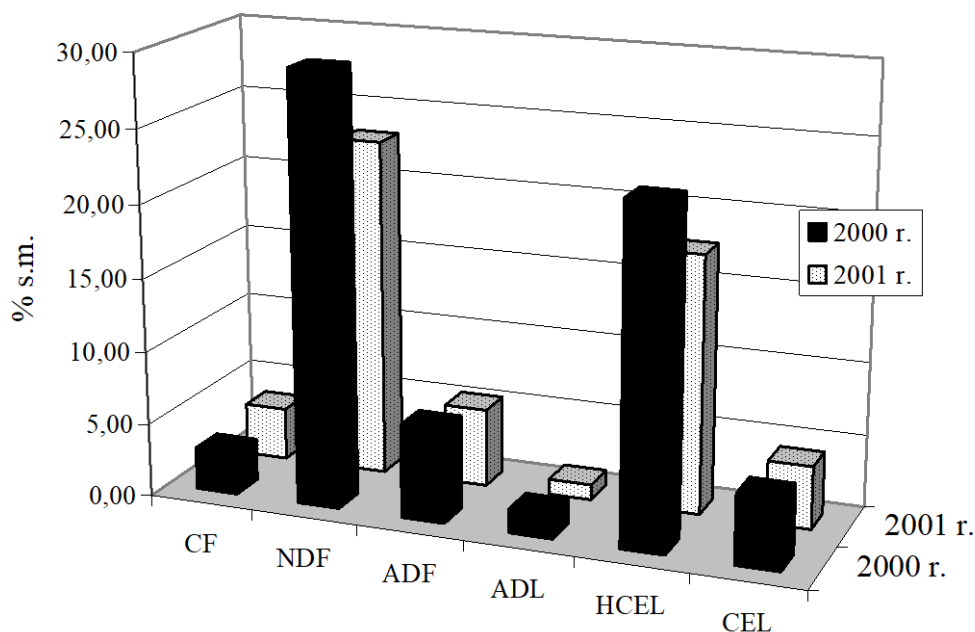
Lata Years	CF	NDF	ADF	ADL	HCEL	CEL
2000	2,90	29,28	6,43	0,17	22,84	4,78
2001	3,59	23,11	5,35	1,05	17,64	4,31
NIR	0,13	1,84	0,17	0,09	1,80	0,14
LSD ($\alpha = 0,05$)						
system uprawy cultivation system						
Monokultura Monoculture	3,20	25,06	5,75	1,32	19,19	4,43
Płodozmian Crop rotation	3,29	27,32	6,04	1,38	21,29	4,65
NIR ($\alpha = 0,05$)	r.n.	1,84	0,17	0,09	1,80	0,14
LSD ($\alpha = 0,05$)						
odmiany cultivars						
Rodos	3,19	26,02	5,72	1,32	20,29	4,40
Rambo	3,23	26,80	6,17	1,41	20,63	4,76
Start	3,31	25,75	5,79	1,33	19,80	4,46
NIR ($\alpha = 0,05$)	r.n.	0,26	0,26	r.n.	r.n.	0,22
LSD ($\alpha = 0,05$)						

Stwierdzono istotny wpływ lat (tab. 1, rys. 1) na poziom poszczególnych frakcji włókna. W ziarnie jęczmienia ze zbioru w 2001 roku zawartość całkowitego włókna surowego (CF) była wyższa o 23,5% w porównaniu z ziarnem zebrany w roku 2000, ilość wszystkich pozostałych składników w drugim roku doświadczenia była niższa. Frakcji neutralno-detergentowej (NDF) stwierdzono mniej o 26,7%, a kwaśno-detergentowej (ADF) mniej o 20,2%. Zawartość ligniny (ADL), hemicelulozy (HCEL) i celulozy (CEL) była również znacznie niższa, odpowiednio o 58,4, 29,4 i 10,9%, w porównaniu z ziarnem z w 2000 roku.

Wpływ systemu uprawy uwidocznił się wyższym poziomem wszystkich oznaczanych składników w próbach uprawianych w płodozmianie (tab. 1, rys. 2). W przypadku całkowitego włókna surowego (CF) różnice w jego koncentracji nie były statystycznie istotne. Zawartość frakcji neutralno-detergentowej (NDF) i kwaśno-detergentowej (ADF) w ziarnie pochodzącym z płodozmianu była wyższa, odpowiednio o 9,04 i 4,94%, w porównaniu z monokulturą. Natomiast poziom ligniny (ADL), hemicelulozy (HCEL) i celulozy (CEL) wzrósł o 5,05, 10,9 oraz 4,91%.

Najmniejsze zróżnicowanie w zawartości poszczególnych frakcji włókna wystąpiło w obrębie odmian (tab. 1, rys. 3). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic odmianowych w ilości całkowitego włókna surowego (CF), włókna neutralno-detergentowego

(NDF), ligniny (ADL) oraz hemicelulozy (HECL). Wyraźne różnice wystąpiły w zawartości celulozy (CEL) i frakcji kwaśno-detergentowej (ADF) między odmianami Rodos i Start a odmianą Rambo. W ziarnie tej ostatniej odmiany zawartość frakcji ADF była wyższa o ponad 7%, natomiast celulozy (CEL) o 7,5%, w porównaniu z ziarnem odmian Rodos i Start.



Rys. 1. Średnia zawartość włókna surowego i jego frakcji w ziarnie jęczmienia jarego
Fig. 1. Mean content of crude fibre and its fractions in the grain of spring barley

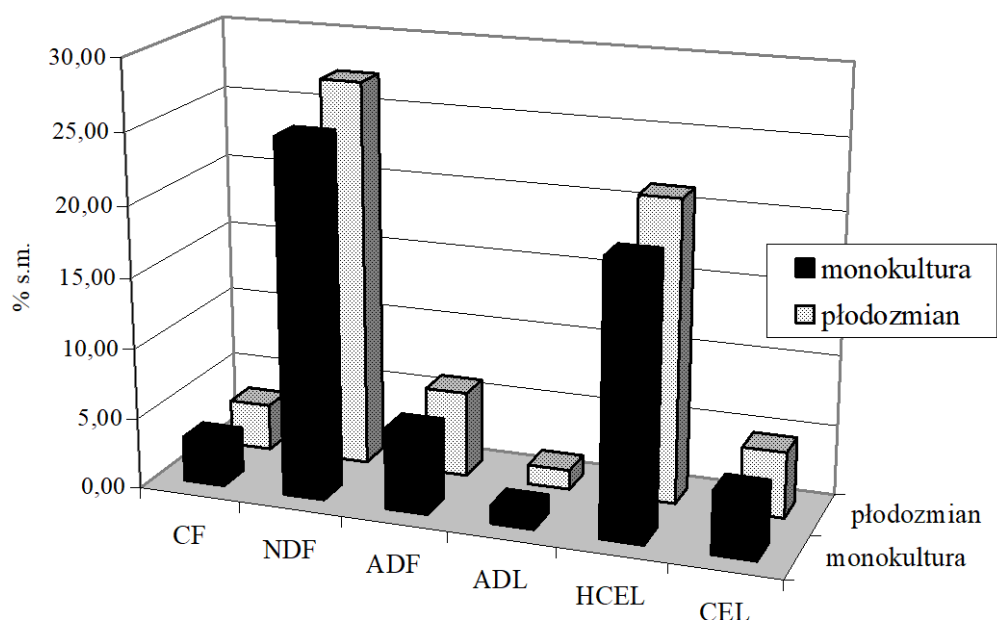
Z przeglądu piśmiennictwa wynika, iż dane dotyczące zawartości włókna surowego i jego frakcji w ziarnie jęczmienia pochodzą z badań prowadzonych przy stosowaniu różnych metod ich oznaczania, dlatego prezentowane wyniki różnią się nieznacznie (Niedźwiadek, Matyka, 1993; Oscarsson i in., 1996; Gąsiorowaki, 1997; Korniewicz, 1997; Piesiewicz, Bartnikowska, 1997; Kapica, Rabos, 1998).

Na podstawie badań przeprowadzonych przez Korniewicza koncentracja włókna surowego w jęczmieniu wahała się w granicach od 2,1 do 11,7% s.m., ze średnią zawartością 5,2% s.m. Wyniki przedstawiane w pozostałych pracach (Lipiec, 1989; Niedźwiadek, Matyka, 1993; Kapica, Rabos, 1998) są zbliżone do tej średniej wartości.

W niniejszych badaniach poziom włókna surowego (CF) we wszystkich odmianach jęczmienia, bez względu na system uprawy, był zbliżony i wyniósł 3,25%.

Z danych Buraczewskiego (cyt. za Kapica, Rabos, 1998) i Lipca wynika, że na obojętną frakcję włókna (NDF) przypada odpowiednio 20,1 i 24,4% s.m. ziarna jęczmienia. W naszej pracy w każdej z odmian oznaczono ponad 26% tej frakcji, a odmiany uprawiane w płodozmianie zawierały jej więcej niż w monokulturze (tab. 1). Stwierdzono statystycznie istotne różnice w zawartości frakcji NDF w zależności od roku zbioru (tab. 1, rys. 1).

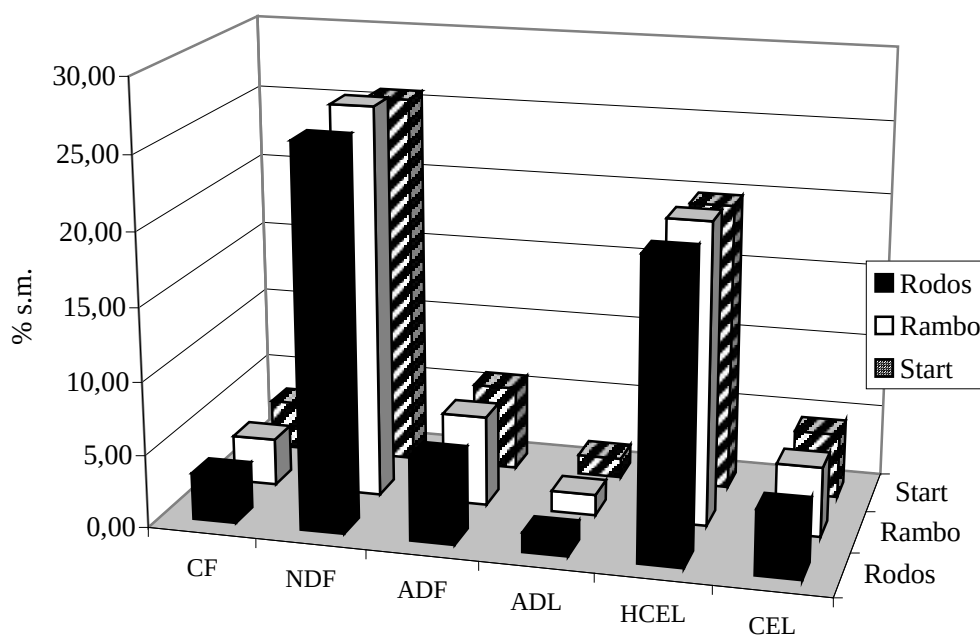
Jak podają cytowani wyżej autorzy zawartość kwaśnej frakcji włókna (ADF), w skład której wchodzi lignina i celuloza, wynosiła odpowiednio 6,4 i 11,7% s.m. Wyniki otrzymane w niniejszych badaniach były bardziej zbliżone do tej pierwszej wartości. Niewielkie wahania w koncentracji tej frakcji włókna obserwowane były w próbach pochodzących z różnych lat (rys. 1), ze zmiennych systemów (rys. 2), jak również stwierdzono różnice międzyodmianowe (rys. 3).



Rys. 2. Średnia zawartość włókna surowego i jego frakcji w ziarnie jęczmienia jarego uprawianego w monokulturze i płodozmianie (średnie z lat 2000 i 2001)

Fig. 2. Mean content of crude fibre and its fractions in the grain of spring barley cultivated in monoculture and crop rotation

Oscarsson i wsp. badając skład chemiczny jęczmienia oplewionego oznaczyli 1,3% ligniny. Natomiast z badań prowadzonych w warunkach krajowych (Lipiec, 1989) i danych Gąsiorowskiego wynika, że zawartość tego składnika włókna surowego jest bliska 4%. W analizowanych ziarniakach poziom ligniny był znacznie niższy i zbliżony do wyników Oscarssona. Nie stwierdzono istotnych różnic między odmianami, nieznaczne wystąpiły tylko w zależności od systemu i roku zbioru (tab. 1, rys. 1 i 2).



Rys. 3. Średnia zawartość włókna surowego i jego frakcji w ziarnie trzech odmian jęczmienia jarego (średnie z lat 2000 i 2001)

Fig. 3. Mean content of crude fibre and its fractions in the grain of three cultivars of spring barley

Najważniejszym składnikiem włókna pokarmowego w produktach zbożowych i nasionach roślin strączkowych są hemicelulozy (HCEL). Ilościowe oznaczenie tej grupy związków można uzyskać z różnicy frakcji obojętnej (NDF) i kwaśnej (ADF). Z danych literaturowych (Lipiec, 1989; Gąsiorowski, 1997; Piesiewicz, Bartnikowska, 1997) wynika, że zawartość hemiceluloz w ziarniakach jęczmienia kształtuje się na zbliżonym poziomie ok. 12%. Wyniki otrzymane w niniejszych doświadczeniach były znacznie wyższe. Koncentracja tej grupy związków, niezależnie od odmiany, wynosiła średnio 20%

s.m. (rys. 3). Wahania w zawartości HCEL wystąpiły w zależności od roku zbioru i systemu uprawy jęczmienia jarego (tab. 1, rys. 1 i 2). Poziom tych związków nie spadł poniżej 17% s.m. Tak duża koncentracja hemiceluloz jest zjawiskiem bardzo korzystnym, gdyż mają one pozytywne znaczenie fizjologiczne, związane ze zdolnością tych składników do pęcznienia i wiązania wody w świetle przewodu pokarmowego ludzi i zwierząt monogastycznych. Ponadto stwarzają one dogodne warunki dla proliferacji bakterii w świetle okrężnicy (Piesiewicz, Bartnikowska, 1997).

Z różnicy frakcji kwaśnej (ADF) i ligniny (ADL) uzyskuje się informacje o zawartości celulozy (CEL). Gąsiorowski podaje, że w całym ziarnie jęczmienia oplewionego znajduje się jej od 4 do 8% s.m. Wyniki zawartości celulozy w takich granicach podają również Oscarsson i Lipiec. W niniejszej pracy, bez względu na czynnik zmienności, zawartość celulozy kształtowała się na poziomie średnio 4,5% s.m. (rys. 1, 2, 3).

Z niniejszych badań wynika, że różnice w zawartości CF, NDF, ADL oraz HCEL w ziarniakach trzech odmian jęczmienia, uprawianych w różnych latach i odmiennych systemach, są statystycznie nieistotne. Prawdopodobnie oznacza to, że koncentracja tych związków jest cechą odmianową, na którą czynniki środowiska (tj. system uprawy czy warunki pogodowe) mają jedynie niewielki wpływ.

WNIOSKI

1. Na poziom poszczególnych frakcji włókna surowego wpływ miały warunki produkcji ziarna, tj. system uprawy (monokultura, płodozmian) oraz rok zbioru. Mniejsze różnice wystąpiły pomiędzy odmianami.
2. Uprawa jęczmienia w płodozmianie wpłynęła na wzrost koncentracji włókna surowego i wszystkich jego frakcji.

LITERATURA

- Barowicz T., Janik A. 1999. Włókno pokarmowe a zawartość cholesterolu we krwi i mięsie świń. *Trzoda chlewna*. 4: 54 — 55.
- Bjergegaard Ch., Sørensen H., Sørensen S. 1997. Dietary fibres — important parts of high quality food and feeds. *J. Anim. Feed Sci.* 6: 145 — 161.
- Czembor H. J., Gacek E. 1987. Badania nad sposobami zwiększenia trwałości odporności genetycznej jęczmienia na mączniak i inne choroby. *Biul. IHAR* 163: 25 — 32.
- Gacek E. 1986. Zastosowanie mieszanin odmian do zwalczania mączniaka prawdziwego jęczmienia. *Rocz. Nauk Rol. Ser. E*, 16/2: 95 — 103.
- Gacek E., Czembor H., Nadziak J. 1997. Zastosowanie mieszanin odmian do poprawy zdrowotności oraz wysokości plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 201: 81 — 93.
- Gąsiorowski H. 1997. Jęczmień — chemia i technologia. PWR i L, Poznań.
- Kapica E., Rabos A. 1998. Włókno pokarmowe w żywieniu świń. *Trzoda chlewna*. 3: 18 — 22.
- Korniewicz A. 1997. Uwaga: zboża mają więcej włókna, a mniej białka i energii. *Top Agrar Polska Mag. Nowocz. Roln.* 10: 20 — 22.
- Lipiec A. 1989. Badania nad oceną zawartości włókna całkowitego i jego frakcji przy zastosowaniu różnych metod oznaczania oraz wykorzystaniem frakcji włókna do szacowania wartości energetycznej pasz dla przeżuwaczy. *Rozprawy Naukowe* 124 AR w Lublinie.

- Łacicowa B., Pięta D., Kiecana I. 1997. Grzyby powodujące choroby podsuszkowe jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.) uprawianego w monokulturze z uwzględnieniem *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud). Ann. UMCS Sect. EEE, vol. 5: 237 — 254.
- Makarska E., Praczyk M., Wesołowski M., Lipiec A. 2001. Wpływ systemu uprawy na zawartość składników ograniczających wartość paszową ziarna jęczmienia. Materiały XXXII Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Warszawa 6–7. 09. 2001.
- Makarska E., Praczyk M., Wesołowski M. 2001. Zawartość pokarmowych pierwiastków mineralnych w ziarnie jęczmienia uprawianego w monokulturze i płodozmianie. Materiały VIII Międzynar. Zjazdu PTM, Nałęczów 20–22. 09. 2001.
- Newman R., Newman C. 1991. Barley as a food grain. Cereal Foods World. vol. 36: 800 — 805.
- Niedźwiadek T., Matyka S. 1993. Wartość pokarmowa głównych zbóż krajowych. Pasze Przemysł. 2: 3.
- Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A. C., Aman P. 1996. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components. J. Cereal Sci. 24: 161 — 170.
- Pawłowski F., Wesołowski M. 1988. Rola odmiany oraz poziomu agrotechniki w plonowaniu jęczmienia jarego w monokulturze. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 331: 93 — 99.
- Piesiewicz H., Bartnikowska E. 1997. Zboże i jego przetwory – kopalnia składników włókna pokarmowego. Przegl. Piek. i Cukier. 5: 3 — 6.
- Rakowska M. 1993. Podsumowanie prac, wykonanych w latach 1984–1992, nad czynnikami antyodżywczymi żyta. Biul. IHAR 187: 71 — 81.
- Saunders R., Betschart A. A. 1980. The significance of protein as a component of dietary fiber. Am. J. Clin. Nutr. 33: 960 — 961.
- Selvendran R., R. 1984. The plant cell wall as a source of dietary fiber: chemistry and structure, Am. J. Clin. Nutr. 39: 320 — 337.
- Urbanowski S., Piekarczyk M., Rajs T. 1999. Plonowanie jęczmienia jarego w zmianowaniu i monokulturze. Zesz. Nauk. ATR w Bydgoszczy. Zesz. 220, Rolnictwo 44: 279 — 284.
- Wesołowski M., Kwiatkowski C. 1997. Reakcja niektórych odmian jęczmienia jarego na uprawę w krótkotrwałej monokulturze. Fragm. Agron. 4: 36 — 42.

ANDRZEJ BICHONSKI

Zakład Roślin Zbożowych

Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kraków

Zmienność i współzależność wybranych cech technologicznych jęczmienia jarego browarnego

Variability of some qualitative characters of spring barley traits

W latach 1999–2001 oceniono wartość browarną 353 odmian i rodów hodowli krajowej. Oceniane ziarno pochodziło z doświadczeń przedwstępnych i wstępnych w każdym roku z trzech miejscowości. Oszacowano współczynniki genetycznego uwarunkowania dla: masy 1000 ziaren, celności, zawartości białka ogółem, a po wysłodowaniu ziarna dla: białka ogółem w słodzie, białka rozpuszczalnego, liczby Kolbacha, ekstraktywności, lepkości brzezki, siły diastatycznej i końcowego stopnia odfermentowania. Wpływ czynników środowiskowych był najwyższy dla procentowej zawartości białka i lepkości brzezki. Odziedziczalność cech była wysoka dla masy 1000 ziaren, siły diastatycznej i zawartości białka rozpuszczalnego. Określono korzystne i niekorzystne z punktu widzenia hodowlanego korelacje pomiędzy analizowanymi cechami użytkowymi. Otrzymane wyniki badań wskazują na istotny wpływ genotypu i środowiska na wartość browarną jęczmienia jarego.

Słowa kluczowe: jęczmień browarny, odziedziczalność, wartość browarna

The malting quality of 353 home-bred cultivars and lines of spring barley was evaluated in the years 1999–2001. Barley grain came from the pre-preliminary and preliminary experiments performed each year at three locations. Coefficients of heritability were determined for 1000 grains, grain filling, total grain protein, and those, for percentage of total and soluble protein of the malt, Kolbach index, extractability, wort viscosity, diastatic power and final fermentation degree were determined after micromalting. The influence of environment was high for malt protein and wort viscosity. The heritability of the characters was high for 1000 grains weight, diastatic power and soluble protein of malt. Advantageous or disadvantageous correlations between the traits, as important from a practical point of view, were determined. The obtained results indicate a significant influence of genotype and environment for breeding quality of spring barley.

Key words: brewing quality, heritability, spring barley

WSTĘP

Cechy determinujące wartość technologiczną jęczmienia browarnego stanowią główny cel zainteresowania hodowców, którzy poszukują odpowiednich kryteriów podczas selekcji prowadzonej w kierunku uzyskania wartościowych genotypów. Jak podaje Pochaba i Węgrzyn (2001) poznanie zmienności cech i ich współzależności prowadzi do

wyboru właściwych metod selekcji i wielkości selekcionowanej populacji. Właśnie w hodowli jęczmienia browarnego decydującą niemal rolę odgrywa znajomość materiału genetycznego, a więc komponentów wykorzystywanych w programach krzyżowań. Pomimo że zagadnieniem tym poświęcono już wcześniej uwagę, to jednak pojawiające się stale nowe genotypy, oraz zmieniające się wymagania przemysłu w stosunku do wykorzystywanego surowca, związane ze zmianami technologii w produkcji piwa, powodują wzrost zainteresowania badaniami w tym zakresie.

Zatem celem tego opracowania było określenie współzależności genotypowych i fenotypowych zachodzących pomiędzy cechami jakościowymi jęczmienia i oznaczenie ich uwarunkowań genetycznych.

MATERIAŁ I METODY

Analizie poddano 353 odmiany i rody jęczmienia jarego browarnego badane w ramach doświadczeń przedwstępnych i wstępnych w latach 1999–2001. Doświadczenia rosły w czterech miejscowościach, tj.: Polanowice, Bąków, Strzelce i Modzurów. Wartość browarną określono w Zakładzie Roślin Zbożowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie metodami standardowymi (Bichoński i Burek, 2000) zgodnie z wymaganiami COBORU stosowanymi przed zarejestrowaniem odmiany. Oceniono takie cechy jęczmienia jak: masa 1000 ziaren, celność ziarna, białko słoðu, białko rozpuszczalne, liczba Kolbacha, kruchość słoðu, ekstrakt mąki, lepkość brzezki, siła diastatyczna słoðu oraz stopień jej końcowego odfermentowania. Wszystkie 10 cech poddano ocenie statystycznej łącznie za trzy lata. Za pomocą przeprowadzonej analizy wariancji (Węgrzyn i Bichoński, 2000) obliczono współczynniki zmienności (CV%), korelacje fenotypowe (rP) i genotypowe (rG) z określeniem ich wartości krytycznych, oraz oszacowano współczynniki genetycznego uwarunkowania cech (H).

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji obliczono współczynniki genetycznego uwarunkowania dla badanych cech (tab. 1).

Tabela 1

Współczynniki zmienności (CV) i współczynniki genetycznego uwarunkowania (H) dla badanych cech
Coefficients of variability (CV) and coefficients of heritability (H) for malting quality traits

Cechy Traits	Średnia Mean	CV (%)	H	S.E.
Masa 1000 ziaren — 1000 grains weight	39,10	8,4	0,9118	0,0805
Celność ziarna — Grain filling	87,38	12,1	0,7493	0,0814
Białko słoðu — Malt protein	10,91	3,6	0,5386	0,0841
Białko rozpuszczalne — Malt soluble protein	5,33	5,8	0,8267	0,0809
Liczba Kolbacha — Kolbach index	49,93	6,8	0,6947	0,0820
Kruchość słoðu — Malt friability	81,75	1,7	0,8066	0,0810
Ekstrakt mąki — Fine grid extract	85,58	9,9	0,8291	0,0808
Lepkość brzezki — Wort viscosity	1,47	3,4	0,4438	0,0857
Siła diastatyczna — Diastatic power	304,08	24,4	0,8216	0,0809
Odfermentowanie — Fermentability	80,80	3,4	0,8027	0,0810

Współczynniki genetycznego uwarunkowania (H) i ich błędy standardowe (S.E.) obliczono wg Beckera (1984)
 Coefficients heritability (H) and standard errors (S.E.) calculated according to Becker (1984)

Najwyższa wartość wystąpiła dla masy 1000 ziaren, gdzie omawiany współczynnik $H = 0,9118$, a oszacowany współczynnik zmienności dla tej cechy odpowiednio $CV\% = 8,4$. Zbieżne wyniki otrzymali wcześniej Węgrzyn i Bichoński (2000). Większe zróżnicowanie zaobserwowano dla celności ziarna, gdzie omawiany współczynnik oszacowano na poziomie 12,1%, a współczynnik genetycznego uwarunkowania ma wartość $H = 0,7493$. Podobne wartości przedstawił Winiarski (1998). Stosunkowo niską wartością współczynnika genetycznego uwarunkowania, bo na poziomie 0,5386 charakteryzowała się zawartość białka w słodzie. Znaczny udział zmienności środowiskowej w dziedziczeniu się zawartości białka zaobserwowali wcześniej Węgrzyn i wsp. (1997), Molina-Cano (1987 i 2000), Węgrzyn i Bichoński (2001). Zbliżoną wartość współczynnika zmienności, jak dla procentowej zawartości białka oszacowano dla liczby Kolbacha. Wysokie wartości współczynnika genetycznego uwarunkowania uzyskali Węgrzyn i wsp. (1977) i Winiarski (1998) i zaobserwowali wysoki udział czynników genetycznych w uwarunkowaniu tej cechy przy małym udziale czynników środowiskowych. Najniższą zmiennością charakteryzowała się ekstraktywność słodu, gdzie obliczony współczynnik CV był na poziomie 1,7% przy dość wysokiej wartości (0,8066) współczynnika genetycznego uwarunkowania dla tej cechy. Podobne wyniki uzyskali Vargas i wsp. (1983), Węgrzyn i Bichoński (2001). Wysokie wartości współczynnika zmienności zaobserwowano dla kruchości słodu, bo $CV = 9,9\%$ w analizowanym trzyletnim okresie badań. Również dość wysoką wartość zaobserwowano dla współczynnika genetycznego uwarunkowania, bo na poziomie 0,8291. Podobnie jak i u innych autorów Molina-Cano (1987), Garcera i wsp. (1991), Węgrzyn i Bichoński (2000) uzyskane wartości wskazują na duże uwarunkowanie tej cechy genotypem. Najniższą, spośród badanych cech odziedziczalność zaobserwowano dla lepkości brzezki z wartością wynoszącą $H = 0,4438$. Podobną zależność otrzymali również Węgrzyn i Bichoński (2000, 2001), Bichoński i Burek (2000). Według Śmiałowskiego i Węgrzyna (2001) w takich przypadkach prace hodowlane w zakresie poprawiania cech osiągnęły wysoki pułap wyczerpując różnorodność źródeł genetycznych i poprawy cech należy szukać w innych elementach. Aktywność enzymów amylolitycznych sładów wyróżniała się najwyższą zmiennością na poziomie $CV\% = 24,4$, a wartość dla $H = 0,8216$ wskazuje na wysoki stopień genetycznego uwarunkowania dla siły diastatycznej słodu (Węgrzyn i in., 1977; Węgrzyn i Bichoński, 2000). Również końcowy stopień odfermentowania brzezki przybrał wysoką wartość w badanym zestawie $H = 0,8027$. Nieco niższe jego wartości na innym materiale genetycznym przedstawili Węgrzyn i Bichoński (2000) $H = 0,5085$ – $0,6002$ i Winiarski (1998) $0,51$ – $0,69$.

W tabeli 2 przedstawiono współczynniki korelacji fenotypowych (rP) i współczynniki korelacji genotypowych (rG). O znaczeniu i potrzebie przeprowadzania takich badań w hodowli roślin donosi Węgrzyn (1983). Arends i wsp. (1995) informują, że korelacje typu genetycznego można wykorzystać w hodowli, ograniczając selekcję do cech pociągających za sobą pożądany poziom innych właściwości ważnych dla technologii. O braku interakcji środowiska i genotypu mówimy wtedy, gdy wartości korelacji fenotypowych i genotypowych charakteryzują się istotnymi wartościami o tym samym kierunku dodatnim lub ujemnym. Wysoce istotne dodatnie współczynniki korelacji wystąpiły pomiędzy: masą 1000 ziaren i jej celnością, białkiem słodu i białkiem

rozpuszczalnym, białkiem rozpuszczalnym a liczbą Kolbacha, liczbą Kolbacha z kruchością słodu, ekstraktem z mąki i kruchością słodu z ekstraktem z mąki. Ujemne wartości wystąpiły pomiędzy uzyskanym ekstraktem z mąki a masą 1000 ziaren i zawartością białka w słodzie.

Tabela 2

Współczynniki korelacji fenotypowej rP i genotypowej rG pomiędzy badanymi cechami
Correlation coefficients rP and rG for the analyzed traits

Cechy Traits	Współczynniki korelacji Correlation coefficients	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight	rP	0,49**	0,16*	-0,13*	-0,22**	-0,13*	-0,45**	0,21	-0,06**	-0,27**
	rG	1,29**	0,55*	-0,36*	-0,65**	-0,49*	-1,34**	0,53	-0,12**	-0,81**
Celność ziarna Grain filling	rP		0,11	0,05	-0,02	0,22**	-0,12*	0,20	0,16	-0,08
	rG		0,60	0,22	-0,13	0,43**	-0,49*	0,51	0,58	-0,29
Białko słodu Malt protein	rP			0,43**	-0,17**	-0,25**	-0,26**	0,02	0,13	-0,12*
	rG			1,05**	0,05**	-0,38**	-0,41**	0,15	0,14	-0,31*
Białko rozpuszczalne Malt soluble protein	rP				0,76**	0,31**	0,25*	-0,08	0,25	0,00
	rG				1,94**	0,95**	0,82*	-0,29	0,67	0,01
Liczba Kolbacha Kolbach index	rP					0,46**	0,44**	-0,12	0,17	0,08
	rG					1,19**	1,13**	-0,50	0,60	0,21
Kruchość słodu Malt friability	rP						0,34**	0,14	0,19	0,06
	rG						0,84**	0,31	0,69	0,12
Ekstrakt mąki Fine grid extract	rP							-0,27	-0,01	0,21**
	rG							-0,78	0,02	0,51**
Lepkość brzezki Wort viscosity	rP								0,01	-0,20**
	rG								0,14	-0,39**
Siła diastatyczna Diastatic power	rP									0,33**
	rG									0,87**
Odfermentowanie Fermentability	rP									
	rG									

*,** Istotne odpowiednio dla poziomu $P = 0,05$ lub $P = 0,01$

*,**Significant at $P = 0.05$ and $P = 0.01$ respectively

Współczynniki korelacji genotypowej (rG) i fenotypowej (rP) obliczono wg Hallauera i Mirandy (1988).

The coefficients calculated according to Hallauer and Miranda (1988)

Ujemne korelacje genotypowe występują pomiędzy masą 1000 ziaren a liczbą Kolbacha, oraz kruchością słodu i lepkością brzezki. Zatem przeprowadzana selekcja w kierunku zwiększenia masy ziarniaków jęczmienia może się przyczynić do obniżenia stosunku białka rozpuszczalnego do białka ogólnego i ułatwić filtrację uzyskanej brzezki. Jednak należy się liczyć z możliwością jednoczesnego pogorszenia właściwości przemiałowych słodu. Trudnym zadaniem do wykonania może okazać się przełamanie istotnie ujemnych istniejących współzależności zachodzących pomiędzy poziomem rozluźnienia skrobiowego a zdolnością brzezki do jej fermentacji. Należy również dodać, że lepkość brzezki, okazała się cechą najbardziej podatną na warunki środowiskowe, w przeciwieństwie do ostatecznego stopnia jej odfermentowania. Na podstawie analizy korelacji genotypowych można przypuszczać, że dążenie do uzyskania jak najwyższej masy ziarniaków jęczmienia browarnego może prowadzić do zmniejszenia efektywności

procesów fermentacyjnych zachodzących w brzezce pod wpływem drożdży. Jednak związek ten nie jest tak wysoki, aby nie można było uzyskać form o odpowiednio wysokim stopniu odfermentowania brzezki i jednocześnie wysokiej masie 1000 ziaren.

Analiza współczynników korelacji genotypowych i fenotypowych wykazała istotny związek zachodzący pomiędzy stopniem rozluźnienia białkowego słodu, wydajnością uzyskiwanego z tego słodu brzezki produkcyjnej, a wielkością przemian modyfikacyjnych jęczmienia zachodzących podczas jego słodowania. Wykorzystanie tych zależności w celu podniesienia ekstraktywności mąki lub kruchości słodów może przyczynić się do pogorszenia wartości browarnej, spowodowanej dopuszczeniem do nadmiernej koncentracji białek rozpuszczalnych. Zatem przy wyborze do dalszej hodowli rodów charakteryzujących się wysoką wartością liczby Kolbacha należy zwrócić większą uwagę na ich wartość technologiczną.

Przedstawione współczynniki korelacji genotypowych mogą przybrać wartości większe od jedności w przypadku, gdy wartość omawianego współczynnika obejmuje również korelacje środowiskową (Śmiałowski i Węgrzyn, 2001), a przyczyną może być silny wpływ środowiska na jedną lub obie korelowane cechy. Węgrzyn (1983) uwzględnia również plejotropowe działanie genów.

WNIOSKI

1. Siła diastatyczna słodu, celność ziarna i kruchość słodu charakteryzowały się najwyższymi wartościami współczynnika zmienności, najniższymi zaś ekstraktywność mąki, lepkość brzezki i aktywność enzymów amylolitycznych.
2. Największy udział czynników środowiskowych zaobserwowano w dziedziczeniu się lepkości brzezki i zawartości białka, najniższy dla masy 1000 ziaren, siły diastatycznej słodu i zawartości białka rozpuszczalnego.
3. Korzystne istotnie ujemne współzależności wystąpiły pomiędzy masą 1000 ziaren a liczbą Kolbacha, oraz lepkością brzezki i stopniem jej odfermentowania, a niekorzystne pomiędzy masą 1000 ziaren i końcowym stopniem odfermentowania brzezki.
4. Występujące wyższe wartości dla współczynników korelacji genotypowych od fenotypowych dla masy 1000 ziaren i jej celności, białkiem słodu i białkiem rozpuszczalnym, białkiem rozpuszczalnym a liczbą Kolbacha, liczbą Kolbacha z kruchością słodu, ekstraktem z mąki i kruchością słodu z ekstraktem mąki, oraz ekstraktem z mąki a zawartością białka rozpuszczalnego informują o mniejszym udziale zmienności środowiskowej, a większym udziale czynników dziedzicznych.

LITERATURA

- Arends A. M., Fox G. P., Henry R. J., Marschke R. J., Symons M. H. 1995. Genetic and environmental variation in the diastatic power of Australian Barley. *J. Cereal Sci.* 21 (1): 63 — 70.
- Becker W. A. 1984. *Manual of quantitative genetics*. Ed. 4, Pullman USA.
- Bichoński A., Burek J. 2000. Wartość browarna i plonowanie rodów jęczmienia ozimego ocenianych w latach 1989–1998. *Biul. IHAR* 215: 153 — 160.

- Bichoński A., Burek J. 2000. Zmienność i współzależność pomiędzy wybranymi cechami jakościowymi jęczmienia ozimego browarnego. *Biul. IHAR* 215: 161 — 166.
- Garcera L., Sarraft A., Jestin L., Ecochard R. 1991. Variabilite Génétique de Certains Paramètres de la Qualité Brassicole de l'Orge. *Plant Breeding* 106: 235 — 241.
- Hallauer A. R., Miranda J. B. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Ed. 2, Iowa State University Press/Ames.
- Molina-Cano J. L. 1987. The EBC barley and Malt committee index for the evaluation of malting quality in barley and its use in breeding. *Plant Breeding*. 98: 249 — 256.
- Molina-Cano J. L., Rubio A., Igartua E., Gracia P., Montoya J. L. 2000. Mechanisms of malt extract development in barleys from different European regions: I. Effect of environment and grain protein content on malt extract yield. *Journal of the Institute of Brewing*. 106(2): 111 — 115.
- Pochaba L., Węgrzyn S. 2000. Zmienność i współzależność kilku cech pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 216: 261: 266.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2001. Zmienność i współzależność niektórych cech struktury plonu żyta ozimego. *Biul. IHAR* 218/219: 401 — 408.
- Vargas L., Molina-Cano J. L., Hassan S. 1983. A quality index for the assessment of barley varieties. *Monatsschr. Brauwissen* 12: 481 — 485.
- Węgrzyn S. 1983. Znaczenie korelacji w hodowli roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 290: 15 — 21.
- Węgrzyn S., Kowalska M., Ruśniak L. 1997. Odziedziczalność niektórych cech wartości browarnej jęczmienia. *Hod. Rośl. Aklim.* 21,2: 133 — 141.
- Węgrzyn S., Bichoński A. 2000. Współzależności pomiędzy wybranymi cechami jakościowymi jęczmienia. *Biul. IHAR* 216: 165 — 171.
- Węgrzyn S., Bichoński A. 2001. Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego. *Biul. IHAR*. 220: 153 — 160.
- Winiarski J. 1998. Odziedziczalność wybranych cech wartości browarnej jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 207: 25 — 34.

ELŻBIETA MALUSZYŃSKA¹**SZYMON DZIAMBA**²**JACEK KWIATKOWSKI**³¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie² Akademia Rolnicza w Lublinie³ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wartość siewna nasion trzech generacji pszenżyta ozimego w kolejnych latach badań

The seed sowing value of three generations of winter tritcale in the successive years of assessments

Badano wartość siewną nasion trzech kolejnych generacji pszenżyta ozimego odmian Bogo i Presto reprodukowanych w trzech punktach badawczych (Lublin, Olsztyn, Sandomierz). Doświadczenie prowadzono w latach 1997–2000 z zachowaniem izolacji przestrzennej. Jako kontrolę wysiewano co roku materiał wyjściowy przechowywany w przechowalni długoterminowej Banku Genów w Radzikowie. Analizowano zdolność kiełkowania nasion i wigor oceniany za pomocą dwóch cech: długości części pędowej siewki i suchej masy siewki. Obie odmiany różniły się istotnie zdolnością kiełkowania. Pod względem wigoru nie stwierdzono różnicowania. W wyniku trzyletniej reprodukcji wartość siewna pszenżyta ozimego nie pogorszyła się.

Słowa kluczowe: odmiana, pszenżyto, reprodukcja, wartość siewna,

The seed sowing value of seeds of three generations of winter tritcale from different environmental conditions was compared. The field experiment with the use of distance isolation was performed at three locations (Lublin, Olsztyn, Sandomierz) in the years 1997–2000. The initial material that was stored in the long-term storage of Gene Bank was, sown as a control. The germination capacity and vigour (length of plumula and dry weight of seedling) were analysed. The germination capacity of both varieties was different. In contrast, no difference in seed vigour was found. No decrease in the seed sowing value of winter tritcale was observed following three-year seed multiplication.

Key words: reproduction, sowing value, tritcale, variety

WSTĘP

Zadaniem nasiennictwa jest zachowanie w reprodukowanym materiale siewnym wszystkich charakterystycznych i wartościowych cech użytkowych (właściwości) odmiany. W wyniku reprodukcji następuje degeneracja odmiany, która polega na stopniowej zmianie tożsamości na skutek zamieszań, przekrzyżowań, mutacji i oddziaływania środowiska. Ponadto następuje degradacja nasion, która jest wieloetapowym i wielo-

składnikowym zjawiskiem. Zdaniem Krzymuskiego (1994) najszybciej następuje pogarszanie się wartości siewnej nasion spowodowane warunkami środowiskowymi i agrotechnicznymi.

Celem pracy była ocena zmian wartości siewnej nasion drugiej, trzeciej i czwartej generacji dwóch odmian pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie prowadzono od 1997 do 2000 roku w trzech różnych warunkach środowiska na polach doświadczalnych Akademii Rolniczej w Lublinie, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie i Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Sandomierzu. Badano dwie odmiany pszenżyta ozimego Bogo i Presto. Materiał wyjściowy obu odmian w stopniu superelity ze zbioru 1996 był przechowywany w Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR w Radzikowie w warunkach niskiej temperatury (-18°C) i obniżonej wilgotności (8%). Co roku część tego materiału wysiewano jako kontrolę. Zgodnie z przepisami dotyczącymi reprodukcji nasiennej pszenżyta zachowano 100 m izolację przestrzenną od upraw pszenżyta i żyta (Dziennik Ustaw RP nr 108, 2001 rok). Obie odmiany w dwóch wariantach (reprodukcja i kontrola) wysiewano ręcznie na minipoletkach o wielkości 1 m^2 w czterech powtórzeniach. Siew wykonano ręcznie w rzędach co 10 cm. W celu zachowania optymalnej ilości wysiewu (450 kiełkujących ziarniaków na 1 m^2) w każdym roku przed siewem oznaczono czystość, zdolność kiełkowania i masę tysiąca nasion. Jesienią oceniano obsadę roślin po wschodach, a wiosną roku następnego przezimowanie. Zbiór wykonano ręcznie, aby uniknąć zamieszania nasion. W laboratorium oznaczono zdolność kiełkowania nasion zgodnie z przepisami ISTA (1996) oraz wigor nasion za pomocą dwóch metod: pomiaru długości części pędowej siewki i suchej masy siewki według metodyki zawartej w podręczniku metod oceny wigoru ISTA (1985).

Do opracowania statystycznego wyników wykorzystano metodę analizy wariancji dostępną w programie Statgraphics Plus. Dla każdej cechy wykonano dwuczynnikową analizę wariancji przyjmując, że zmiennymi niezależnymi były lata i miejscowości, a zmiennymi zależnymi: wariant (kontrola lub reprodukcja) i odmiana. Weryfikację wyników wykonano testem T-Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zdolność kiełkowania

Zdolność kiełkowania badanego materiału była wysoka i w większości przypadków spełniała wymagania dla materiału siewnego pszenżyta, czyli przekraczała wartość 85%. Analiza statystyczna wykazała, że nie było istotnego zróżnicowania pomiędzy kontrolą i reprodukcją, a także współdziałania pomiędzy wariantem i odmianą (tab. 1). Istotny okazał się wpływ odmiany. Ziarniaki odmiany Bogo kiełkowały bardzo dobrze (średnio 92,3%) natomiast odmiany Presto istotnie słabiej (89,7%) (tab. 2). W każdym roku badań nasiona odmiany Bogo kiełkowały lepiej niż Presto. Pomiędzy wariantami nie wystąpiły

różnice, lub były nieznaczne. W kontroli kiełkowanie nasion było na poziomie 91,1%, a w reprodukcji 90,9%. Z badań Kwiatkowskiego (2000) wynika, że stopień reprodukcji nasion pszenżyta nie miał wpływu na zdolność kiełkowania. Niniejsze badania potwierdziły brak zależności pomiędzy zdolnością kiełkowania i wariantem, czyli kontrolą lub reprodukcją.

Tabela 1

Analiza wariancji cechy zdolność kiełkowania
Analysis of variance for the germination capacity

Źródło zmienności Source of variability	Stopień swobody Degree of freedom	Suma kwadratów odchyleń SS	Średni kwadrat odchyleń MS	F. emp F-statistic
Efekt główny Main effect				
A: odmiana A: variety	1	206,194	206,194	5,45 *
B: wariant B: variant	1	0,310083	0,310083	0,01 ^{ns}
Interakcja Interaction				
A × B	1	1,85008	1,85008	0,05 ^{ns}
Błąd losowy Residual	116	4391,35	37,8564	
Razem Total	119	4599,7		

* — Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

ns — Nieistotne

ns — Not significant

Tabela 2

Zdolność kiełkowania odmian Bogo i Presto w zależności od wariantu w latach 1998–2000 (średnie z 3 miejscowości)

Germination capacity depending on a variety and variant in the years 1998–2000 (mean for three locations)

Wariant Variant	Rok Year											
	1998			1999			2000			1998–2000		
	odmiana variety											
	Bogo	Presto	$\bar{X}$	Bogo	Presto	$\bar{X}$	Bogo	Presto	x	Bogo	Presto	$\bar{X}$
Kontrola Control	89,3	88,4	88,9	94,2	92,4	93,3	94,2	89,3	91,8	92,2	89,9	91,1
Reprodukcja Reproduction	92,3	87,8	90,1	92,4	90,6	91,5	92,4	90,6	91,5	92,4	89,5	90,9
$\bar{X}$	90,8	88,1	89,5	93,3	91,5	92,4	93,3	90,0	91,7	92,3*	89,7*	91,0

* Istotne różnicowanie pomiędzy odmianami $NIR^T_{0,05} = 2,4$

* Significant differentiation between varieties $HSD_{0,05} = 2.4$

Przyczyny niższej zdolności kiełkowania u odmiany Presto mogły być różne. Według Wolskiego (1989) aneuploidalność obniża zdolność kiełkowania pszenżyta. Niniejszy materiał był badany na poletkach pod względem udziału roślin nietypowych, czyli aneuploidów, ale nie stwierdzono znacznego ich udziału (Małuszyńska i in., 2001). Inną przyczyną mogło być porośnięcie ziarna, a zwłaszcza wystąpienie porostu ukrytego, którego nie można stwierdzić podczas wysiewu, gdyż takie ziarniaki traktuje się jako zdrowe niekiełkujące zgodnie z przepisami ISTA (2003). Do oceny porostu ukrytego stosuje się inne metody, jak oznaczenie aktywności alfa-amylazy (Moś, 1994). Na wartość siewną pszenżyta może mieć wpływ wymłacalność, gdyż ten gatunek ma słabą zdolność omłotową ze względu na płytkie umieszczenie zarodka w ziarniaku (Maćkowiak i in., 1993). Uszkodzenia nasion podczas zbioru mogły być także przyczyną obniżenia zdolności kiełkowania. Materiał nasienny z tego doświadczenia był poddany analizie zdrowotności (Wiewióra, Małuszyńska, 2002). Nie stwierdzono zależności pomiędzy zdrowotnością nasion i zdolnością kiełkowania, a jedynie nieco większe porażenie przez *Septoria nodorum* Berk. u odmiany Presto niż u Bogo, ale nie w każdym roku badań.

Wigor

Wigor nasion oceniano za pomocą dwóch metod: pomiaru długości części pędowej siewki i oceny suchej masy siewki. Wykazano, że zarówno wariant, jak i odmiana nie miały istotnego wpływu na każdą z tych cech (tab. 3 i tab. 4).

Tabela 3

Analiza wariancji cechy długość siewek Analysis of variance for the length of plumula

Źródło zmienności Source of variability	Stopień swobody Degree of freedom	Suma kwadratów odchyłeń SS	Średni kwadrat odchyłeń MS	F. emp F-statistic
Efekt główny Main effect				
A: odmiana A: variety	1	120,963	120,963	2,63 ^{ns}
B: wariant B: variant	1	44,0011	44,0011	0,96 ^{ns}
Interakcja Interaction				
A × B	1	27,5975	27,5975	0,60 ^{ns}
Błąd losowy Residual	140	6428,89	45,9207	
Razem Total	143	6621,45		

ns — Nieistotne

ns — Not significant

Podobnie jak zdolność kiełkowania wigor nasion nie wykazywał tendencji spadkowej w kolejnych latach reprodukcji. Zróżnicowanie obu odmian pod względem długości siewki wystąpiło w każdym roku badań (tab. 5). Odmiana Presto charakteryzowała się wyższymi wartościami tej cechy niż Bogo. Obie odmiany nie różniły się pod względem suchej masy siewki. Pomimo, że średnia długość siewki u Presto była wyższa, to zawartość suchej masy

była podobna. W niniejszych badaniach odmiana Presto uzyskała niższe wyniki zdolności kiełkowania, ale pod względem wigoru nie wykazała znacznych różnic. W badaniach Moś (1999) spośród 4 odmian Bogo charakteryzowała się najwyższą zdolnością kiełkowania i wigorem. Autorka stwierdziła istotny spadek wigoru u ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi. Nie zawsze jednak wysoki wynik zdolności kiełkowania oznacza, że nasiona będą miały wysoki wigor. Zdolność kiełkowania jest oceniana w warunkach optymalnych i nie daje pełnej informacji o zachowaniu się nasion w warunkach polowych. Wyniki wigoru mierzonego długością siewki w tym doświadczeniu były zbieżne z wynikami wigoru oznaczonego przez Kulpę (1994) dla pszenżyta podczas wieloletniego przechowywania. We wcześniejszych badaniach dotyczących pszenżyta wykazano obniżanie się wraz z kolejnym stopniem odsiewu wielkości niektórych parametrów wartości siewnej takich jak: masa tysiąca nasion, zawartość pośladu i masa hektolitra. (Małuszyńska, 1993).

Tabela 4

Analiza wariancji cechy sucha masa siewki
Analysis of variance for the dry weight of seedling

Źródło zmienności Source of variability	Stopień swobody Degree of freedom	Suma kwadratów odchyłeń SS	Średni kwadrat odchyłeń MS	F. emp F-statistic
Efekt główny Main effect				
A: Odmiana Variety	1	0,000841	0,000841	0,33 ^{ns}
B: Wariant Variant	1	0,000330028	0,000330028	0,13 ^{ns}
Interakcja Interaction				
A × B	1	0,000981778	0,000981778	0,38 ^{ns}
Błąd losowy Residual	140	0,361711	0,00258365	
Razem Total	143	0,363864		

ns — Nieistotne
ns — Not significant

Tabela 5

Wigor nasion w zależności od roku, odmiany i wariantu (średnie z 3 miejscowości)
Vigour of seeds depending on the year, variety and variant (mean for three locations)

Wariant Variant	Długość siewki (cm) Length of plumula						Sucha masa siewki (g) Dry weight of seedling					
	1998	1999	2000	Bogo	Presto	$\bar{X}$	1998	1999	2000	Bogo	Presto	$\bar{X}$
Kontrola Control	10,3	9,5	12,8	9,5	12,2	10,9	0,29	0,30	0,29	0,30	0,28	0,29
Reprodukcja Reproduction	10,0	9,6	9,6	9,2	10,2	9,7	0,29	0,30	0,30	0,29	0,30	0,30
$\bar{X}$	10,2	9,6	11,2	9,4	11,2	10,3	0,29	0,30	0,30	0,30	0,29	0,30

PODSUMOWANIE

W wyniku trzyletniej reprodukcji wartość siewna nasion pszenżyta ozimego mierzona zdolnością kiełkowania i wigorem nie pogorszyła się. Nasiona odmiany Bogo kiełkowały lepiej niż odmiany Presto, natomiast pod względem wigoru obie odmiany nie różniły się.

LITERATURA

- Dziennik Ustaw nr 108, 2001 poz. 1184 Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 sierpnia 2001 r. w sprawie rejestracji odmian i udzielania ochrony wyłącznego prawa do odmiany oraz wytwarzania i kontroli materiału siewnego.
- International Seed Testing Association. (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing. Edition 2003 effective on 1st January 2003.
- ISTA Handbook of vigour tests methods, 1985 ISTA Secretariat Zurich.
- Krzymuski J. 1994 Optymalizacja częstości wymiany odmian i nasion zbóż. Część 4. Degeneracja nasion. Biul. IHAR 189: 141 — 149.
- Kulpa D. 1994. Ocena zdolności kiełkowania i wigoru przechowywanego ziarna pszenżyta. Biul. IHAR 190: 53 — 59.
- Kwiatkowski J. 2000. Przyczyny i skutki degeneracji pszenżyta. Post. Nauk Rol. 6: 97 — 108.
- Maćkowiak W., Paizert K., Mazurkiewicz L., Woś H. 1993. Osiągnięcia i problemy hodowli pszenżyta w Polsce. Biul. IHAR 187: 143 — 168.
- Małuszyńska E. 1993 Dorodność ziarna pszenżyta ozimego (*X Triticosecale* Wittm.). Biul. IHAR 186: 45 — 55.
- Małuszyńska E., Drzewiecki J., Łapiński B. 2001. Tożsamość roślin nietypowych na podstawie analizy elektroforetycznej i cytogenetycznej ziarniaków. Biul. IHAR 218/219: 251 — 259.
- Moś M. 1994. Porastanie pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie — Rozprawy nr 195: 1 — 50.
- Moś M. 1999. Wpływ uszkodzeń porostowych na wigor ziarniaków pszenżyta. Pam. Puł. 114: 275 — 283.
- Wiewióra B., Małuszyńska E. 2002. Seed health of triticale in multiplication process. Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, Vol. II, June 30 — July 5, 2002 Radzików, Poland: 271 — 275.
- Wolski T. 1989 Metody hodowli pszenżyta. W: Biologia pszenżyta. Cz. Tarkowski (red.), PWN, Warszawa.

PODZIĘKOWANIE

Składam serdeczne podziękowanie Panu dr. Krzysztofowi Klimontowi za prowadzenie doświadczeń polowych i dostarczenie prób nasion do badań.

TOMASZ GÓRAL**EDWARD ARSENIUK**

Zakład Fitopatologii

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Reakcja linii somaklonalnych pszenżyta ozimego na porażenie grzybami z rodzaju *Fusarium* Część I. Fuzarioza kłosów powodowana przez *F. culmorum* W. G. Smith (Sacc.)

Reaction of somaclonal lines of winter triticale to *Fusarium* infection Part I. *Fusarium* head blight caused by *F. culmorum* W. G. Smith (Sacc.)

Badano odporność na fuzariozę kłosa linii somaklonalnych (pokolenia R₁–R₃) pszenżyta ozimego uzyskanych z 20 genotypów wyjściowych. Kłosa inokulowano izolatami *Fusarium culmorum*. Stwierdzono istotne zróżnicowanie nasilenia fuzariozy kłosa pomiędzy genotypami wyjściowymi. Zaobserwowano istotne różnice w reakcji pomiędzy liniami somaklonalnymi uzyskanymi z różnych genotypów wyjściowych, co było rezultatem zróżnicowania tych genotypów, oraz liniami uzyskanymi z różnych kalusów tego samego genotypu wyjściowego. Obserwowano niewielkie różnice pomiędzy średnim nasileniem fuzariozy kłosa dla kolejnych pokoleń linii somaklonalnych, co wskazywało na stabilność reakcji tych linii. Tym niemniej, dla kilku linii somaklonalnych średnie nasilenie choroby malało lub rosło w kolejnych pokoleniach zbliżając się do reakcji genotypu wyjściowego. Uzyskane wyniki wskazują, że możliwa jest trwała poprawa odporności genotypu dzięki wykorzystaniu zmienności somaklonalnej.

Słowa kluczowe: *Fusarium culmorum*, fuzarioza kłosa, *in vitro*, linia somaklonalna, odporność, pszenżyto

Resistance to *Fusarium* head blight of somaclonal lines (generations R₁–R₃) generated from 20 parental genotypes was studied. Heads were artificially inoculated with *Fusarium culmorum* isolates. Significant variation among parental genotypes in the resistance and tolerance to *Fusarium* head blight was found. Somaclonal lines generated from different parental genotypes (of different resistance) and the lines generated from different calli of the same parental genotype varied significantly in the level of resistance. Mean levels of resistance and tolerance for consecutive generations of lines did not differ significantly, which proved the stability of reaction of the lines to head blight. The increase or decrease of resistance to the level determined for parental genotype was observed only with some lines. The results presented in the paper show that the use of somaclonal variation can result in the stable improvement of the genotype resistance.

Key words: *Fusarium culmorum*, head blight, *in vitro*, resistance, somaclonal line, triticale

WSTĘP

Grzyby z rodzaju *Fusarium* porażają zboża w różnych stadiach rozwoju, powodując zgorzel siewek, zgorzel podstawy źdźbła oraz fuzariozę kłosów (Parry i in., 1995). Efektem fuzariozy kłosów może być niedorozwój ziarniaków, pomarszczenie i obniżenie masy tysiąca ziarniaków, zmniejszenie zdolności kiełkowania, zasiedlenie ziarniaków przez *Fusarium* spp. oraz zanieczyszczenie mikotoksynami (Perkowski, 1999).

Wszystkie gatunki zbóż są porażane przez *Fusarium*, jednakże różnią się one średnią reakcją na fuzariozę kłosa i poziomem akumulacji toksyn. Pszenica charakteryzuje się największą podatnością na fuzariozę kłosa oraz akumuluje największe ilości deoksyniwalenolu (DON) w ziarnie (Góral i in., 1995; Miedaner i in., 2001). Pszenżyto i żyto są średnio odporniejsze od pszenicy, jednakże obserwuje się szeroką zmienność odporności i poziomu akumulacji toksyn u tych gatunków. Miedaner i wsp. (2001) stwierdzili, że żyto było porażane przez fuzariozę w podobnym stopniu jak pszenica, jednakże akumulowało dwukrotnie mniej DON-u w ziarnie. Pszenżyto było porażane najslabiej i akumulowało podobne ilości DON-u w ziarnie jak żyto. Wśród polskich genotypów tych zbóż Góral i wsp. (1995) zaobserwowali, że pszenica była najbardziej podatna na fuzariozę kłosów i akumulację DON-u. Genotypy pszenżyta i żyta miały podobną odporność na fuzariozę kłosa, jednakże żyto akumulowało mniej toksyn fuzaryjnych.

Hodowla odmian zbóż odpornych na porażenie przez *Fusarium* spp. może być efektywnym środkiem ochrony przed spadkami plonu powodowanymi przez choroby fuzaryjne (Miedaner, 1997; Góral i in., 2002 a). Uprawa odmian odpornych może zabezpieczyć również przed zanieczyszczeniem ziarna mikotoksynami, które obserwuje się już przy niewielkim porażeniu roślin, praktycznie niezauważalnym dla producenta zbóż, a występującym dość powszechnie (Perkowski, 1999).

Hodowla odpornościowa roślin wymaga istnienia odpowiednio szerokiej zmienności genetycznej. Dla jej poszerzania stosowano dzikie formy, czasem niespokrewnione, oraz techniki mutacyjne. W ostatnich latach pojawiło się nowe źródło możliwej do wykorzystania zmienności tj. zmienność indukowana w komórkowych lub tkankowych kulturach, określona jako somaklonalna (Liang i McHughen, 1987; Semal i in., 1988). Zmienność ta jest w większości przypadków dziedziczna i obejmuje również odporność na choroby (Larkin i in., 1984; Breiman i in., 1987 b; Van den Bulk, 1991; Arseniuk, 1994). Daje to możliwość wykorzystania tego zjawiska w hodowli odpornościowej. Przy czym można poszukiwać form odpornych wśród roślin zregenerowanych lub prowadzić selekcję genotypów *in vitro* z zastosowaniem czynnika selekcyjnego, takiego jak inokulum patogena, mikotoksyny lub filtry kultury patogena (Semal i in., 1988; Ahmed i in., 1991; Van den Bulk, 1991; Bruins i in., 1993; Arseniuk i in., 1998; Góral i in., 2002 b). Co do istnienia zmienności somaklonalnej powstającej bez udziału czynnika selekcyjnego istnieją rozbieżne opinie. Chowdhury i Vasil (1993) nie stwierdzili istotnego wpływu kultury *in vitro* na zmienność mitochondrialnego DNA trzciny cukrowej. Jednakże Chowdhury i wsp. (1994) badając mtDNA czterech odmian pszenicy oraz regenerantów stwierdzili istnienie takiej zmienności. Wystąpiła ona tylko u regenerantów uzyskanych z dwóch odmian.

Brettell i wsp. (1986) badali somaklonalną zmienność regenerantów pszenżyta uzyskanych metodą niedojrzałych zarodków. Autorzy stwierdzili stabilność genów rRNA (*loci Nor*), z jednym wyjątkiem: jeden z somaklonów wykazał odziedziczoną zmienność zarówno na poziomie DNA, jak i chromosomowym. Podobnie Breiman i wsp. (1987) analizując linie somaklonalne trzech odmian pszenicy znaleźli zmienność indukowaną przez kulturę *in vitro*, w *loci Nor* u regenerantów uzyskanych z jednej z badanych odmian. Wcześniejsze badania Laptiana i wsp. (1984) pokazały, że kultury *in vitro* prowadzą do powstawania znacznej liczby zmian strukturalnych w kariotypie regenerantów uzyskanych mieszańców pszenica × żyto.

Celem pracy było zbadanie zakresu zmienności reakcji linii somaklonalnych pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosa powodowaną przez *Fusarium culmorum*. Reakcja linii somaklonalnych porównywana była z reakcją form konwencjonalnych pszenżyta, z których linie te zostały uzyskane. Pozwoliło to na stwierdzenie czy w badanym materiale istnieje zmienność powstająca na skutek regeneracji genotypów pszenżyta w kulturach *in vitro*, określana jako zmienność somaklonalna.

MATERIAŁ I METODY

Izolaty *Fusarium* spp.

Do przeprowadzenia badań nad odpornością pszenżyta ozimego na fuzariozy wybrany został gatunek *F. culmorum*. Jest to gatunek najczęściej występujący w Polsce na porażonych kłosach zbóż oraz powodujący zgorzele siewek i podstawy źdźbła pszenicy. *F. culmorum* jest gatunkiem silnie patogenicznym, wytwarzającym mikotoksyny z grupy trichotecenów (deoksyniwalenol i pochodne oraz niwalenol).

Izolaty *F. culmorum* uzyskane zostały z porażonego ziarna pszenżyta i pszenicy. Izolaty te przechowywane były w temperaturze 5°C na skosach agarowych z liśćmi goździka (pożywka CLA). Do doświadczeń wybrane zostały izolaty o wysokiej patogeniczności przetestowanej na siewkach pszenżyta, wytwarzające deoksyniwalenol (Góral i in., 2002 b).

Materiał roślinny

W doświadczeniach testowana był odporność linii somaklonalnych oraz genotypów wyjściowych pszenżyta ozimego (Almo, Bolero, Dagro, Grado, Lasko, Malno, Moniko, Presto, Ugo, CHD = CHD 470/85, GRH 32-1, LAD-285, MAH 15668-1 = MAH 2, MAH 15833-1/4 = MAH 3, MAH 6353-108 = MAH 1, T/8, T/9, T/28, T/47, TSW = TSW2.742.85). Linie somaklonalne zostały uzyskane *in vitro* techniką niedojrzałych zarodków (Arseniuk i in., 1998). Pochodziły one zarówno z kalusa wytworzonego z jednego zarodka, jak i z kalusów z różnych zarodków. W ramach linii uzyskanych z danego genotypu linie z tego samego kalusa określone zostały jako grupa linii.

Doświadczenia polowe

Linie somaklonalne i genotypy wyjściowe wysiane zostały w doświadczeniu polowym w dwóch powtórzeniach w dwóch kolejnych latach. Każde powtórzenie składało się z dwóch pasów — pasa obiektów inokulowanych oraz pasa obiektów chronionych fungicydami, stanowiącego kontrolę. W doświadczeniach wysiano ziarno linii pokoleń R₁,

R₂ i R₃. Wszystkie obiekty (kontrola i inokulowane) chronione były do fazy kłoszenia fungicydem zwalczającym patogeny liści (Tilt Plus 400 EC). Po wykłoszeniu tylko obiekty kontrolne chronione były fungicydem zwalczającym fuzariozę kłosa (Tilt CB 37,5 WP).

Materiał infekcyjny, który stanowiły zarodniki konidialne *Fusarium culmorum*, produkowano na ziarnie pszenżyta. Pszenżyto inokulowane było w stadium pełni kwitnienia przez opryskanie kłosów zawiesiną zarodników o gęstości ok. 2×10^6 zar./ml. Inokulum zostało sporządzone z mieszaniny kilku izolatów. Inokulacja przeprowadzana była późnym wieczorem w celu zapewnienia utrzymywania się wysokiej wilgotności w łanie.

Nasilenie fuzariozy kłosów oceniane było od momentu ukazania się pierwszych objawów choroby tj. bielenia pojedynczych kłosek. Przeprowadzone zostały cztery obserwacje w odstępach 7–10 dni. Określany był udział kłosów z objawami porażenia w ogólnej liczbie kłosów na poletku (FHBI) oraz liczba porażonych kłosek w kłosie (FHBS) (brane pod uwagę były tylko kłosa z objawami choroby). Mierniki te posłużyły do wyliczenia indeksu fuzariozy kłosów (DI) według formuły: $DI(\%) = FHBI \times FHBS$.

Z każdego poletka zbierano po 30 losowo wybranych kłosów. Następnie oznaczana była względna redukcja składników struktury plonu w porównaniu z kontrolą: masa ziarna z kłosa (MZK), liczba ziarniaków w kłosie (LZK), masa tysiąca ziarniaków (MTZ), masa objętościowa ziarna. Ziarniaki wykładane były na pożywkę selektywną SFA (Burgess i in., 1994) w celu określenia stopnia porażenia ziarna przez *F. culmorum*.

Analiza wyników

Zastosowano analizę wariancji jedynie dla danych dotyczących genotypów wyjściowych. Dane dla linii analizowano konstruując przedziały ufności i tolerancji. Przedziały te określano dla średnich wartości wszystkich zastosowanych mierników dla linii wytworzonych z danego genotypu wyjściowego.

Przedziały obliczono jak następuje: przedział ufności $P(Y_{\text{sr}} - t_{0,05;v}S_Y < \mu < Y_{\text{sr}} + t_{0,05;v}S_Y) = 0,95$; przedział tolerancji $Y_{\text{sr}} \pm S_Y$, gdzie Y_{sr} — średnia linii, S_Y — odchylenie standardowe, t — wartość testu t-Studenta.

WYNIKI

Stwierdzono istotne zróżnicowanie reakcji na fuzariozę kłosa pomiędzy genotypami wyjściowymi w następujących zakresach: indeks fuzariozy kłosa od 3,5% do 26,0%; porażenie ziarna od 36,7% do 80,0%; redukcja masy ziarna z kłosa od 21,1% do 69,0%; redukcja masy 1000 ziarniaków od 0 do 35,0%; redukcja masy objętościowej ziarna od 1,5% do 15,0%; redukcja liczby ziarniaków w kłosie od 21,6% do 58,1% (rys. 1–6).

Zaobserwowano istotne różnice w reakcji pomiędzy:

- liniami somaklonalnymi uzyskanymi z różnych genotypów wyjściowych (co było rezultatem zróżnicowania genotypów wyjściowych),
- liniami uzyskanymi z różnych kalusów tego samego genotypu wyjściowego (grupami linii), np. MAH 3 10/1-7 i 6/15, Presto 3/1 i 14/2-4, Malno 2/1-4 i 8/1-3, Moniko 1/1-4 i 8/1-3,
- pomiędzy liniami uzyskanymi z jednego kalusa, np. MAH 1 14/1 i 14/3, T/28 1/4 i 1/6.

Należy dodać, że zróżnicowanie pomiędzy liniami uzyskanymi z różnych kalusów tego samego genotypu wyjściowego występowało znacznie częściej niż pomiędzy liniami uzyskanymi z jednego kalusa.

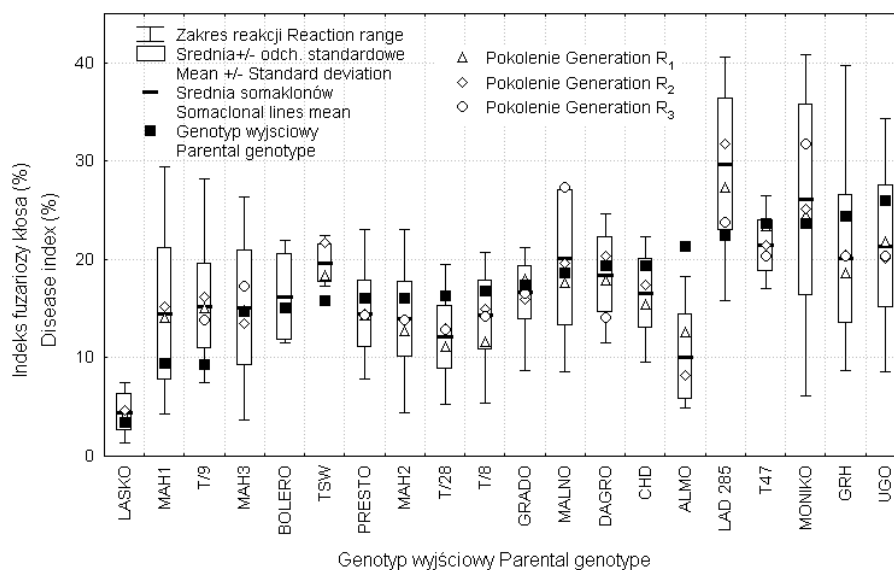
Termin kwitnienia większości linii somaklonalnych był średnio wcześniejszy o jeden dzień od terminu kwitnienia genotypów wyjściowych. Największą różnicę obserwowano dla linii uzyskanych z genotypu T/28, które były średnio o 2,8 dnia wcześniejsze od formy rodzicielskiej. Najmniejsze różnice znaleziono dla linii uzyskanych z genotypów Presto, Dagro, LAD-285 i Ugo. Najwyższe wartości współczynników zmienności terminu kwitnienia zanotowano dla linii uzyskanych z genotypów Dagro (12,1%), Almo (11,1%) i T/28 (10,4%).

Wśród linii somaklonalnych wytworzonych z genotypów wyjściowych Almo, Malno, Moniko, Presto, Ugo, GRH 32-1, MAH 2, MAH 3, T/8, T/28 znaleziono formy o istotnie obniżonej podatności na fuzariozę kłosa, mimo braku istotnych różnic pomiędzy reakcją genotypu wyjściowego i średnią reakcją większości linii (rys. 1).

Tabela 1

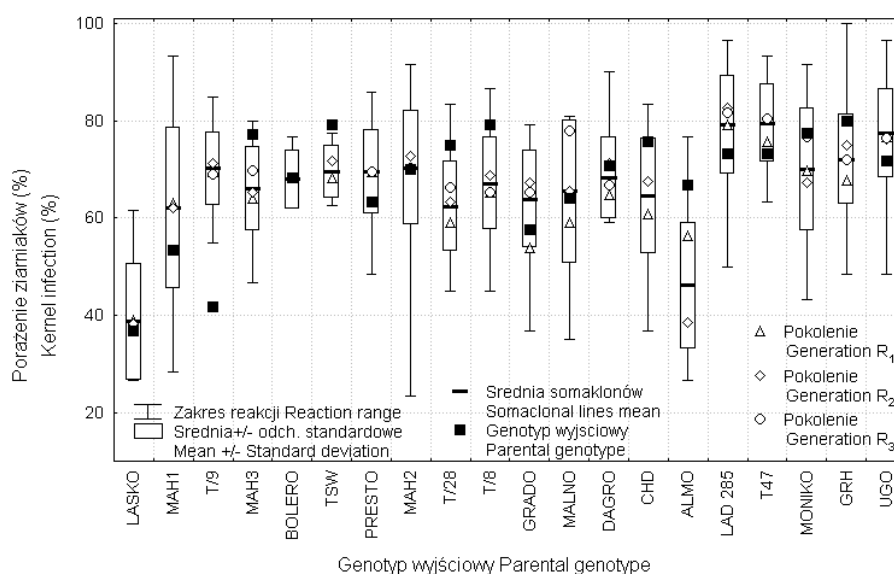
Porównanie reakcji linii somaklonalnych pszenżyta ozimego w trzech kolejnych pokoleniach na porażenie kłosów przez *F. culmorum*
Comparison of reaction to head infection with *F. culmorum* of somaclonal lines of winter triticale in three consecutive generations

	Genotypy wyjściowe Parental genotypes	Pokolenie Generation			Odchylenie standardowe Standard deviation
		R ₁	R ₂	R ₃	
Termin kwitnienia (dni od 1.06) Flowering date (days from 06/1)	13,3	12,3	12,8	12,7	1,2
FHBS (%)	25,0	25,8	26,0	25,3	8,2
% genotypu wyjściowego % of parental genotype	—	103,0	105,3	100,7	32,4
FHBI (%)	57,3	55,3	58,0	60,4	10,4
% genotypu wyjściowego % of parental genotype	-	95,5	100,8	102,3	19,3
Indeks fuzariozy kłosa Disease index (%)	17,5	17,4	17,8	17,2	7,2
% genotypu wyjściowego % of parental genotype	—	100,0	104,5	98,4	42,7
Porażenie ziarna Kernel infection (%)	67,7	67,3	70,0	71,3	12,5
% genotypu wyjściowego % of parental genotype	—	102,4	105,6	107,6	28,3
Redukcja MZK Yield reduction (%)	52,5	45,1	47,0	49,3	12,8
Redukcja MTZ TKW reduction (%)	21,8	19,8	19,8	20,0	8,1
Redukcja masy obj. Specific weight reduction (%)	10,5	6,0	5,7	5,7	6,5
Redukcja LZK Kernel no. reduction (%)	40,7	32,5	35,1	37,6	12,7



Rys. 1. Reakcja linii somaklonalnych (pokolenia R₁ – R₃) pszenżyta ozimego na inokulację kłosów izolatami *Fusarium culmorum*

Fig. 1. Reaction of somaclonal lines (generations R₁ – R₃) of winter triticale to head inoculation with isolates of *Fusarium culmorum*



Rys. 2. Porażenie ziarniaków linii somaklonalnych (pokolenia R₁–R₃) pszenżyta ozimego przez *Fusarium culmorum*

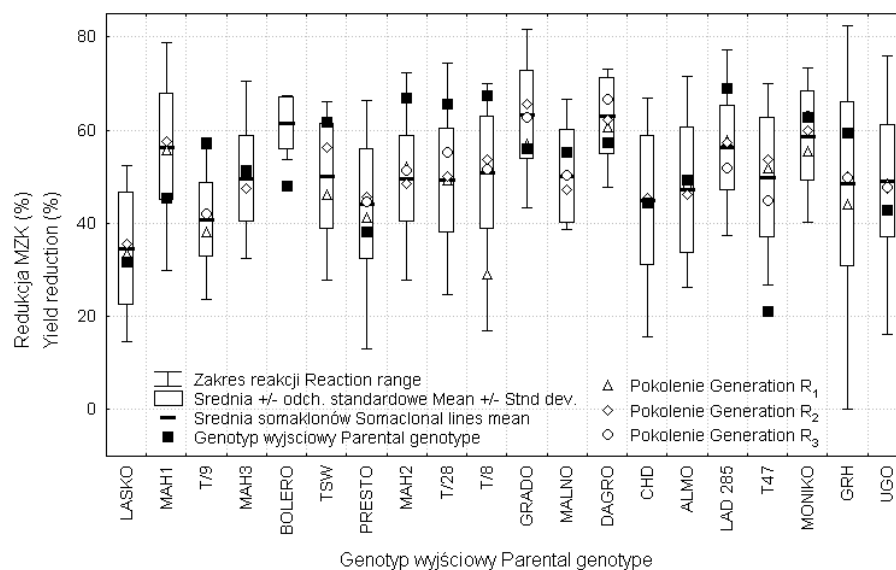
Fig. 2. *Fusarium culmorum* infection of kernels in somaclonal lines (generations R₁–R₃) of winter triticale

Linie uzyskane z Bolero, Grado, Dagro, Lasko, CHD 470/85, T47 wykazały reakcję zbliżoną do reakcji genotypów wyjściowych. Natomiast linie uzyskane z LAD 285, MAH 3, MAH 1, T/9, TSW wykazały podatność istotnie wyższą w porównaniu z genotypem wyjściowym.

Współczynnik zmienności indeksu fuzariozy kłosa (DI) mieścił się w zakresie od 44,0% (MAH 1) do 9,5% (TSW). Najniższa względna wartość reakcji w odniesieniu do genotypu wyjściowego wyniosła dla 23,2% (Almo), natomiast najwyższa 310,7% (MAH 1). Dla stopnia porażenia ziarna współczynnik zmienności reakcji linii mieścił się w zakresie 29,7% (Lasko) do 7,3% (TSW) i był około dwukrotnie niższy niż dla indeksu fuzariozy kłosa (rys. 2). Najniższa względna wartość porażenia w odniesieniu do genotypu wyjściowego została stwierdzona dla linii MAH 2, a najwyższa dla T/9 i wyniosła odpowiednio 33,3% i 204,0%.

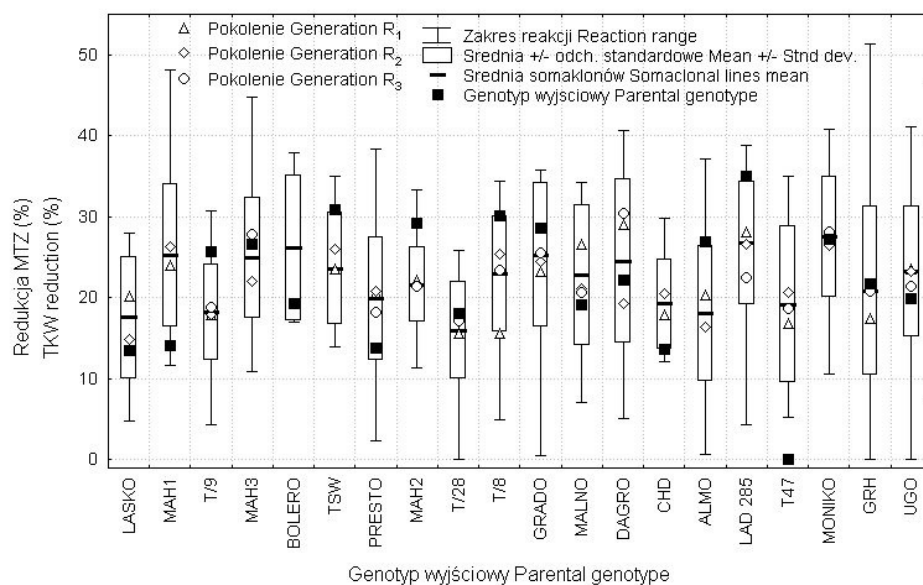
Istotnie niższą średnią redukcję składników struktury plonu obserwowano u linii somaklonalnych uzyskanych z 7 genotypów — Almo (MTZ, masa objętościowa), LAD 285 (LZK), MAH 2, T/9, TSW, T/8 (MZK, LZK), T/28 (rys. 3–6). Wśród linii uzyskanych z 4 genotypów znaleziono grupy linii o istotnie niższej redukcji składników struktury plonu — Malno (LZK), Presto, Ugo (LZK), GRH 32-1. Pozostałe linie charakteryzowały się tolerancją zbliżoną do tolerancji genotypów wyjściowych lub tolerancją istotnie niższą — Bolero (MZK, LZK), Grado (LZK), MAH 1 (MZK, MTZ), T/47. Współczynniki zmienności dla redukcji składników struktury plonu były wyższe od współczynników dla mierników nasilenia fuzariozy kłosa. Najwyższe wartości zanotowano dla redukcji masy objętościowej. Obserwowano tu zarówno brak redukcji jak i redukcję masy dochodzącą do 60%. Minimalne wartości redukcji składników struktury plonu były dużo niższe od tych wartości dla genotypów wyjściowych (rys. 3–6). Wyjątek stanowiły: MAH 1, Bolero, T/47 dla redukcji MZK; MAH 1, Presto, CHD 470/85, T/47 dla RMTZ; Bolero, Grado, T/47 dla redukcji LZK oraz Lasko, Bolero, T/47 dla redukcji masy objętościowej. Wśród linii uzyskanych z genotypów wyjściowych T/28, Almo, GRH 32-1, Ugo, CHD 470/85, Lasko, MAH 1, T/9, MAH 2 znaleziono formy charakteryzujące się brakiem redukcji przynajmniej jednego ze składników struktury plonu (z wyjątkiem MZK). Wskazuje to, że możliwe jest znalezienie linii o zwiększonej, w porównaniu z genotypem wyjściowym, tolerancji na porażenie fuzariozą kłosa.

Reakcja genotypu wyjściowego nie wychodziła w większości przypadków poza zakres zmienności linii somaklonalnych uzyskanych z tego genotypu (rys. 1–6). Obserwowano niewielkie różnice pomiędzy średnimi wartościami reakcji na fuzariozę kłosa i redukcji składników struktury plonu dla kolejnych pokoleń (R_1 – R_3) linii (tab. 1). Wskazywałoby to na stabilność reakcji linii. Tym niemniej u części linii obserwowano tendencję do zmiany (wzrostu lub spadku) podatności w kolejnych pokoleniach w kierunku podatności genotypu wyjściowego (MAH 2, MAH 3, T/9, T/28).



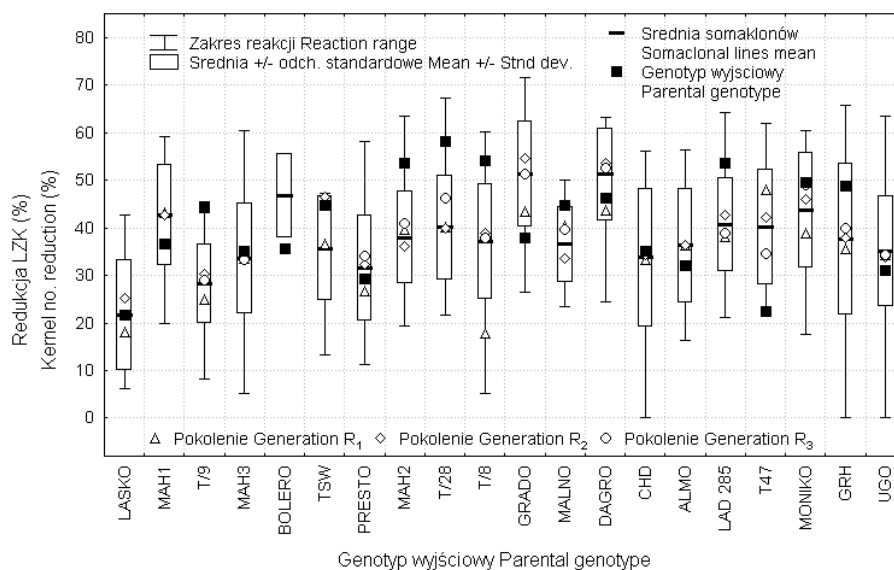
Rys. 3. Redukcja masy ziarniaków z kłosa linii somaklonalnych (pokolenia R₁–R₃) pszenżyta ozimego porażonych przez *Fusarium culmorum*

Fig. 3. Reduction of grain yield of somaclonal lines (generations R₁–R₃) of winter triticale infected with *Fusarium culmorum*

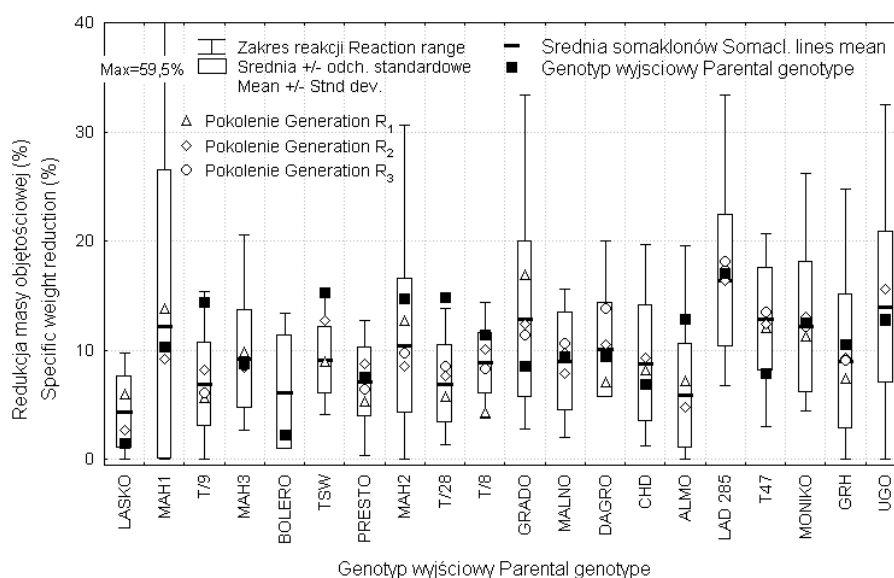


Rys. 4. Redukcja masy tysiąca ziarniaków linii somaklonalnych (pokolenia R₁–R₃) pszenżyta ozimego porażonych przez *Fusarium culmorum*

Fig. 4. Reduction of thousand kernels weight in somaclonal lines (generations R₁–R₃) of winter triticale infected with *Fusarium culmorum*



Rys. 5. Redukcja liczby ziarniaków w kłosie linii somaklonalnych (pokolenia R₁ – R₃) pszenżyta ozimego porażonych przez *Fusarium culmorum*
Fig. 5. Reduction of a number of kernels per head in somaclonal lines (generations R₁ – R₃) of winter triticale infected with *Fusarium culmorum*



Rys. 6. Redukcja masy objętościowej ziarniaka linii somaklonalnych (pokolenia R₁–R₃) pszenżyta ozimego porażonych przez *Fusarium culmorum*
Fig. 6. Reduction of specific kernel weight in somaclonal lines (generations R₁–R₃) of winter triticale infected with *Fusarium culmorum*

Ze względu na dużą liczbę stopni swobody wszystkie współczynniki korelacji pomiędzy miernikami reakcji na fuzariozę kłosa dla linii somaklonalnych okazały się istotne statystycznie (tab. 2). Najwyższe wartości współczynników korelacji uzyskano dla korelacji pomiędzy liczbą kłosów porażonych i indeksem fuzariozy kłosa a porażeniem ziarna. Jeżeli chodzi o redukcję składników struktury plonu to najwyższe współczynniki korelacji z miernikami nasilenia fuzariozy kłosa uzyskano dla redukcji masy objętościowej ziarniaków.

Tabela 2

Współczynniki korelacji mierników nasilenia fuzariozy kłosa i redukcji składników struktury plonu
Coefficients of correlation of *Fusarium* head blight severity parameters and reductions of yield components

	FHBS	FHBI	Indeks choroby Disease index	Porażenie ziarna Seed infection	Redukcja MZK Yield reduction	Redukcja MTZ TKW reduction	Redukcja masy obj. Specific weight reduction
linie somaklonalne (współczynniki korelacji istotne przy $p < 0,01$, $n = 550$) somaclonal lines (coefficients significant at $p < 0,01$, $n = 550$)							
FHBS	0,626						
Indeks fuzariozy kłosa Disease index	0,967	0,743					
Porażenie ziarna Seed infection	0,571	0,682	0,645				
Redukcja MZK Yield reduction	0,360	0,237	0,359	0,251			
Redukcja MTZ TKW reduction	0,353	0,191	0,355	0,239	0,632		
Redukcja masy obj. Specific weight reduction	0,466	0,376	0,489	0,420	0,503	0,489	
Redukcja LZK Kernel no. reduction	0,276	0,196	0,271	0,188	0,909	0,291	0,401
genotypy wyjściowe (** współczynniki korelacji istotne przy $p < 0,01$, $n = 20$) parental genotypes (**coefficients significant at $p < 0,01$, $n = 20$)							
FHBS	0,713**						
Indeks fuzariozy kłosa Disease index	0,968**	0,843**					
Porażenie ziarna Seed infection	0,679**	0,686**	0,745**				
Redukcja MZK Yield reduction	0,137	0,112	0,139	0,361			
Redukcja MTZ TKW reduction	0,058	0,014	0,082	0,211	0,847**		
Redukcja masy obj. Specific weight reduction	0,365	0,296	0,351	0,335	0,668**	0,579**	
Redukcja LZK Kernel no. reduction	0,208	0,166	0,191	0,418	0,945**	0,644**	0,672*

Dla genotypów wyjściowych stwierdzono istotność korelacji pomiędzy nasileniem choroby na kłosie a porażeniem ziarna przez *Fusarium culmorum*. Natomiast współczyn-

niki korelacji pomiędzy nasileniem choroby na kłosie a redukcją składników struktury plonu były nieistotne statystycznie i przyjmowały niższe wartości niż dla linii. Jedynie dla redukcji masy objętościowej ziarniaków wartości tych współczynników były zbliżone do tych uzyskanych dla linii. Wyniki te wskazują, że najbardziej stabilnym miernikiem redukcji plonu na skutek porażenia kłosa przez *F. culmorum* okazała się redukcja masy objętościowej ziarniaków.

DYSKUSJA

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki wskazują, że somatyczna embriogeneza powoduje powstanie zmienności reakcji na fuzariozę kłosów wśród genotypów pszenżyta ozimego. Stwierdzono, że do pokolenia R₃ reakcja większości linii pszenżyta na porażenie kłosa przez *Fusarium culmorum* była stabilna. Jedynie u części linii obserwowano w kolejnych pokoleniach zmianę reakcji w kierunku reakcji genotypu wyjściowego. Podobne wyniki uzyskali Arseniuk i wsp. (1998) badając odporność linii somaklonalnych pszenżyta na septoriozę liści (*Stagonospora nodorum*).

Efekty zastosowania kultur *in vitro* do tworzenia zmienności odporności na choroby są trudne do przewidzenia. Zmienność somaklonalna jest dwukierunkowa tzn. prowadzi do wzrostu lub spadku odporności linii somaklonalnych w stosunku do genotypu wyjściowego (Ahmed i in., 1996, Arseniuk i in., 1998). Przykładem tego zjawiska w niniejszej pracy może być odmiana pszenżyta Almo. Wszystkie linie somaklonalne uzyskane z tej odmiany okazały się być mniej podatne od genotypu wyjściowego. Natomiast w przypadku linii LAD-285, stwierdzono, że wszystkie linie somaklonalne charakteryzowały się zwiększoną podatnością na fuzariozę kłosa. Dla pozostałych genotypów wyjściowych znaleziono wśród linii zarówno typy zwiększonej jak i obniżonej podatności.

Uzyskanie poprawy jednej określonej cechy (np. odporności na fuzariozę kłosa) wymagałoby przebadania bardzo dużej populacji zregenerowanych roślin. Wydaje się, że lepsze rezultaty przynieść może połączenie wytwarzania linii z selekcją *in vitro*. W przypadku fuzariozy kłosa jako czynnik selekcyjny posłużyć może mikotoksyna deoksyniwalenol. Deoksyniwalenol (DON) jest jedna z głównych toksyn produkowanych przez *Fusarium graminearum* i *F. culmorum*, główne patogeny fuzaryjne zbóż. Opublikowano już wyniki badań nad zastosowaniem DON-u do selekcji form odpornych pszenicy i pszenżyta *in vitro* (Posslet i Altpeter, 1994; Ahmed i in., 1996, Yang i in., 1998; Góral i in., 2000). Autorzy tych prac uzyskali formy o zwiększonej odporności na fuzariozę kłosa i pleśń śniegową. Z drugiej jednak strony Ahmed i wsp. (1994) stwierdzili, że również wśród linii somaklonalnych uzyskanych z niselekcjonowanych kalusów można znaleźć formy o odporności wyższej od odporności genotypów wyjściowych. Natomiast Hessemann i Maier (1998) nie obserwowali istotnej zmienności somaklonalnej u dojrzałych roślin pszenżyta, występowała ona jedynie na poziomie kalusa. Nie stwierdzili również wpływu selekcji kalusa z zastosowaniem DON-u na odporność zregenerowanych roślin w warunkach polowych.

Przedstawione wyniki wskazują, że efekty wykorzystania somatycznej embriogenezy w postaci zwiększonej lub zmniejszonej odporności zależą ściśle od zastosowanego genotypu pszenżyta. Chowdhury i wsp. (1994) wysnuwają wniosek, że istnienie lub brak zmienności somaklonalnej jest w dużym stopniu zależne od źródła eksplantatów, metody regeneracji (embriogeneza somatyczna lub organogeneza) oraz źródła regenerantów (kalus, protoplasty, zawiesina komórkowa). Obserwowana zmienność może również wynikać z przeniesienia zmienności z formy rodzicielskiej (Brettell i in., 1986). Jednakże nie obserwowano w niniejszej pracy związku pomiędzy odpornością genotypu wyjściowego a zróżnicowaniem odporności wśród linii somaklonalnych uzyskanych z tego genotypu. Uzyskanie form o istotnie zwiększonej odporności zależy przede wszystkim od zakresu zmienności somaklonalnej uzyskanej dla danego genotypu.

Poważnym problemem wynikającym ze stosowania kultur *in vitro* jest to, że materiał roślinny uzyskany tą drogą wykazuje niekorzystne zmiany wielu ważnych cech agronomicznych, co objawia się np. skróceniem źdźbła, obniżeniem plonu, zmniejszeniem ziarniaków. Zjawiska te opisane zostały w wielu publikacjach dotyczących zmienności somaklonalnej u zbóż (Symillides i in., 1995; Karp, 1995; Arseniuk i in., 1998; Bretziger i in., 1998, Ivanov i in., 1998).

WNIOSKI

1. Stwierdzono istnienie zmienności reakcji na porażenie kłosa przez *F. culmorum* wśród linii somaklonalnych uzyskanych z genotypów pszenżyta ozimego.
2. Największa zmienność somaklonalna wystąpiła pomiędzy liniami uzyskanymi z różnych kalusów tego samego genotypu wyjściowego, co wskazuje, że zmienność tworzy się głównie w fazie wzrostu kalusa.
3. Poszczególne genotypy wyjściowe różniły się w istotny sposób zakresem zmienności somaklonalnej podatności na fuzariozę kłosa obserwowanej wśród linii z nich uzyskanych.
4. Najwyższe współczynniki zmienności somaklonalnej stwierdzono dla redukcji masy objętościowej ziarniaków i indeksu fuzariozy kłosa; najniższy dla stopnia porażenia ziarna przez *F. culmorum*.
5. Obserwowana zmienność podatności lini pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosa powodowaną przez *F. culmorum* była stabilna w kolejnych pokoleniach R₁-R₃. Wskazuje to, że możliwa jest trwała poprawa odporności tego zboża dzięki wykorzystaniu zmienności somaklonalnej.

LITERATURA

- Adkins S. W., Kunanuvatchaidach R., Godwin I. D. 1995, Somaclonal variation in rice — drought tolerance and other agronomic characters. *Aust. J. Bot.* 43: 201 — 209.
- Ahmed, K. Z., A. Mesterhazy, T. Bartok, Sagi F. 1996. *In vitro* techniques for selecting wheat (*Triticum aestivum* L.) for *Fusarium*-resistance. II. Culture filtrate technique and inheritance of *Fusarium*-resistance in the somaclones. *Euphytica* 91: 341 — 349.

- Arseniuk E., Czembor H. J., Zimny J., Scharen A. L., Laudański Z. 1998. Somaclonal variation as a tool for improvement of triticale resistance to *Stagonospora nodorum*. Proc. 4th International Triticale Symp., July 26-31, 1998, Red Deer, Canada: 124 — 147.
- Breiman A., Rotem-Abarbanell D., Karp A., Shaskin H. 1987. Heritable somaclonal variation in wild barley (*Hordeum sponatneum*). Theor. Appl. Genet. 74: 104 — 112.
- Brettell R. I. S., Pallotta M. A., Gustafson J. P., Appels R. 1986. Variation at the *Nor* loci in triticale derived from tissue culture. Theor. Appl. Genet. 71: 637 — 643.
- Bretzinger P., Halbert S. E., Lemaux P. G. 1998. Somaclonal variation in the progeny of transgenic barley. Theor. Appl. Genet 96: 421 — 425.
- Bruins M. B. M., Karsai I., Schepers J., Snijders C. H. A. 1993. Phytotoxicity of deoxynivalenol to wheat tissue with regard to *in vitro* selection for *Fusarium* head blight resistance. Plant Sci. 94: 195 — 206.
- Burgess L. W., Summerell B. A., Bullock S., Gott K. P., Backhouse D. 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research. Third ed. University of Sydney, Australia.
- Chowdhury M. K. U., Vasil I. K. 1993. Molecular analysis of plants regenerated from embryogenic cultures of hybrid sugarcane cultivars (*Saccharum* spp.). 86: 181 — 188.
- Chowdhury M. K. U., Vasil V., Vasil I. K. 1994. Molecular analysis of plants regenerated from embryogenic cultures of wheat (*Triticum aestivum* L.). Theor. Appl. Genet. 87: 821 — 828.
- Góral T., Foremska E., Chełkowski J., Arseniuk E. 1995. Charakterystyka odmian pszenżyta, pszenicy i żyta pod względem odporności i tolerancji na porażenie kłosa przez *Fusarium* spp. Biuletyn IHAR 195/196: 251 — 259.
- Góral T., Perkowski J., Stachowiak J., Arseniuk E. 2000. Podatność na fuzariozę kłosów (*Fusarium culmorum*) oraz akumulacja deoksyniwaleolu w ziarnie linii somaklonalnych uzyskanych z odmian pszenżyta ozimego Moniko i Presto. Fol. Univ. Agric. Stetin. 82: 73 — 78.
- Góral T., Buśko M., Cichy H., Jackowiak H., Perkowski J. 2002. Resistance of winter triticale lines and cultivars to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation in kernels. J. Appl. Genet 43A: 237 — 248
- Góral T., Perkowski J., Arseniuk E. 2002. Study on *Fusarium* head blight of winter triticale. Proc. 5th International Triticale Symposium, June 30–July 5, 2002, Radzików, Poland, Vol. I: 179 — 184.
- Hesseemann C. U., Maier F. J. 1998. Application of biotechnological methods as tissue and suspension culture techniques in triticale. Proc. 4th International Triticale Symp., July 26-31, 1998, Red Deer, Canada: 30 — 37.
- Ivanov P., Atanasov Z., Milkova V., Nikolova L. 1998. Culture selected somaclonal variation in five *Triticum aestivum* L. genotypes. Euphytica 104: 167 — 172.
- Karp A. 1995. Somaclonal variation as a tool for crop improvement. Euphytica 85: 295 — 302.
- Lapitan N. L. V., Sears R. G., Gill B. S. 1984. Translocations and other karyotypic structural changes in wheat × rye hybrids regenerated from tissue culture. Theor. Appl. Genet. 68: 547 — 554.
- Larkin P. J., Ryan S. A., Brettell R. I. S., Scowcroft W. R. 1984. Heritable somaclonal variation in wheat. Theor. Appl. Genet. 67: 443 — 455.
- Liang G. H., McHughen A. 1987. Novel approaches to wheat improvement. Wheat and wheat improvement. Agronomy Monograph 13: 472 — 488.
- Maier F. J., Oettler G. 1996. Genetic variation for head blight resistance in triticale caused by *Fusarium graminearum* isolates of different deoxynivalenol production. Euphytica 89: 387 — 394.
- Miedaner T. 1997. Breeding wheat and rye for resistance to *Fusarium* diseases. Plant Breeding 116: 201 — 220.
- Miedaner T., Reinbrecht C., Lauber U., Schollenberger M., Geiger H. 2001. Effects of genotype and genotype-environment interaction on deoxynivalenol accumulation and resistance to *Fusarium* head blight in rye, triticale, and wheat. Plant Breeding 120: 97 — 105.
- Parry D. W., Jenkinson P., McLeod L. 1995. *Fusarium* ear scab in small grain cereals — a review. Plant Pathol. 44: 207 — 238.
- Perkowski J. 1999. Badania zawartości toksyn fuzaryjnych w ziarnie zbóż. Roczn. AR w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, Zeszyt 295.

- Posslet U. K., Altpeter F. 1994. Improvement of snow mould resistance by conventional and *in vitro* techniques. Euphytica 77: 251 — 255.
- Semal J., Kummert P., Lepoivre P., Meulemans, Viseur J., Anceau C. 1988. *In vitro* cultures producing pathogen-free plants and selecting disease resistant genotypes. Bull. Rech. Agron. Gembloux 23: 261 — 269.
- Symillides Y., Henry Y., De Buyser J. 1995. Analysis of Chinese Spring regenerants obtained from short- and long-term wheat somatic embryogenesis. Euphytica 82: 263 — 268.
- Van den Bulk R.W. 1991. Application of cell and tissue culture and *in vitro* selection for disease resistance breeding — a review. Euphytica 56: 269 — 285.
- Yang Z. P., Yang X. Y., Huang D. C. 1998. Studies on somaclonal variants for resistance to scab in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) through *in vitro* selection for tolerance to deoxynivalenol. Euphytica 101: 213 — 219.

BOGUSŁAW ŁAPIŃSKIKrajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Anomalny powrót do kariotypów rodzicielskich w pokoleniu F₂ mieszańców pszenżyta tetraploidalnego z żytem tetraploidalnym

Anomalous restoration of parental karyotypes in F₂ progeny of some crosses between tetraploid triticale and tetraploid rye

W potomstwach czterech mieszańców F₁ tetraploidalnych form pszenżyta ($2n = 28$) z żytem tetraploidalnym ($4n = 28$), liczących łącznie 128 roślin, otrzymano jedynie dwie rośliny żyta $4n$. Pozostałe rośliny były pszenżytem, tetraploidalnym z wyjątkiem jednego osobnika z 38 chromosomami. Dokładnie zanalizowano metodą Giemsa liczbę chromosomów żyta i pszenicy u 57 roślin, w tym u 32 uzyskanych z kontrolowanego samozapylenia pokolenia F₁. Ponad 90% roślin pszenżyta miało pełny zestaw 14 chromosomów pszenicy, w pozostałych jeden lub dwa z nich były zastąpione przez chromosomy żyta. Brak było form substytucyjnych z większym udziałem chromosomów żyta, nie wykryto też międzygenomowych translokacji chromosomowych innych niż obecne w formach rodzicielskich. W odniesieniu do teoretycznego rozkładu zmienności, zbudowanego przy założeniach o niezależnej segregacji dla par homoeologów pszenica-żyto i o równych szansach przeżycia wszystkich typów gamet i zygot, częstość roślin w klasie z 14 chromosomami pszenicy była ponad 16000 razy za wysoka. Możliwy wpływ apomiksji w połączeniu z błędem identyfikacji F₁ był wykluczony w związku z normalną segregacją markerowego chromosomu 1R żyta z nietypowym układem prążków. Przy względnie wysokiej płodności mieszańców F₁, w granicach 40–45 ziaren z kłosa, nie można było wytłumaczyć nadreprezentacji pszenżyta z całym zestawem chromosomów pszenicy jedynie selekcją zygot i gamet. Wskazuje to na grupową segregację meiotyczną chromosomów pszenicy zamiast zakładanej niezależnej segregacji losowej. Niska frekwencja typów żytnich mogła mieć związek z samoniezgodnością i odpornością na jej wpływ tylko genotypów z kompletnym (lub prawie kompletnym) genomem pszenicy.

Słowa kluczowe: pszenżyto tetraploidalne, samoniezgodność, segregacja chromosomów, selekcja gamet, selekcja zygot, żyto tetraploidalne

Merely two tetraploid rye plants were found among 128 progeny plants of four F₁ hybrids between tetraploid triticale ($2n = 28$) and tetraploid rye ($4n = 28$). The remained plants were triticales, tetraploid with exception of one individual with 38 chromosomes. The numbers of wheat and rye chromosomes were precisely determined, with the Giemsa banding technique, for 57 plants, including 32 true F₂ obtained following the F₁ selfing. Over 90% of the tetraploid triticales had full complement of 14 wheat chromosomes, in the remained plants one or two wheat chromosomes were substituted for the rye ones. The substitution plants with a higher proportion of rye chromosomes were lacking. There were also no

cases of new intergenomic translocations different to those present in the parental forms. In relation to the theoretical distribution, based on the assumptions on independent segregation for wheat-rye pairs of homoeologues and on equal survival of all types of gametes and zygotes, the over-representation of the plants with 14 wheat chromosomes was 16000 — fold. The influence of a mistake at crossing could be excluded because of the normal segregation of a cytogenetically marked version of the 1R rye chromosome from the rye parent. Owing to a relatively high fertility of the F₁ generation (40–45 seeds per spike), the over-representation of triticales with the whole wheat genome could not be statistically explained by zygotic or/and gametic selection. The results suggest group segregation of wheat chromosomes in meiosis, rather than of the assumed independent segregation of each wheat-rye pair. The low frequency of rye plants could be related to self-incompatibility of karyotypes without the complement of wheat chromosomes.

Key words: gametic selection, meiotic segregation, self-incompatibility, tetraploid rye, tetraploid triticales, zygotic selection

WSTĘP

Pszenżyto tetraploidalne (X *Triticosecale* Wittmack, $2n = 4x = 28$) jest obiecującym materiałem do wzbogacania żyta w geny pszenicy. Składa się na to jego dobra krzyżowalność z żytem, zarówno diploidalnym jak i tetraploidalnym, względnie wysoka płodność uzyskiwanych mieszańców F₁ oraz występowanie w niektórych materiałach translokacji między homeologicznymi chromosomami pszenicy i żyta. Cenną zaletą takich hybrydowych chromosomów jest zdolność do wtórnych translokacji z chromosomami normalnymi, co umożliwia częste pojawianie się niewielkich interkalarnych wstawek, najbardziej pożądanych dla hodowli. Wyjątkową obfitość form zrekombinowanych chromosomów pszeniczno-żytnich wykryto w niektórych wtórnych liniach pszenżyta 4x (pokoleń F₅ i F₆) uzyskanych w wyniku krzyżowań pszenżyta 4x z żytem 4x, wykonanych w 1994 r. (Łapiński, 2002). Stanowiło to zachętę do powtórzenia podobnych krzyżowań w 2001 roku, z zamiarem zbadania znaczenia pierwszych pokoleń mieszańców dla homeologicznej rekombinacji chromosomów. Wydawało się, bowiem że najlepsze warunki do crossing-over między chromosomami pszenicy i żyta stwarza mejoza pokolenia F₁, ze względu na maksymalną możliwą liczbę dwugatunkowych biwalentów (siedem). Innym czynnikiem sprzyjającym tej koniugacji była trzykrotna przewaga liczby genomów żytnich nad pszenicznym. Prace Millera i Rileya (1972) wykazały, że skłonność do koniugacji homeologicznej w mieszańcach pszenicy i żyta wzrasta wraz ze wzrostem proporcji genomów komponenta żytniego. Poza tym genom pszeniczny form pszenżyta 4x zastosowanych do krzyżowań nie zawierał chromosomu 5B, nośnika genu *Ph1* znanego jako główny supresor koniugacji homeologicznej u pszenicy i pszenżyta 6x (Okamoto, 1957; Riley, Chapman, 1958). Mimo nagromadzenia tych sprzyjających czynników, mieszańce F₁ otrzymane w 2001 roku nie okazały się dobrym źródłem nowych translokacji pszeniczno-żytnich. Niniejsza praca przedstawia wyniki analiz cytogenetycznych i dyskusję nad możliwymi przyczynami.

MATERIAŁ I METODY

Linie pszenżyta tetraploidalnego zastosowanego do krzyżowań z żytem pochodziły z eksperymentalnej hodowli, w której jedna wybrana linia pierwotnego rekombinanta 4x (z krzyżowania pszenżyta 6x z żytem 2x) była wzbogacana w zmienność genetyczną z wielu form pszenżyta 6x i żyta 2x oraz poddawana selekcji w kierunkach poprawy wypełnienia kłosa i ziarna oraz innych cech ważnych rolniczo (Łapiński i in., 1996). W składzie chromosomowym tych linii, oprócz siedmiu par chromosomów żyta, występował prawie cały podwojony genom A z pszenicy, z wyjątkiem pary 7A substytuowanej przez parę 7B. Pszenżyta te były typu ozimego, z czym wiązała się obecność międzygenomowej translokacji 5AL/RL eliminującej dominujący gen jarości (*Vrn1*) z chromosomu 5A (Łapiński, Schwarzhacher, 1999).

Żytnimi partnerami do krzyżowań, wykonanych w roku 2001, były wtórne żyta 4x, które uzyskano jako rekombinanty z podobnej serii krzyżowań z 1994 roku. W tej poprzedzającej serii do krzyżowań wykorzystano tetraploidalne krótkosłome odmiany rumuńskie Napocal i Teku. Wtórne formy żyta 4x uznano za materiał najbardziej odpowiedni ze względu na sprawdzoną już funkcjonalność ich genotypów w obecności genomu pszenicznego.

Analizy cytogenetyczne zostały przeprowadzone metodą barwienia prążkowego w wersji dla prążków typu C. Przygotowanie materiałów oraz barwienie przebiegały zgodnie z procedurą opisaną przez Łukaszewskiego i Xu (1995). Metoda umożliwiała identyfikację chromosomów pszenicy i żyta, a także dawała szanse wykrycia pojedynczych translokacji pszeniczno-żytnich na większości ramion chromosomowych, ze względu na związany z taką translokacją ubytek terminalnego bloku heterochromatyny (z chromosomu żyta) lub jego pojawienie się (na chromosomie pszenicy). W związku z tym barwienie prążkowe było odpowiednią metodą do wstępnej selekcji hybrydowych chromosomów, po której miała nastąpić ich dokładniejsza analiza z wykorzystaniem metod cytogenetyki molekularnej.

Zgodność liczebności oczekiwanych z eksperymentalnymi badano testem χ -kwadrat.

WYNIKI I DYSKUSJA

Do analiz cytogenetycznych wykorzystano merystemy korzeniowe roślin uzyskanych w wyniku rozmnożenia pokolenia F_1 z czterech kombinacji krzyżowań. Dwie kombinacje: LO i LS reprezentowane były przez pokolenie F_2 uzyskane z kłosów izolowanych; w pozostałych dwóch kombinacjach: LN i LQ, rozmnożonych w warunkach wolnego zapylenia, możliwe było także spontaniczne krzyżowanie z pszenżytem 4x, żytem 4x lub innymi podobnymi mieszańcami F_1 z sąsiednich poletek.

Ogółem zanalizowano 128 roślin. Tylko dwie z nich miały kariotyp żyta 4x, pozostałe zawierały chromosomy pszenicy i żyta w mniej więcej równych proporcjach. W materiale tym nie wykryto zmian morfologii chromosomów wskazujących na obecność translokacji innych niż te, które były już wcześniej obecne w formach rodzicielskich. Negatywny wynik wydawał się zaskakujący w zestawieniu z wysoką częstością nowych translokacji,

dochodzącą do jednej na roślinę, w niektórych rodzinach pokoleń F_5 i F_6 z krzyżowań wykonanych w 1994 roku. Tak znaczna rozbieżność nasuwała przypuszczenie o istotnych różnicach w przebiegu procesów płciowych na poziomach komórkowym bądź molekularnym. Silnie zakłócona proporcja typów pszenicznych do żytnich również była zaskakująca. Część analiz powtórzono w celu dokładniejszego zbadania liczby chromosomów oraz ich przynależności gatunkowej.

Dokładną liczbę chromosomów udało się ustalić dla 94 roślin. Zmieniała się ona w zakresie od 27 do 38. Udział aneuploidów wyniósł 13,8%, w czym 10,6% stanowiły hiperploidy (z nadmiarami 1 lub 10 chromosomów), a 3% hipoploidy (z brakiem jednego chromosomu).

Tylko jedna 38-chromosomowa roślina odbiegała liczbą chromosomów o więcej niż 1 od euploidalnej liczby 28. Miała ona 21 chromosomów żyta i sposób jej powstania w warunkach samozapylenia pozostaje niejasny.

Ustalenie przynależności gatunkowej każdego chromosomu było możliwe dla 57 rekombinantów, w tym dla 32 roślin z kontrolowanego samozapylenia stanowiących wiarygodną próbę pokolenia F_2 do porównań z rozkładami teoretycznymi. Wyniki dla czterech kombinacji mieszańców zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Rozkłady liczb chromosomów pszenicy i żyta w potomstwach mieszańców F_1 między pszenżytem 4x i żytem 4x. Radzików, 2002
Distribution of wheat and rye chromosome numbers in progenies of F_1 hybrids between tetraploids of triticale and rye. Radzików, 2002

F_1	-1W	-1R	14W 14R	+1W	+1R	-1W +1R	-1W +2R	-2W +2R	28R	17W 21R
LN.e	1	—	15	1	1	—	—	1	1	—
LO#g	—	2	8	—	1	—	—	—	—	—
LO#i	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
LQ.h	—	—	3	—	1	—	—	—	—	—
LS#0	—	—	13	—	2	2	1	2	—	1
Suma Total	1	2	39	1	5	2	1	3	2	1

W — Chromosom pszeniczny, R — chromosom żytni; -1W, +1R oznaczają brak lub nadmiar chromosomu pszenicznego lub żytniego w odniesieniu do euploidalnego zestawu 14W+14R. Znak # w identyfikatorach mieszańców F_1 oznacza izolację i samozapylenie

W — Wheat chromosome, R — rye chromosome; -1W, +1R lacking or supernumerary chromosomes of wheat or rye, in relation to the euploid constitution 14W + 14R. The # in the names of hybrids means isolation and self-pollination

Badanie grupy 57 roślin ujawniło wśród euploidów dwie nowe klasy (łącznie 5 roślin) z substytucjami jednego lub dwóch chromosomów pszenicznych przez chromosomy żytnie. Nie było osobników z większą liczbą takich substytucji. Gdyby szanse na przejście do potomstwa były równe dla chromosomów pszenicy i żyta, to takie rośliny z przewagą chromosomów żyta powinny stanowić znaczną większość. Tymczasem regułą była obecność pełnego podwojonego genomu pszenicznego. Silna skłonność do utrzymywania chromosomów pszenicy w potomstwie z rekombinacji układu trzech genomów żyta i jednego genomu pszenicy wydawała się niezrozumiała, zwłaszcza wobec wcześniej opisywanej silnej skłonności do eliminacji tych chromosomów pszenicy w potomstwie

z układu dwóch genomów żyta i jednego genomu pszenicy, jaki powstaje w wyniku krzyżowań podobnego pszenżyta 4x z żytem 2x (Łapiński, Rafalski, 2001).

Przewaga typów pszenżyta 4x w potomstwie F_1 wystąpiła zarówno w kombinacjach krzyżowań, w których mateczną formą było pszenżyto 4x (LN, LQ, LS), jak i w kombinacji z żytem w roli matki (LO). Można było, więc wykluczyć możliwość błędu wskutek niekontrolowanego samozapylenia lub apomiksji i przeoczenia cech morfologii F_1 .

Dodatkowym dowodem na to, że badany materiał powstał w wyniku procesów płciowych z udziałem gamet form rodzicielskich zastosowanych do krzyżowań i segregacji mejotycznej w F_1 był polimorfizm chromosomów 1R żyta w rodzinach LN.e i LO#g. Jeden z chromosomów tej grupy, wprowadzony do F_1 z linii L6-2 wtórnego żyta tetraploidalnego, był nośnikiem wyraźnej translokacji na końcu satelita krótkiego ramienia, która przemieszczała terminalny prążek do pozycji interkalarniej. Pewne wątpliwości nasuwał jedynie przypadek rośliny F_1 oznaczonej jako LO#i, bardziej krzewistej i bardziej sterylnej od innych roślin, która z 20 izolowanych kłosów spłodziła tylko jedną żywotną zygotę F_2 , o nietypowym w tym kontekście kariotypie żyta 4x, bez markerowego translokowanego chromosomu 1R. Roślinę tę potraktowano oddzielnie w tabeli 1 i nie uwzględniano jej w dalszych analizach F_2 , podobnie jak wspomnianej już rośliny 38-chromosomowej z kombinacji LS.

Odniesienie uzyskanych częstości do rozkładu teoretycznego dla zygot z liczbą chromosomów pszenicy zmieniającą się w zakresie od 0 do 14 ujawniło ogrom rozbieżności z częstościami oczekiwanymi. Dla 32 roślin F_2 z izolowanych F_1 okazało się, że całość uzyskanych wyników eksperymentalnych mieściła się w przedziale, który zgodnie z teorią powinien zawierać najwyżej 0,62% populacji wyników. Natomiast częstość odtworzenia pszenżyta 4x z pełnym rodzicielskim zestawem chromosomów pszenicy, która wyniosła ponad 81%, okazała się ponad 16000 razy większa od teoretycznej częstości oczekiwanej (0,0049%) dla warunków, w których każdy z pary chromosomów ma równe szanse przejścia do potomstwa, niezależnie od chromosomów z innych par, a przeżywalność wszystkich kombinacji chromosomów jest jednakowa.

Czynnikiem, który najczęściej zakłóca segregację genów i chromosomów do potomstwa mieszańców form oddalonych jest selekcja gamet lub zygot. Regułą w takich okolicznościach jest lepsza przeżywalność genotypów lub kariotypów przypominających dobrze zrównoważone genotypy lub kariotypy gatunków rodzicielskich. Zaobserwowanych tutaj dysproporcji nie dało się jednak wytłumaczyć wyższością selekcyjną gamet lub zygot reprezentujących typ pszenżyta 4x. Początkowa liczba gamet lub zygot, które miałyby podlegać selekcji zygotycznej musiałaby być znacznie wyższa, żeby zachować proporcje wynikające z rozkładu teoretycznego. Przyjmując 250 za najwyższą możliwą liczbę gamet żeńskich w przeciętnym kłosie F_1 (wartość zawyżona na korzyść hipotezy zerowej, która miała być odrzucona) oraz uwzględniając płodność tych kłosów (w warunkach samozapylenia) jak i procent kiełkowania, wyliczono udział zygot przeżywających (i dostępnych analizom) w ogólnej możliwej liczbie zygot. Zależnie od kombinacji F_1 , okazał się on o 1–3 rzędy wielkości wyższy od teoretycznego (tab. 2). Dlatego nie można było obronić hipotezy zerowej zakładającej, że proporcja przeżywających zygot z pełnym lub uszczuplonym o 1 bądź 2 zestawem chromosomów pszenicy nie różni się istotnie od

proporcji teoretycznej, oczekiwanej dla warunków, w których przeżywałyby tylko zygoty z 12–14 chromosomami pszenicy (poz. 9 tab. 2). Wysoce istotne różnice z oczekiwaną frekwencją (poz. 15 tab. 2) stwierdzono również rozpatrując jedynie zygoty z 14 chromosomami pszenicy (stanowiły one całość próby w rodzinie LO#g i przeważającą jej część w rodzinie LS#0). Nie było statystycznej zgodności z frekwencjami oczekiwanymi, nawet wtedy, gdy wartości eksperymentalne odnoszono do teoretycznego rozkładu dla gamet, a nie dla zygot. Takie odniesienie było jednoznaczne z przyjęciem dodatkowego założenia (również na korzyść hipotezy, która miała być odrzucona), że działał mechanizm selekcji gamet męskich z siedmioma chromosomami pszenicy, podobnych do gamet żeńskich (poz. 21 tab. 2). Jest bowiem prawdopodobne, że żytni gametyczny mechanizm samoniezgodności mógł upośledzać gamety pozbawione pełnego genomu pszenicy.

Tabela 2

Płodność dwóch mieszańców F₁ pszenżyta 4x z żytem 4x, przeżywalność ich potomstwa (do stadium siewki) w rodzinach F₂ oraz eksperymentalne i oczekiwane proporcje liczby zygot lub gamet tworzących F₂ (o określonym składzie chromosomowym) do oszacowanej liczby zygot lub gamet zamarłych

Fertility of two F₁ hybrids between 4x triticale and 4x rye, survival till the seedling stage of the F₂ offsprings, observed and expected ratios of functional zygotes or gametes to the assessed numbers of non-functional ones

Poz. Pos.	Wyszczególnienie Specification	Rodzina Family	
		LO#g	LS#0
1	2	3	4
1.	Liczba samozapylonych kłosów F ₁ No of selfed spikes:	9	3
2.	Srednia liczba nasion F ₂ z kłosa Average No of F ₂ seed per spike:	42,6	44,7
3.	Procent kiełkujących nasion Percentage of germination	48,3%	56,7%
4.	Udział gamet żeńskich, z których powstały badane siewki * Proportion of female gametes which gave rise to F ₂ seedlings*	8,24%	10,13%
5.	Teoretyczny maksymalny udział zygot w klasach niepustych** Theoretical maximum share of zygotes in non-empty classes**	0,0049%	0,6159%
6.	Proporcja wartości eksperymentalnej do teoretycznej (poz. 4: 5) The observed (pos.4) to expected (pos.5) ratio	1682	16,45
7.	Proporcja liczbowa zygot, które przeżyły do zygot zamarłych The ratio of survived zygotes to dead ones	11: 122,5	20: 177,4
8.	Oczekiwana proporcja teoretyczna dla poz. 7 The expected ratio for the pos. 7	0,0:133,5	0,0:197,4
9.	Wartość χ^2 -kwadrat do odrzucenia hipotezy, że selekcja zygot odpowiada za zawężenie rozkładu do klas z 12–14 chromosomów pszenicy Chi-square value for rejection of hypothesis on the zygotic selection causing distribution restricted to plants with 12–14 wheat chromosomes	9,48>6,64	19,0>6,64
10.	Udział w kłosie gamet żeńskich, z których powstały rośliny z 14 chromosomami pszenicy Proportion of female gametes which gave rise to plants with 14 wheat chromosomes	8,24%	7,15%
11.	Teoretyczny udział zygot w klasie z 14 chromosomami pszenicy Theoretical share of zygotes with 14 wheat chromosomes	0,0049%	0,0049%

c. d. Tabela 2

1	2	4	5
12.	Proporcja wartości eksperymentalnej do teoretycznej (poz. 10: 11) The observed (pos.10) to expected (pos.11) ratio	1682	1460
13.	Proporcja liczbową zygot z 14 chromosomami pszenicy do innych zygot The ratio of 14 wheat chromosomes zygotes to other ones	11: 122,5	12: 185,4
14.	Oczekiwana proporcja teoretyczna dla poz. 13 The expected ratio for the pos. 13	0,0:133,5	0,0:197,4
15.	Wartość χ -kwadrat do odrzucenia hipotezy, że rośliny z 14 chromosomami pszenicy występowały z oczekiwaną częstością Chi-square value for rejection of hypothesis on the expected frequency of occurrence of plants with 14 wheat chromosomes	9,48>6,64	10,4>6,64
16.	Udział w kłosie gamet żeńskich z 7 chromosomami pszenicy Share of female gametes with 7 wheat chromosomes:	8,24%	>7,15%
17.	Teoretyczny udział gamet z 7 chromosomami pszenicy Theoretical share of the 7 wheat chromosomes gametes	0,7%	0,7%
18.	Proporcja wartości eksperymentalnej do teoretycznej, (poz.16: 17): The observed (pos.16) to expected (pos.17) ratio:	11,77	10,21
19.	Proporcja liczbową gamet żeńskich z 7 chromosomami pszenicy do innych The ratio of female gametes with 7 wheat chromosomes to other ones	11: 122,5	15: 194,8
20.	Proporcja teoretyczna gamet żeńskich z 7 chromosomami pszenicy do innych Theoretical ratio for the pos. 19:	0,9: 132,6	1,5: 208,3
21.	Wartość χ -kwadrat do odrzucenia hipotezy, że nadreprezentację klas roślin z 14 chromosomami pszenicy można wytłumaczyć uwzględniając dodatkowo selekcję gamet męskich z 7 chromosomami pszenicy Chi-square value for rejection of hypothesis on over-representation of plants with 14 wheat chromosomes facilitated by additional selection of male gametes with 7 wheat chromosomes	7,22>6,64	9,85>6,64

*) — Przy założeniu, że kłos F_1 zawiera przeciętnie 250 funkcjonalnych gamet żeńskich

*) — Assuming that an average F_1 spike contains 250 functional female gametes

**) — Klasa z 14 chromosomami pszenicy dla rodziny LO#g i klasy z 12–14 chromosomami pszenicy dla rodziny LS#0

**) — The class with 14 wheat chromosomes for the family LO#g and the classes with 12–14 wheat chromosomes for the family LS#0

Jeśli wysokich frekwencji pszenżyta 4x w pokoleniu F_2 nie można wyjaśnić niejednakową przeżywalnością zygot ani selekcją gamet, pozostaje podważenie założenia o niezależnej segregacji meiotycznej siedmiu par chromosomowych pszenica-żyto. Aż 88% gamet, z których powstało F_2 spełniało warunek, że obecność jednego chromosomu pszenicy w gamecie pociągała za sobą obecność pozostałych sześciu chromosomów tego gatunku. Dla ponad 96% gamet prawdziwe było stwierdzenie, że obecność jednego chromosomu pszenicy implikuje obecność co najmniej pięciu pozostałych. W tej sytuacji było możliwe, że w mieszańcach F_1 , w których na trzy genomy żyta przypadał jeden genom pszenicy, segregacja w mejozie dotyczyła raczej całych genomów niż każdej pary chromosomów z osobna. Znanym przykładem jest tu segregacja całych genomów w mejozie dzikiej róży (*Rosa canina* L.), jednak istotną różnicą pozostaje niejednakowa liczba genomów przechodzących do komórek przy podziale. W związku z tym u róży możliwe jest, przy współudziale selekcji odpowiednich typów gamet, stałe utrzymywanie w osobnikach nieparzystej liczby pięciu genomów (Grant, 1981). W opisywanym tutaj przypadku liczba chromosomów, a także jej niewielkie zakłócenia, pozostają w zakresie tetraploidalnych form rodzicielskich i wszystko zdaje się wskazywać, że tworzone są dwa podstawowe typy gamet: pszenżytnie mające po jednym genomie pszenicy i żyta oraz żytnie mające po dwa genomy żyta. Wytwarzanie obfitości takich gamet,

w proporcji 1:1 byłoby możliwe, gdyby w trakcie anafazy I podziału meiotycznego chromosomy pszenicy pozostawały jako zwarta grupa przy jednym z biegunów. Z takiej proporcji gamet wynikałaby proporcja zygot 1:2:1 (typu pszenżyta 4x: typu F₁: typu żyta 4x). Jest przy tym prawdopodobne, że w takiej sytuacji żytnie mechanizmy samoniezgodności i selekcji heterozygot mogłyby wyeliminować wszystkie rekombinanty z wyjątkiem części roślin typu pszenżyta 4x, które jako gatunek wykazuje wyraźnie lepszą tolerancję samozapylenia, niż żyto.

Inną możliwością jest częściowa restytucja meiotyczna, w wyniku, której następowałby regularny podział uniwalentów pszenicznych już w anafazie pierwszego podziału, po rozejściu się chromosomów z biwalentów (i triwalentów) żytnich. Pełną restytucję obserwowano już w materiałach blisko spokrewnionych z badanymi poprzez donora chromosomów pszenicy. W badaniach Łukaszewskiego (nie publikowanych, informacja ustna) mieszańce F₁ pszenicy tetraploidalnej Do1 z żytem diploidalnym były wyjątkowo płodne dzięki pełnej restytucji 21 uniwalentów, po której w ogóle nie dochodziło do drugiego podziału meiotycznego. Jednak w przypadku omawianych tutaj tetraploidalnych mieszańców F₁ trudno wyobrazić sobie analogiczny brak drugiego podziału, wobec warunków do tworzenia bi- i triwalentów żytnich. W tej sytuacji nie byłoby wiadomo, w jaki sposób gamety otrzymały po 7 chromosomów żyta.

Nie można też wykluczyć działania jeszcze innego mechanizmu modyfikującego mendelowski stosunek liczbowy. Przypadek skłonności do transmisji całego genomu w materiale znacznie bliższym filogenetycznie, niż *Rosa canina* opisał Sharma (1996). W jego pracach nad introgresją z *Agropyron junceum* do pszenicy heksaploidalnej siedem dodanych chromosomów *Agropyron* przechodziło jako cała grupa do 49-chromosomowego potomstwa kolejnych kilku back-crossów, zamiast wytworzyć różnorodność form z addycjami i substytucjami pojedynczych chromosomów. Jako wyjaśnienie autor wysunął hipotezę o gametocydowym działaniu całego zestawu chromosomów *Agropyron* w stosunku do innych gamet z zestawem niekompletnym lub do czystych gamet pszenicy.

Przy porównaniu rodzin LO#g i LS#0 widoczna jest różnica w częstości zamiany jednego lub dwóch chromosomów pszenicy przez chromosomy żyta. Zamiana taka zaszła w pięciu roślinach rodziny LS#0, a w rodzinie LO#g nie stwierdzono jej wcale. Różnica ta nie okazała się statystycznie istotna, jednak należy mieć na uwadze niską liczebność analizowanych prób. Odmienność wyników uzyskanych dzięki krzyżowaniom innych form w roku 1994 również sugeruje, że możliwy jest wpływ genotypów rodzicielskich na rozkłady zmienności liczby chromosomów w potomstwach tetraploidalnych mieszańców F₁ żyta i pszenżyta. Żytnie rekombinanty 4x, w tym formę substytucyjną, uzyskano w trzech spośród siedmiu porównywalnych kombinacji krzyżowań z roku 1994, przy ponad 4-krotnie mniejszej niż w 2002 roku liczbie roślin pokoleń F₂ lub B₁F₁. Gdyby opisywane wyniki roku 2002 miały być regułą dla tego typu krzyżowań, Apolinarska (1996) nie otrzymałaby też licznych linii żyta 4x z substytucjami, addycjami i translokacjami pojedynczych chromosomów pszenicy. Porównywalność wyników wcześniejszych prac z wynikami roku 2002 jest jednak ograniczona, ze względu na możliwy większy wpływ spontanicznych przekrzyżowań, w tym hybrydyzacji wstecznej z żytem, na starsze materiały, których nie poddawano izolacji w pokoleniu F₁. Należy mieć na uwadze, że jedna z dwóch roślin żyta 4x wykrytych

w badanym materiale z 2002 roku też powstała w warunkach wolnego zapylenia, przy dostępie pyłku z żyta 4x.

Zagadnienia możliwych wpływów różnic genetycznych, samoniezgodności i źródła pyłku dla mieszańców F_1 na rozkłady kariotypów w ich potomstwie wymagają dalszych badań w eksperymentach specjalnie nastawionych na badania tych czynników.

WNIOSKI

1. W wyniku samozapylenia mieszańców F_1 między pszenżytem tetraploidalnym i żytem tetraploidalnym powstaje prawie wyłącznie pszenżyto tetraploidalne (ponad 98%). Ponad 90% roślin pszenżyta ma pełny zestaw siedmiu chromosomów pszenicy, w pozostałych możliwe są substytucje jednego lub dwóch chromosomów pszenicy przez chromosomy żyta.
2. Przy względnie wysokiej płodności tych mieszańców F_1 , odstępstwa od teoretycznego rozkładu nie można wytłumaczyć jedynie selekcją zygot lub gamet. Możliwość wyjaśnienia pojawia się wraz z uwzględnieniem segregacji całych genomów, zamiast niezależnej segregacji każdej pary chromosomów pszenica-żyto, przy jednoczesnym ograniczającym wpływie samoniezgodności na tworzenie zygot typu żytniego.

LITERATURA

- Apolinarska B. 1996. Additions, substitutions and translocations of wheat chromosomes in tetraploid rye. *Vortr. Pflanzenzuechtg.* 35: 304 — 305.
- Grant V. 1981. *Plant speciation*. 2nd edition. New York. Columbia Univ. Press.
- Lukaszewski A. J., Xu X. 1995. Screening large populations of wheat hybrids by C-banding. *Cereal Res. Commun.* 23: 9 — 13.
- Łapiński B., Apolinarska B., Budzianowski G., Cyran M., Rakowska M. 1996. An attempt at tetraploid triticales improvement. In: *Triticales: today and tomorrow*. H. Guedes-Pinto, N. Darvey, V. P. Carnide (eds.). Kluwer Acad. Publ., Dordrecht: 627 — 634.
- Łapiński B., Schwarzbacher T. 1999. Odblokowanie ekspresji niektórych genów żyta w pszenżycie tetraploidalnym w wyniku translokacji homeologicznej. *Biul. IHAR* 211: 211 — 218.
- Łapiński B., A. Rafalski. 2001. Tetraploid triticales as a source of new variation for rye breeding. *Proc. EUCARPIA Rye Meeting*, Radzików, Poland: 157 — 164.
- Łapiński B. 2002. Application of tetraploid triticales in improvement of related crop species. *Proc. 5th Int. Triticales Symp.*, Radzików, Poland. Vol. 1: 71 — 77.
- Miller T. E., Riley R. 1972. Meiotic chromosome pairing in wheat-rye combinations. *Genet. Iber.* 24: 241 — 250.
- Okamoto M. 1957. Asynaptic effect of chromosome V. *Wheat Inf. Serv.*, 5, 6.
- Riley R., Chapman V. 1958. Genetic control of the cytologically diploid behaviour of hexaploid wheat. *Nature* 182: 713 — 715.
- Sharma H.C. 1996. Maintenance of haploid genome of *Agropyron junceum* in wheat. *Wheat Inf. Serv.* 83: 15 — 18.

PODZIĘKOWANIE

Autor dziękuje prof. A. J. Lukaszewskiemu z University of California, Riverside z cenne informacje i uwagi na temat restytucji meiotycznej.

TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI

STANISŁAW WĘGRZYN

Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kraków

Zastosowanie analizy współczynników ścieżek do badań genotypowych zależności i współzależności wybranych cech plonotwórczych żyta ozimego (*Secale cereale*)

Adaptation of the path-coefficient analysis to assess genotypic relationships and interrelationships of the yield parameters in winter rye (*Secale cereale*)

Celem pracy była ocena bezpośredniego i pośredniego wpływu 6 cech na plon rodów i mieszańców żyta ozimego badanych w doświadczeniach odmianowych (wstępnych-zespołowych) w 1999 i 2000 roku. Badanymi cechami były: wysokość roślin, wyrównanie, termin kłoszenia, zdolność pylenia, odporność na wyłeganie i rdzę brunatną. Ocenie poddano łącznie 112 obiektów (po 56 w każdym roku) w 7 miejscowościach. Analizę ścieżkową przeprowadzono w oparciu o współczynniki korelacji genotypowych pomiędzy badanymi 7 cechami. Analiza ścieżkowa wykazała wysokiej wartości ujemne efekty bezpośrednie $P_{27(1999)} = -1,701$ i $P_{27(2000)} = -0,988$ pomiędzy plonem a pyleniem kwiatostanów. Efekty te w istotny sposób wzmacniały współczynniki korelacji genotypowych pomiędzy plonem a pyleniem żyta w czasie kwitnienia w dwóch latach $r_{G(1999)} = -0,43^*$ i $r_{G(2000)} = -0,71^{**}$. Natomiast dodatnie korelacje genotypowe pomiędzy wyrównaniem a plonem; $r_{G(1999)} = 0,23$, $r_{G(2000)} = 0,47^{**}$ były osłabione przez silnie ujemne efekty bezpośrednie $P_{47(1999)} = -0,885$ i $P_{47(2000)} = -0,454$. Stwierdzono również wysokie wartości współczynników determinacji liniowej $R^2_{(1999)} = 90,8\%$ i $R^2_{(2000)} = 63,1\%$.

Słowa kluczowe: analiza ścieżek, plon ziarna, korelacje genotypowe, żyto ozime

The aim of the study was to estimate direct and indirect effects of six traits on grain yield per plot in strains and cultivars of winter rye, investigated in field trials in 1999 and 2000. The study was carried out on 112 forms (56 in each year) in 7 localities. The path-coefficient analysis carried the make the genotypic correlations between of investigated the traits. Grain yield was found to be influenced by the plant height, uniformity, date of heading, pollinating ability, resistance to lodging and brown rust. Path-coefficient analysis showed a very strong direct effect of pollination ability on grain yield, at $P_{27(1999)} = -1,701$ and $P_{27(2000)} = -0,988$. The above effects significantly affected genotypic correlation between grain yield and pollination ability in both years of study ($r_{G(1999)} = -0,43^*$ and $r_{G(2000)} = -0,71^{**}$). A positive genotypic correlation was also found between plant uniformity and grain yield ($r_{G(1999)} = 0.23$ and $r_{G(2000)} = 0.47^*$), although direct effects on yield were

negative in both years of the study ($P_{47(1999)} = -0.885$, and $P_{47(2000)} = -0.454$). Multiple determination coefficients $R^2_{(1999)} = 90.8\%$ and $R^2_{(2000)} = 63.1\%$ were high.

Key words: genotypic, correlation, path-analysis, grain yield, winter rye

WSTĘP

Podniesienie poziomu plenności nowych rodów żyta ozimego pozostaje nadal głównym zadaniem prowadzonych zabiegów hodowlanych. Badania Grochowskiego (1993), Węgrzyna i wsp. (1996) wskazują na występowanie silnych zależności pomiędzy plonem a wieloma cechami użytkowymi u żyta ozimego. Skuteczność prac selekcyjnych w celu podniesienia plenności nowych rodów zbóż w tym i żyta może być efektywniejsza, jeśli zostaną wyjaśnione zależności przyczynowo-skutkowe, czyli przeprowadzona tzw. analiza ścieżkowa między plonem a najważniejszymi elementami struktury plonu (Węgrzyn, 1985). Autorzy polskich badań (Binek, 1983; Kadłubiec i in., 1983; Jedyński 2001; Gołaszewski i in., 1993, 1996; Węgrzyn i in., 1996,) przeprowadzali analizę skutkowo-przyczynową wykorzystując współczynniki korelacji fenotypowych. W literaturze zagranicznej (Dewey i in., 1959; Sidwell i in., 1976; Johnson i in., 1983) zaleca się wykonywać analizę ścieżkową na podstawie genotypowych współczynników korelacji. Informacje dotyczące współzależności cech żyta ozimego powstałe w oparciu o analizy ścieżkowe są nieliczne. Wykonane badania (Gołaszewski i in., 1993) na 80 rodach wyselekcjonowanych z populacji żyta ozimego Kortowskie wskazują, że wysoki plon ziarna z kłosa zależał w sposób bezpośredni od masy 1000 ziaren i liczby ziaren z kłosa a długość kłosa od wysokości rośliny. W innej pracy (Węgrzyn i in., 1996) badania objęły 154 rody i populacje żyta z kolekcji. Analiza ścieżkowa wykazała, że na wysokość plonu u żyta z poletka wysoki bezpośredni wpływ miało przezimowanie (co jest zaskoczeniem, biorąc pod uwagę na ogół wysoką mrozoodporność żyta), natomiast bezpośrednie wpływy pozostałych cech; wysokości, rdzy brunatnej, masy 1000 ziaren okazały się osłabiane przez pośrednie wpływy innych cech.

Celem niniejszej pracy jest poznanie zależności i współzależności plonotwórczych pomiędzy 7 cechami. Badania oparto o genotypowe współczynniki korelacji, które w dużym stopniu odzwierciedlają dziedziczne sprzężenia pomiędzy badanymi cechami. Mogą takie sprzężenia być korzystne, zatem pożądane przez hodowcę lub niekorzystne wówczas bardzo trudne do przełamania na drodze bezpośredniej selekcji. W takim przypadku polepszanie wybranej cechy może być wykonane poprzez selekcję pośrednią prowadzoną za pomocą innej cechy bezpośrednio niezwiązanej z tą pierwszą.

W tym celu jednak niezbędna jest znajomość kierunku oraz siły wzajemnych powiązań korelacyjnych oraz współzależności pomiędzy cechami. Wiedzę taką uzyskujemy przeprowadzając analizę ścieżkową pomiędzy badanymi cechami.

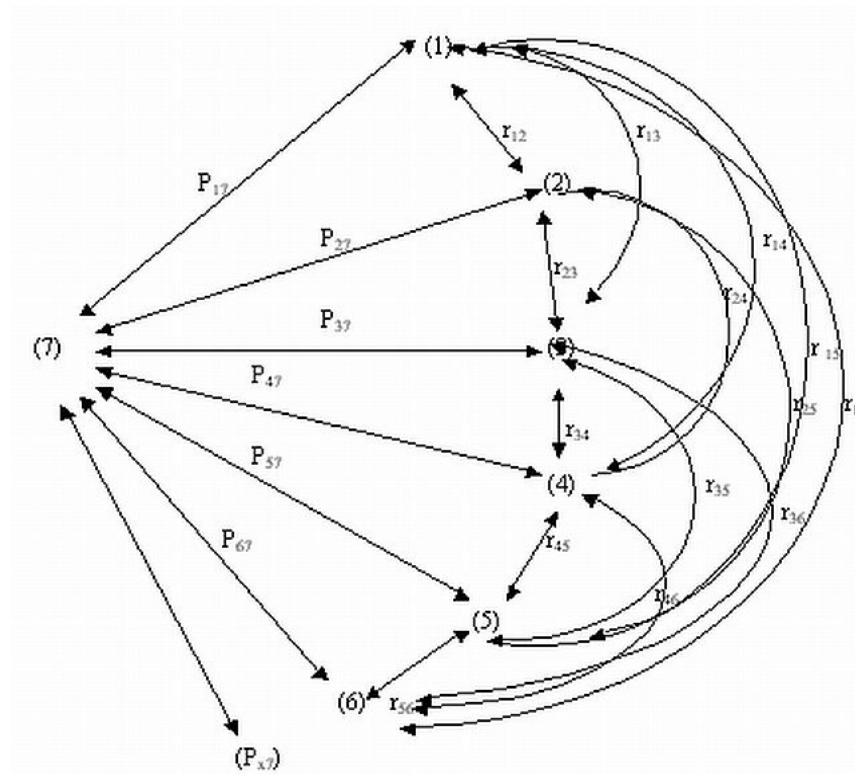
Do przeprowadzenia analizy ścieżkowej wybrano 6 cech tzw. plonotwórczych roślin i łanu, tj.; termin kłoszenia, wysokość roślin, odporność na rdzę brunatną i wyleganie, obfitość pylenia kwiatostanów i wyrównanie (jako cechy objaśniające) i plon ziarna z poletka (jako cechy objaśnianej). W doborze cech kierowano się 2 kryteriami. Pierwszym kryterium był dobór takich cech, których obserwacja i pomiar przez hodowców jest

wykonywany bezpośrednio na poletkach, szybko bez dużych nakładów. Drugim kryterium było znaczenie wybranych cech w kształtowaniu plonu ziarna znane z praktyki hodowlanej i doświadczalnej a także literatury. Każda z wybranych cech charakteryzuje odmienny element składowy plonu mający bezpośredni i pośredni wpływ na plonowanie ziarna. W przeprowadzonej analizie statystycznej ważnym celem było również porównanie różnic pomiędzy wpływami bezpośrednimi i pośrednimi w dwuletnich badaniach. Umożliwiło to sprawdzenie tezy, że na obserwowane zależności mógł mieć wpływ odmienny zestaw badanych obiektów oraz środowisko. Natomiast obliczenie współczynników determinacji wielokrotnej liniowej miało na celu określenie, w jakim stopniu łącznie rozpatrywane cechy plonotwórcze warunkują plon żyta w obrębie badanej grupy obiektów hodowlanych.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystane zostały wyniki 2 serii doświadczeń hodowlanych (wstępnych), w których poddano ocenie 112 obiektów (populacji, odmian i mieszańców (56 obiektów w każdym roku), w których elementem łączącym były populacje wzorcowe Amilo i Motto oraz mieszańce Klawo F_1 i Esprit F_1 . Doświadczenia zakładano w 7 miejscowościach: Choryni, Dańkowie, Laskach, Sobiejuchach, Wierzenicy, Radzikowie i Smolicach na poletkach o pow. 10 m^2 w 4 powtórzeniach. W trakcie doświadczeń wykonano pomiary wysokości roślin, odnotowano datę kłoszenia, wykonano obserwacje odporności na wyleganie, choroby, oceniono obfitość pylenia. Zebrany plon z poletka w kg przeliczono na dt/ha i w tej postaci użyto do dalszych obliczeń. Po zbiorze wykonano oceny i analizy cech żyta między innymi: masę 1000 ziaren, ciężar hektolitra oraz analizę zawartości białka i określono liczbę opadania (łącznie 12 cech). Do analizy ścieżkowej wybrano 7 cech: plon żyta i 6 cech plonotwórczych (termin kłoszenia, wysokość roślin, odporność na rdzę brunatną i wyleganie, obfitość pylenia kwiatostanów i wyrównanie) (tab. 1). Pomędzy tymi cechami obliczono współczynniki korelacji genotypowej i fenotypowej. Korelacje fenotypowe pomiędzy cechami obliczono dla każdej serii doświadczeń osobno na średnich ogólnych z 7 miejscowości, natomiast genotypowe korelacje obliczono po oszacowaniu komponentów genetycznych w analizie wariancji dla każdej cechy oddzielnie.

Tak oszacowane komponenty wykorzystano do obliczeń korelacji genotypowych w oparciu o ogólnie znane wzory opublikowane m.in. w pracach; (Ubysz Borucka i in., 1985; Kearsey i in., 1996). Współczynniki korelacji genotypowych stanowiły podstawę do przeprowadzenia analizy przyczynowo-skutkowej pomiędzy; plonem żyta jako cechą wynikową (zmienna objaśniana) a 6 wybranymi cechami wpływającymi na plon (zmiennymi wyjaśniającymi), tj. termin kłoszenia, wysokość roślin, odporność na wyleganie i rdzę, pylenie kwiatostanów i wyrównanie. Analizę ścieżkową wykonano wg metody opisanej przez Deweya i Lu (1959) (rys. 1). Obliczenia wykonano programem komputerowym FEGEKOR 3 (TP) opracowanym w IHAR Kraków przez prof. St. Węgrzyną.



Współczynniki ścieżek obliczono z następującego układu równań (Dewey i Lu, 1959)

The path coefficient were obtained by using the following equations

$$r_{17} = P_{17} + r_{12}P_{27} + r_{13}P_{37} + r_{14}P_{47} + r_{15}P_{57} + r_{16}P_{67}$$

$$r_{27} = P_{27} + r_{12}P_{17} + r_{23}P_{37} + r_{24}P_{47} + r_{25}P_{57} + r_{26}P_{67}$$

$$r_{37} = P_{37} + r_{13}P_{17} + r_{23}P_{27} + r_{34}P_{47} + r_{35}P_{57} + r_{36}P_{67}$$

$$r_{47} = P_{47} + r_{14}P_{17} + r_{24}P_{27} + r_{34}P_{37} + r_{45}P_{57} + r_{46}P_{67}$$

$$r_{57} = P_{57} + r_{15}P_{17} + r_{25}P_{27} + r_{35}P_{37} + r_{45}P_{47} + r_{56}P_{67}$$

$$r_{67} = P_{67} + r_{16}P_{17} + r_{26}P_{27} + r_{36}P_{37} + r_{46}P_{47} + r_{56}P_{57}$$

$$1 = P_{x7} - P_{17}^2 + P_{27}^2 + P_{37}^2 + P_{47}^2 + P_{57}^2 + P_{67}^2 + 2P_{17}r_{12}P_{27} + 2P_{17}r_{13}P_{37} + 2P_{17}r_{14}P_{47} + 2P_{17}r_{15}P_{57} + 2P_{17}r_{16}P_{67} + 2P_{27}r_{23}P_{37} + 2P_{27}r_{24}P_{47} + 2P_{27}r_{25}P_{57} + 2P_{27}r_{26}P_{67} + 2P_{37}r_{34}P_{47} + 2P_{37}r_{35}P_{57} + 2P_{37}r_{36}P_{67} + 2P_{47}r_{45}P_{57} + 2P_{47}r_{46}P_{67} + 2P_{57}r_{56}P_{67}$$

P_{x7} — efekt resztowy

P_{x7} — residual factor

Rys. 1. Diagram zależności i współzależności pomiędzy plonem a 6 cechami plonotwórczymi żyta ozimego (7)

Fig. 1. Path diagram for the 6 independent characters and grain yield, the dependent character (7)

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono wartości cech, zakresy wartości, współczynniki zmienności oraz współczynniki korelacji fenotypowych i genotypowych. Porównanie uzyskanych wyników wskazuje, że większości badanych cech w obu latach była zbliżona zarówno pod

względem wartości średnich, jak i zakresów zmienności (tab. 1). Nieznaczne różnice stwierdzono w terminie kłoszenia oraz odporności na rdzę brunatną. Różnice te znalazły odbicie w większej zmienności terminu kłoszenia w 2000 roku i analogicznie w odporności na rdzę brunatną w 1999 roku (tab. 1).

Tabela 1

Średnie ogólne wartości badanych cech, zakresy średnich, współczynniki zmienności oraz korelacji fenotypowej i genotypowej pomiędzy plonem a 6 cechami plonotwórczymi w 1999 i 2000 roku
The total mean values for the investigated traits, range, coefficient of variability, coefficients of phenotypic and genotypic correlation between yield and the traits creating yield in 1999 and 2000

Cechy Traits	1999					2000				
	$\bar{X}$ mean	zakres range	współczyn- nik zmienności cv(%)	współczynniki korelacji correlation coefficient		$\bar{X}$ mean	zakres range	współczyn- nik zmienności CV (%)	współczynniki korelacji correlation coefficient	
				fenoty- powe phenotypic	genoty- powe genotypic				fenoty- powe phenotypic	genoty- powe genotypic
Kłoszenie Heading (liczba dni od 1.V-kl.)	12,4	11–14	15,2	-0,51 ^{xx}	-0,55 ^x	5,9	4,2-7,4	30,9	-0,08	-0,08
Pylenie Pollination (scale 1–9)	6,9	4,5–9,0	41,2	-0,37 ^{xx}	-0,43 ^{xx}	7,1	5,2-9,0	41,4	-0,60 ^{xx}	-0,71 ^{xx}
Wysokość Plant height (cm)	155	140-165	9,3	0,27 ^x	0,28 ^x	135,5	122-142	8,2	-0,11	-0,15
Wyrównanie Uniformity (scale 1–9)	6,5	5,5-7,0	15,1	0,19	0,23	6,7	4,9-8,0	17,0	0,39 ^{xx}	0,47 ^{xx}
Wyleganie Lodging (scale 1–9)	7,0	4,8-7,7	29,8	-0,44 ^{xx}	-0,48 ^{xx}	7,1	4,6-8,2	22,1	0,11	0,12
Rdza brunatna Brown rust (skale 1–9)	5,7	4,7-7,1	17,8	-0,31 ^x	-0,41 ^{xx}	5,6	4,1-6,8	6,0	-0,17	-0,22
Plon ziarna Grain yield (dt/ha)	72,2	65-81	15,4	—	—	75,7	67-82	10,9	—	—

*,** — Istotne odpowiednio dla P = 0,05, P = 0,01

*,** — Significant at P = 0.05 and P = 0.01, respectively

W celu wyjaśnienia współzależności pomiędzy plonem a badanymi cechami wykonano analizę ścieżkową obejmującą obliczenie efektów bezpośrednich i pośrednich pomiędzy cechami objaśniającymi a cechą objaśnianą; plonem. Wyniki przedstawiono w tabeli 2 i 3. Analiza wyników wskazuje, że wysoce istotną ujemną wartością odznaczały się współczynniki korelacji genotypowej pomiędzy plonem a obfitością pylenia żyta w czasie kwitnienia w obu latach badań $r_{G(1999)} = -0,43^*$ i $r_{G(2000)} = -0,71^{**}$ (tab. 2, 3). Po wykonaniu analizy ścieżkowej i rozłożeniu współczynników korelacji na efekty bezpośrednie i pośrednie, okazało się, że wysokiej wartości efekty bezpośrednie pomiędzy pyleniem a plonem $P_{27(1999)} = -1,701^{**}$ i $P_{27(2000)} = -0,988^{**}$ (tab. 2, 3) wzmacniały wyżej wymienione

korelacje. U form żyta badanych w doświadczeniach wstępnych zespołowych jest to zjawisko logiczne. Wynika ono z przewagi w doświadczeniach odmian mieszańcowych, plenniejszych, ale charakteryzujących się słabszym od populacji pyleniem kwiatostanów. Zatem analiza ta potwierdziła, że polepszenie właściwości restorujących, czyli powiększenie obfitości pylenia form ojcowskich u mieszańców ma decydujące znaczenie w poprawieniu plenności.

Tabela 2

Efekty bezpośredniego i pośredniego wpływu cech na plon u żyta w 1999 roku
The direct and indirect effects of the traits on yield of winter rye in 1999 years

Cechy Traits	Efekty bezpośrednie cech na plon Direct effects of the traits on grain yield	Efekty pośrednie Indirect effects the traits on yield per plot						Współczynniki korelacji genotypowej pomiędzy cechami plonotwórczymi a plonem Genotypic correlation between the traits and grain yield
		kłoszenie heading	pylenie pollination	wysokość roślin plant height	wyrównanie uniformity	wyleganie lodging	rdza brunatna brown rust	
Kłoszenie Heading	-0,365*	—	0,204	0,120	-0,044	-0,577	0,113	-0,55 ^{xx}
Pylenie Pollen	-1,701**	0,0438	—	-0,265	0,717	0,492	0,284	-0,43 ^{xx}
Wysokość Plant height	-0,389*	0,1095	-1,157	—	0,7611	0,919	0,033	0,28*
Wyrównanie Plant uniformity	-0,885**	-0,018	1,378	0,335	—	-0,417	-0,163	0,23
Wyleganie Lodging	-1,068**	-0,197	0,782	0,335	-0,345	—	0,014	-0,48 ^{xx}
Rdza brunatna Brown rust	0,465**	-0,876	-1,038	-0,027	0,309	-0,032	—	-0,41 ^x

Współczynnik determinacji wielokrotnej liniowej $R^2 = 90,8\%$
 Multiple determination coefficient $R^2 = 90.8\%$

*, ** — Istotne odpowiednio dla $P = 0,05$, $P = 0,01$

*, ** — Significant at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

Efekt resztowy (P_{x7}) = 0,0024

Residual factor (P_{x7}) = 0.0024

Uzyskane wyniki wskazują również, że nie ma dużej możliwości poprawy zdolności pylenia przez selekcję pośrednią innych cech. Polepszenie tej cechy musi się dokonać poprzez doskonalenie i wytworzenie materiału hodowlanego.

Dla innej zależności pomiędzy wyrównaniem a plonem stwierdzono korelacje dodatnie $rG_{(1999)} = 0,23$ i $rG_{(2000)} = 0,47^{**}$ (tab. 2, 3), jednak odnotowano efekty bezpośrednie w obu latach silnie ujemne $P_{45(1999)} = -0,885$ i $P_{47(2000)} = -0,454$ (tab. 2, 3). Jak się okazało ww. efekty bezpośrednie były maskowane również silnymi, ale dodatnimi pośrednimi efektami pylenia $P_{27(1999)} = 1,378$ i $P_{27(2000)} = 0,662$, które w ten sposób przyczyniły się w konsekwencji do osiągnięcia dodatnich wartości współczynników korelacji pomiędzy wyrównaniem a plonem (tab. 2, 3). Przeprowadzona analiza potwierdziła, że wyższą plennością odznaczały się bardziej wyrównane formy żyta, cechą, którą w większości

charakteryzują się mieszańce żyta ozimego. Analiza pozostałych korelacji genetycznych (np. w 1999 roku) wskazuje, że pomiędzy plonem a kłoszeniem zachodził silny związek, a wysoka wartość współczynnika korelacji $rG_{(1999)} = -0,55^{**}$ wynikała głównie z oddziaływania efektu bezpośredniego $P_{17(1999)} = -0,365$ (tab. 2). Inna niekorzystna zależność plonu od odporności na wyleganie $rG_{(1999)} = -0,48^{**}$ charakteryzowała się również wysokim efektem bezpośrednim wynoszącym $P_{57(1999)} = -1,068$. Odnotowane wyniki potwierdziły istnienie silnej korelacji pomiędzy plonem a odpornością na wyleganie. Przełamanie tej niekorzystnej zależności powinno być głównym zadaniem hodowli. Interesującym przypadkiem jest analiza przyczynowo-skutkowa korelacji pomiędzy plonem a odpornością na rdzę brunatną. Współczynnik korelacji genetycznej $rG_{(1999)} = -0,41^{**}$ (tab. 2) wskazuje na nielogiczną zależność, sugerującą, że wyższą plennością charakteryzują się formy żyta mniej odporne na rdzę brunatną. Przeprowadzona analiza ścieżkowa wyjaśnia tę zależność. Otóż obliczony efekt bezpośredni $P_{67(1999)} = 0,465$ wskazuje, że to rody odporniejsze na rdzę brunatną są plenniejsze, ale cecha ta jest maskowana przez efekty pośrednie pozostałych cech (tab. 2). Opisany przypadek wskazuje jak interesujące powinno być również prześledzenie skali efektów pośrednich pomiędzy plonem a innymi badanymi cechami (tab. 2, 3).

Tabela 3

Efekty bezpośredniego i pośredniego wpływu 6 cech plonotwórczych na plon u żyta w 2000 roku
The direct and indirect effects of the traits creating yield on yield of winter rye in 2000

Cechy Traits	Efekty bezpośrednie cech na plon Directs effects the traits on yield grain	Efekty pośrednie Indirect effects the traits on yield per plot						Współczynniki korelacji genotypowych pomiędzy cechami a plonem Genotypic correlation between the traits and grain yield
		kłoszenie heading	pylenie pollen	wysokość roślin plant height	wyrówna- nie uniformity	wyleganie lodging	rdza brunatna brown rust	
Kłoszenie Heading	0,153	—	-0,059	0,037	-0,213	0,0289	-0,027	-0,08
Pylenie Pollination	-0,988**	0,009	—	-0,087	0,304	0,036	0,015	-0,71 ^{xx}
Wysokość Plant height	-0,249	-0,023	-0,346	—	0,409	0,108	-0,488	-0,15
Wyrównanie Uniformity	-0,454**	0,072	0,662	0,224	—	-0,079	0,045	0,47 ^{xx}
Wyleganie Lodging	-0,263*	-0,017	0,138	0,102	-0,136	—	0,056	-0,12
Rdza brunatna Brown rust	0,122	-0,034	-0,119	0,099	-0,168	-0,121	—	-0,22
Współczynnik determinacji wielokrotnej liniowej $R^2 = 63,1\%$ Multiple determination coefficient								

*, ** — Istotne odpowiednio dla $P = 0,05$; $P = 0,01$

*, ** — Significant at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

Efekt resztowy (P_{x7}) = 0,555

Residual factor (P_{x7}) = 0.555

Okazało się, że w dwuletnich badaniach pośrednie efekty maskując efekty bezpośrednie pomiędzy plonem a innymi cechami wpływały na odpowiadające tym zależnościom współczynniki korelacji. Zjawisko to obserwowano dla korelacji plonu z wysokością roślin, plonu z odpornością na rdzę brunatną i plonu z wyleganiem (tab. 2, 3). Porównanie uzyskanych wyników z obu lat badań u żyta wskazuje również, że kierunek i wartość korelacji genetycznych pomiędzy niektórymi cechami a plonem silnie zależała od materiału badawczego (odmiennego w każdym roku badań) a także wpływu środowiska. Wskazują na to wyniki wcześniejszych badań (Śmiałowski i in., 2000).

Zależności te są wynikiem właściwości botanicznych i morfologicznych cech charakterystycznych dla mieszańców, uwarunkowań genetycznych badanych cech, jak również modyfikującego efekty genetyczne wpływy środowiska (Śmiałowski i in., 2001). Uzyskane wyniki wskazują, że analiza ścieżkowa potwierdza swoją przydatność do oceny współzależności pomiędzy cechami żyta. Również stosunkowo wysokie wartości współczynników determinacji liniowej $R^2_{(1999)} = 90,7\%$ oraz $R^2_{(2000)} = 63,1\%$ sugerują, że zmienność plonu ziarna z poletka kształtowana przez składowe elementy plonotwórcze została w znacznym stopniu wyjaśniona (tab. 2 i 3). W innych pracach (Gołaszewski i in., 1993; Węgrzyn i in., 1996;) dotyczących żyta, a także owsa (Johnson i in., 1983) oraz pszenicy (Kadłubiec i in., 1989; Jedyński i in., 1993; Sidwell i in., 1976) i np. grochopeluski (Gołaszewski i in., 1996) również wskazano na dużą przydatność analizy przyczynowo-skutkowej do oceny wzajemnych powiązań pomiędzy ważnymi cechami użytkowymi.

WNIOSKI

1. Przeprowadzona analiza przyczynowo-skutkowa plonu i cech plonotwórczych wykazała, że wysoce istotna ujemna korelacja genetyczna pomiędzy plonem a pyleniem u żyta ozimego była wzmocniona przez wysoce istotne bezpośrednie efekty współdziałania obu cech. Tak silne potwierdzenie zależności plonu od pylenia wskazuje, że rozwój hodowli heterozyjnej żyta zależeć będzie między innymi od poprawienia właściwości restorujących nowych mieszańców.
2. Odnotowano również niewielkie wpływy pośrednie innych cech na efekty bezpośrednie plonu, tj. kłoszenia, wyrównania, wysokości roślin i odporności na rdzę brunatną. Oznacza to, że inne cechy również mogą odgrywać rolę w sposób pośredni w kształtowaniu wysokości plonu i zjawisko to należy uwzględnić w selekcji materiałów hodowlanych żyta ozimego.
3. Wysokie wartości współczynników determinacji wielokrotnej liniowej R^2 wskazują, że zmienność w plonowaniu żyta została w dużym stopniu wyjaśniona przez badane cechy plonotwórcze.
4. Analiza ścieżkowa okazała się przydatna do poznania zależności i współzależności cech użytkowych i plonu ziarna z jednostki powierzchni u form hodowlanych żyta ozimego.

LITERATURA

- Binek A. 1983. Korelacja i analiza współczynników ścieżek pomiędzy cechami warunkującymi strukturę plonu nasion esparcety siewnej. PNR Zesz. Probl. 290: 112 — 124.
- Dewey D.R., Lu K. H. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron. J.: 515 — 517.
- Grochowski L. 1993. Zmienność i współzależność kilku cech ilościowych w kolekcji roboczej żyta. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu nr 223: 101 — 113.
- Gołaszewski J., Koczowska I., Korona A., Idźkowska M. 1993. Metoda współczynników ścieżek w ocenie współzależności wybranych cech żyta ozimego i pszenżyta jarego. Zesz. Nauk. AR Wrocław. Nr 223: 157 — 163.
- Gołaszewski J., Puzio-Idźkowska M. 1996. Analiza ścieżkowa w ocenie współzależności niektórych komponentów plonu nasion grochopeluszki. Biul. IHAR 200: 314 — 317.
- Johnson S. K., Helsel. D. B. Frey. K. J. 1983. Direct and indirect selection for grain yield in oat (*Avena sativa* L.). Euphytica 32 vol. 3: 407 — 413.
- Jedyński S. 2001. Odziedziczalność i analiza ścieżkowa komponentów plonu pszenicy jarej. Biul. IHAR 218/219: 203 — 210.
- Kadłubiec W., Jedyński S., Lonc W., Strugała J. 1989. Analiza ścieżek Wrighta komponentów plonu linii i mieszańców F₁ pszenicy ozimej. Zesz. Probl. PNR. 382: 127 — 132.
- Kearsey M., J. Pooni H. S. 1996. The genetically analysis of quantitative traits. Chapman Hall.
- Sidwell. R. J., Smith E. L., McNew R. W. 1976. Inheritance and Interrelationships of grain yield and selected yield-related traits in a hard red winter wheat cross. Crop Sci. 16: 50 — 654.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2000. Zmienność i zależność oraz genetyczne uwarunkowania wybranych cech u odmian i rodów żyta ozimego. Biul. IHAR 216 (1): 61 — 68.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2001. Zmienność i współzależność niektórych cech struktury plonu żyta ozimego. Biul. IHAR 216 (1): 401 — 408.
- Węgrzyn S. 1983. Znaczenie korelacji w hodowli roślin. Zesz. Probl. PNR 290: 15 — 21.
- Węgrzyn S., Śmiałowski T., Grochowski L. 1996. Zmienność i współzależność cech oraz ocena zjawisk genetycznych w kolekcji roboczej żyta ozimego 1977–1992. Biul. IHAR 200: 69 — 84.
- Ubysz Borucka L., Mądry W., Małuszyński S. 1985. Podstawy statystyczne genetyki cech ilościowych w hodowli roślin. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.

PIOTR NIERÓBCA**JERZY GRABIŃSKI**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Architektura łanu żyta w zależności od warunków glebowych

The composition of a winter rye crop depending on soil conditions

Badania przeprowadzono w latach 1992–1994 na parcelach wypełnionych różnymi glebami pobranymi z pól należących do pięciu kompleksów rolniczej przydatności gleb. Największe plony ziarna żyta uzyskano na glebach pochodzących z kompleksu żyniego bardzo dobrego i dobrego. Tylko w roku o mniej korzystnych warunkach dla wzrostu żyta najwyższe plony uzyskano na kompleksie pszennym dobrym. Wysoki plon ziarna uzyskiwano z łanów charakteryzujących się wyższym odsetkiem roślin rozkrzewionych. Cechy struktury plonu kłosa żyta zależały przede wszystkim od wysokości pędów, natomiast w niewielkim stopniu zależały od stopnia rozkrzewienia rośliny.

Słowa kluczowe: architektura, plon ziarna, struktura, warunki glebowe, żyto ozime

The studies were carried out in the years 1992–1994 in plots formed of different types of soil taken from the fields representing five soil complexes. The highest yield of winter rye grain was obtained on the rye very good or good complexes. Comparatively higher yield from the wheat very good complex was recorded only once, namely in the year in which the environmental conditions were not suitable enough for winter rye growth and yielding. The grain yield was found to increase with increasing of a number of tillers per plant. The characters determining grain yield per ear depended mainly on the height of a culm, whereas a number of tillers had only a slight effect.

Keywords: grain yield, soil conditions, structure, architecture, winter rye

WSTĘP

Warunki glebowe są czynnikiem silnie oddziałującym na cechy struktury i architektury łanu (Sułek, 1996). Znajomość charakteru i wielkości tego oddziaływania ma istotne znaczenie przy podejmowaniu decyzji wpływających na późniejszą budowę łanu, czyli ilość wysiewu, poziom i termin nawożenia azotowe. Prowadzenie takich badań ma, zatem duże uzasadnienie, tym bardziej, że w przypadku żyta ozimego informacji na ten temat w literaturze jest niewiele.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu warunków glebowych na budowę łanu żyta ozimego oraz określenie zależności pomiędzy parametrami struktury i architektury łanu a poziomem plonowania.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1992–1994 na parcelach wypełnionych różnymi glebami pobranymi z pól należących do pięciu kompleksów rolniczej przydatności gleb. Charakterystykę tych gleb przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Charakterystyka gleb wypełniających mikropoletki
Characteristics of soils in microplots

Symbol gleby Soil code	Typ gleby Soil type	Kompleks przydatności rolniczej gleb Soil complex	Wskaźnik bonitacji Index of valuation
2	mada brunatna brown alluvial soil	pszenney dobry wheat very good	92
4	gleba brunatna właściwa brown soil	żytni bardzo dobry rye very good	70
3	rędzina rendzina	pszenney wadliwy wheat defective	57
5	gleba brunatna właściwa brown soil	żytni dobry rye good	42
6	gleba brunatna kwaśna brown acid soil	żytni słaby rye weak	30

Odmianę żyta Motto wysiewano w 3 dekadzie września, obsadę roślin po wschodach ustalono na 450 roślin na 1 m² (przy większej ilości roślin żyta na 1 m², nadmiar roślin usuwano ręcznie do zamierzonej obsady). Nawożenie fosforowo potasowe zastosowano przedsięwzięcie, a azot pogłównie (50 kg N/ha w czasie ruszania wegetacji i 40 kg N/ha w początku fazy strzelania w źdźbło). Chwasty usuwano ręcznie. W zależności od roku stosowano 1 lub 2-krotny oprysk fungicydem.

Zbiór dokonano w fazie dojrzałości pełnej, oznaczając liczbę roślin i kłosów oraz plon ziarna z poletka.

Dla określenia architektury łanu z każdego kompleksu pobrano w fazie dojrzałości pełnej próby roślin (15 sztuk). Każdą z wybranych roślin określono pod względem liczby pędów produkcyjnych oraz ich wysokości. Oznaczono także cechy struktury plonu (długość kłosa, masa ziarna w kłosie, liczba ziaren w kłosie). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie.

WYNIKI I DYSKUSJA

W każdym roku badań warunki glebowe były czynnikiem istotnie różnicującym poziom uzyskiwanych plonów ziarna żyta. W roku 1992 i 1993 najwyższe plony uzyskano na glebie pochodzącej z kompleksu żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego, a najniższe na glebie pochodzącej z kompleksu pszenno-wadliwego (rędzina). Zakwalifikowana

najwyżej pod względem wskaźnika bonitacji mada (kompleks pszenny dobry) okazała się najlepsza dla żyta tylko w roku 1994 (tab. 2).

Tabela 2

Plon i struktura plonu żyta ozimego w zależności od warunków glebowych (Puławy 1992–1994)

Yield and yield structure of winter rye depending on soil conditions (Puławy 1992–1994)

Rok Year	Kompleks glebowy Soil complex					NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	2	4	3	5	6	
plon ziarna z 1 m ² grain yield per 1 m ²						
1992	1,030	1,303	0,920	1,299	1,139	0,11
1993	0,927	1,234	0,622	1,217	1,054	0,17
1994	0,954	0,800	0,768	0,756	0,680	0,09
liczba roślin na 1 m ² plant number per 1 m ²						
1992	293	280	223	249	315	36,4
1993	410	383	380	371	517	48,1
1994	451	368	416	400	386	56,2
liczba kłosów na 1 m ² ears number per 1 m ²						
1992	653	775	617	829	756	67,3
1993	614	718	499	622	713	56,2
1994	590	502	517	502	502	49,0
liczba pędów na roślinie number of tillers per plant						
1992	2,23	2,77	2,77	3,33	2,40	0,33
1993	1,50	1,87	1,31	1,68	1,38	0,21
1994	1,31	1,36	1,24	1,26	1,30	r.n.

Różnice w poziomie plonów ziarna żyta na poszczególnych kompleksach były trochę mniejsze od oczekiwanych, co można tłumaczyć stosunkowo dobrym rozkładem opadów w latach badań. Poziom uzyskiwanych plonów zależał od liczby roślin na 1 m² (korelacje ujemne) i liczby kłosów na 1 m² (korelacje dodatnie; tab. 3).

Tabela 3

Współczynniki korelacji pomiędzy plonem ziarna a cechami jego struktury na poszczególnych kompleksach glebowych

Coefficients of correlation between grain yield and some characters of canopy and plant structure on different soils

Kompleks glebowy Soil complex	Liczba roślin na 1 m ² Plant number per 1 m ²	Liczba kłosów na 1 m ² Ears number per 1 m ²	Rozkrzewienie produkcyjne Number of tillers per plant
2	-0,744*	0,700*	0,750*
4	-0,387	0,801*	0,703*
3	-0,651*	0,830*	0,729*
5	-0,744*	0,790*	0,723*
6	-0,005	0,801*	0,575

* Korelacje istotne dla p = 0,05

* Correlation significant at p = 0.05

Średnie obiektowe wartości tych cech pokazano w tabeli 2. Wynika z nich, że różnice w zakresie liczby roślin na jednostce powierzchni pomiędzy obiektami, na których

ustalono obsadę na 450 sztuk na 1 m² (wszystkie oprócz kompleksu żytniego słabego) były stosunkowo niewielkie i na ogół nie przekraczały poziomu istotności. Wyjątkiem była istotnie mniejsza obsada roślin na glebie należącej do kompleksu pszennego wadliwego w roku 1992. Na glebie najsłabszej (kompleks żytni słaby), na której obsada roślin była zwiększona, liczba roślin była wyraźnie większa w roku 1992 i 1993, podczas gdy w roku 1994 o mniej korzystnych dla żyta przebiegu warunków pogody wypadanie roślin było tak duże, że liczba roślin była na tym kompleksie porównywalna z kompleksami, na których zastosowano mniejszą obsadę.

Wpływ stopnia rozkrzewienia rośliny na cechy struktury kłosa był znacznie słabszy. Istotnie statystycznie związki w tym zakresie stwierdzono tylko na glebie najsłabszej liczba roślin była na tym kompleksie porównywalna z kompleksami, na których zastosowano mniejszą obsadę.

Liczba kłosów na jednostce powierzchni była stosunkowo duża na wszystkich glebach, nawet w roku 1994 o mniej korzystnych warunkach w czasie fazy krzewienia. Wyraźnie mniej kłosów stwierdzono tylko na kompleksie pszennym wadliwym w roku 1992 i 1993. Natomiast w roku 1994 liczba kłosów na tym kompleksie była niższa tylko w stosunku do kompleksu pszennego dobrego. Podobną reakcję w zakresie zmienności liczby kłosów na jednostce powierzchni pod wpływem warunków glebowych obserwowała Jaśkiewicz (1998) w doświadczeniach z pszenżytem ozimym.

Średnia długość pędów na poszczególnych glebach różniła się znacznie (tab. 4).

Tabela 4

Wysokość pędów w łanie żyta w zależności od warunków glebowych (Puławy 1991–1994)
Height of culms depending on soil conditions (Puławy 1991–1994)

	Rok Year	Kompleks glebowy Soil complex				
		2	4	3	5	6
Średnia	1992	114	124	105	122	112
Average	1993	110	118	93	113	120
	1994	75	130	72	131	74
Średnia z lat Average for years		100	124	92	122	102
Współczynnik zmienności	1992	13,3	12,2	12,3	10,8	14,8
Variation coefficient	1993	10,9	10,4	13,9	12,7	10,6
	1994	27,3	9,2	30,8	10,0	25,3

Najdłuższe pędy posiadały rośliny rosnące na kompleksach, na których uzyskiwano najwyższe plony (kompleks żytni bardzo dobry, żytni dobry). Natomiast na kompleksie pszennym wadliwym (najniższe plony) pędy żyta były wyraźnie krótsze. Współczynnik zmienności omawianej cechy był podobny na wszystkich glebach w latach 1992 i 1993. Natomiast w roku 1994 bardzo wysoki współczynnik zmienności długości pędów w łanie stwierdzono na kompleksie żytnim słabym i pszennym wadliwym, na których plony ziarna były najniższe.

Tabela 5

Procentowy udział roślin o różnym rozkrzewieniu produkcyjnym na różnych glebach
Percentage of plants with different number of tillers under different soil conditions

Typ rośliny Plant type	Kompleks glebowy — Soil complex				
	2	4	3	5	6
rok/ year 1992					
1*	60	44	27	36	58
2	36	42	65	38	33
3	4	14	8	27	9
rok/ year 1993					
1	82	42	91	61	71
2	16	42	9	39	29
3	2	16	0	0	0
rok/ year 1994					
1	73	100	67	92	93
2	27	0	27	8	7
3	0	0	6	0	0

* Liczba pędów kłosonośnych

* Fertile shoots number

Tabela 6

Współczynniki korelacji pomiędzy liczbą pędów na roślinie i ich długością a cechami struktury kłosa
(Puławy 1992–1994)

Coefficients of correlation between a number of culms per plant and their length and features of ear structure depending on soil conditions (Puławy 1992–1994)

Cecha Feature	Kompleks glebowy Soil complex									
	2		4		3		5		6	
	l.p.**	dł.p.***	l.p.	dł.p.	l.p.	dł.p.	l.p.	dł.p.	l.p.	dł.p.
rok/ year 1992										
Długość kłosa — Ear length	-0,08	0,58*	-0,07	0,56*	0,01	0,58*	0,07	0,44*	0,05	0,67*
Liczba kłosków w kłosie Number of flowers per head	-0,04	0,58*	0,03	0,61*	0,01	0,54*	0,07	0,53*	0,10	0,66*
Liczba ziaren w kłosie Grain number per head	-0,02	0,63*	0,02	0,65*	0,01	0,60*	0,06	0,54*	0,06	0,72*
Plon ziarna z kłosa Grain yield per head	-0,07	0,63*	0,07	0,65*	0,02	0,64*	0,03	0,58*	0,00	0,76*
rok/ year 1993										
Długość kłosa — Ear length	0,05	0,55*	-0,08	0,51*	-0,02	0,52*	-0,16	0,65*	-0,31*	0,58*
Liczba kłosków w kłosie Number of flowers per head	0,07	0,22*	-0,10	0,57*	0,19	0,06	-0,17	0,63*	-0,31*	0,57*
Liczba ziaren w kłosie Grain number per head	0,04	0,49*	-0,12	0,58*	-0,01	0,62*	-0,20	0,62*	-0,33*	0,57*
Plon ziarna z kłosa Grain yield per head	0,05	0,48*	-0,13	0,61*	-0,05	0,59*	-0,14	0,65*	-0,33*	0,63*
rok/ year 1994										
Długość kłosa — Ear length	0,04	0,17*	0,15*	0,54*	-0,20	0,56*	-0,25*	0,53*	-0,37*	0,39*
Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets per head	0,10	0,30*	0,27*	0,54*	-0,28	0,59*	-0,22*	0,52*	-0,47*	0,40*
Liczba ziaren w kłosie Grain number per head	0,01	0,43*	0,29*	0,51*	-0,22	0,65*	-0,17*	0,56*	-0,52*	0,41*
Plon ziarna z kłosa Grain yield per head	-0,13*	0,48*	0,13	0,47*	-0,19	0,61*	-0,16*	0,47*	-0,55*	0,43*

* Korelacje istotne dla $p = 0.05$; Correlation significant at $p = 0.05$

** l.p. — Liczba pędów; Number of culms

*** dł.p. — Długość pędów; Length of culm

Szczegółowa analiza stopnia rozkrzewienia roślin wykazała, że łany dające najwyższe plony ziarna charakteryzowały się największym odsetkiem roślin posiadających 2 i 3 pędy kłosowe i odwrotnie najwyższy odsetek roślin jednopędowych zaobserwowano na obiektach z niższymi plonami ziarna (tab. 5). Podobne wyniki uzyskali Grabiński (1997), Jaśkiewicz (1998) i Kozłowska-Ptaszyńska (1999).

Analiza współczynników korelacji wykazała (tab. 6), że o wartościach cech struktury plonu decydowała przede wszystkim wysokość pędu. W każdy roku i na każdej glebie była ona istotnie dodatnio skorelowana z cechami struktury kłosa. Podobne związki w zakresie wpływu wysokości pędu na plon ziarna z kłosa stwierdził Grabiński (1997) w badaniach nad pszenżytem. W pewnym uproszczeniu można, zatem stwierdzić, że korzystniejsze dla wysokiego plonowania żyta wartości cech struktury kłosa uzyskiwano na obiektach charakteryzującymi się średnimi i wyższymi pędami kłosowymi.

Wpływ stopnia rozkrzewienia rośliny na cechy struktury kłosa był znacznie słabszy. Istotne statystycznie związki w tym zakresie stwierdzono tylko na glebie najsłabszej (tab. 6), przy czym była to korelacja ujemna. W innych badaniach Podolskiej (1995) nad pszenicą ozimą czy Jaśkiewicz (1998) nad pszenżytem, stwierdzono na ogół większy spadek masy ziarna z kłosa na pędach powstałych w wyniku krzewienia.

WNIOSKI

1. W latach sprzyjających plonowaniu żyta największe plony ziarna żyta uzyskano na glebach pochodzących z kompleksu żytniego bardzo dobrego i dobrego. Tylko w roku o mniej korzystnych warunkach (zły rozkład opadów) dla wzrostu żyta najwyższe plony uzyskano na kompleksie pszennym dobrym.
2. Wysoki plon ziarna uzyskiwano z łanów charakteryzujących się wyższym odsetkiem roślin dobrze rozkrzewionych, posiadających więcej niż 2–3 pędy kłosonośne.
3. Cechy struktury plonu kłosa żyta zależały przede wszystkim od wysokości pędów, natomiast w niewielkim stopniu zależały od stopnia rozkrzewienia rośliny.

LITERATURA

- Grabiński J. 1997. Wpływ gęstości siewu na architekturę łanu pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR Szczecin: 115 — 119.
- Jaśkiewicz B. 1998. Wpływ obsady roślin na wydajność i architekturę łanu pszenżyta ozimego uprawianego na różnych glebach. Roczniki AR w Poznaniu, CCCVII: 101 — 109.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1999. Wpływ gęstości siewu na architekturę łanu i plon pszenżyta jarego uprawianego na różnych glebach. Pam. Puł.: 99 — 112.
- Podolska G. 1995. Struktura plonu i architektura łanu odmian pszenżyta ozimego w zależności od warunków glebowych. R (129): 1 — 91.
- Sulek A. 1996. Określenie optymalnej architektury łanu pszenicy jarej na różnych glebach w warunkach modelowych. Praca doktorska, IUNG, Puławy.

MARIAN GÓRSKIKrajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Żywotność nasion rzepaku ozimego w długoterminowym przechowywaniu

Seed viability of the winter oilseed rape in the long-term storage

Długoterminowe przechowywanie nasion rzepaku ozimego rozpoczęto w 1987 roku. Nasiona o zawartości wody około 8% umieszczono w pojemnikach szklanych typu „Twist „, zamkniętych przy pomocy pompy próżniowej w komorze o temperaturze 1°C. Po 15 latach przechowywania najwyższy indeks zachowania zdolności kiełkowania stwierdzono u odmian SV 7473/73 — 94, Erra — 93, Ridana — 92 i Parapluje — 91.

Słowa kluczowe: długoterminowe przechowywanie, odmiana, rzepak ozimy, żywotność nasion

Long-term storage survey of winter oilseed rape started in 1987. Seeds of the moisture content of about 8% were vacuum packed in glass containers and placed in a chamber at 1°C. After 15 years of storage the highest germination capacity index was found for the following varieties — SV 7473/73 — 94, Erra — 93, Ridana — 92 and Parapluje — 91.

Key words: cultivar, long-term storage, seed viability, winter oilseed rape

WSTĘP

Cennym materiałem wyjściowym do hodowli nowych odmian spełniających aktualne potrzeby człowieka jest gromadzona w bankach genów pula genetyczna roślin uprawnych i ich dzikich krewniaków.

Odpowiednie warunki przechowywania zapewniają utrzymanie żywotności nasion. Długość życia nasion zależy, zarówno od właściwości genetycznych, jak i wpływu środowiska (Desai i in., 1997). Do podstawowych czynników kształtujących żywotność nasion należą: zawartość wody w nasionach oraz czynniki środowiska, takie jak: wilgotność powietrza, temperatura i ciśnienie parcjale tlenu (Górecki i in., 1998). Poza tym istotny jest skład chemiczny atmosfery, w której są przechowywane nasiona, stopień porażenia mikroflorą i mikrofauną oraz uszkodzenia mechaniczne nasion (Zalewski i in., 1997).

Wpływ warunków przechowywania na zdolność kiełkowania ziarna roślin zbożowych dla potrzeb praktyki rolniczej badali między innymi: Narkiewicz-Jodko (1990) i Gabińska i wsp. (1991). We wcześniejszych publikacjach autor stwierdził korzystny wpływ

zmniejszonej zawartości wody w ziarniakach roślin zbożowych (Górski, 1999 a, 2000, 2000 a, 2001), traw (Górski, 2001), a także w nasionach lnu (Górski, 1999) oraz w orzeszkach gryki (Górski, 1999 b), jak również wpływ obniżonej temperatury przechowywania na żywotność przechowywanych nasion. Górski i Suchecki (2001) nie stwierdzili żadnych zmian we wzroście i rozwoju roślin gryki w polu po siedmioletnim przechowywaniu nasion w banku genów.

Celem niniejszej pracy jest ocena żywotności nasion rzepaku ozimego w warunkach długoterminowego przechowywania dla potrzeb banków genów i prac hodowlanych.

MATERIAŁ I METODA

Aktualnie w długoterminowym przechowywaniu w Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin są 61403 próbki nasion należące do 9 grup użytkowych roślin. Zasoby genowe rzepaku jarego i ozimego liczą 423 obiekty. Zgromadzone próbki nasion rzepaku ozimego pochodzą z krajowych i zagranicznych ośrodków hodowli roślin. Zasoby genowe rzepaku były rozmnożone w Zakładzie Doświadczalnym Borowo w 1986 roku.

Analizy zdolności kiełkowania wykonano, zgodnie z przepisami ISTA (1985) w Laboratorium Technologicznym IHAR w Sandomierzu i Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych i Zakładzie Nasiennictwa i Nasionoznawstwa IHAR w Radzikowie. Pierwsze badania wykonano w czasie wprowadzania próbek nasion do długoterminowego przechowywania w roku 1987. Następne oznaczanie zdolności kiełkowania wykonano w 2002 roku, czyli po 15 latach przechowywania.

Nasiona z obniżoną zawartością wody do około 8% wsypywano do pojemników szklanych typu „Twist”, które zamknięto przy pomocy pompy próżniowej. Następnie pojemniki umieszczono w komorze o temperaturze 1°C. Po 15 latach przechowywania dla 22 odmian wybranych losowo, oceniono zmiany w zdolności kiełkowania za pomocą wartości średnich — $\bar{X}$, współczynnika zmienności V (Brewbaker, 1970) i indeksu zachowania zdolności kiełkowania (Górski, 2001).

WYNIKI

Zmiany zdolności kiełkowania przechowywanych nasion są zjawiskiem biologicznie bardzo złożonym i dlatego występują ogromne trudności ujęcia tego zjawiska w odpowiednie wzory matematyczne (Górski, 2001).

Wyjściowa zdolność kiełkowania w 1987 roku dla wybranych losowo 22 obiektów rzepaku ozimego wahała się od 92% u odmiany SL-29 i WW933 do 100% u odmiany Lester. Średnia wartość zdolności kiełkowania wynosiła $\bar{X} = 97,3\%$ przy współczynniku zmienności $V = 2\%$ (tab. 1). Niska wartość tego współczynnika wskazuje na brak istotnych różnic między odmianami.

Natomiast w roku 2002, czyli po 15 latach przechowywania zdolność kiełkowania była od 59% u odmiany Niemierzański do 93% u odmiany Erra przy średniej wartości $\bar{X} = 79,7\%$ i współczynniku zmienności $V = 11\%$ (tab. 1). Wartość współczynnika

zmienności sygnalizuje, że w nasionach nastąpiły zmiany zdolności kiełkowania. Po 15 latach przechowywania zdolność kiełkowania obniżyła się od 5,2% u odmiany SV7473/76 do 40% u odmiany Niemierczański, a średnia dla wszystkich badanych odmian wynosiła 17,8%.

Tabela 1

Zdolność kiełkowania nasion rzepaku po 15 latach przechowywania
Germination capacity of winter oilseed rape seeds after 15-years storage

Klasyfikacja Classification	Odmiana Cultivars	Zdolność kiełkowania w latach Germination capacity in the years		Spadek zdolności kiełkowania %. Decrease of germination capacity	Wartość indeksu Index value
		1987	2002		
1	SV 7473/76	97	92	5,2	94
2	Erra	99	93	6,1	93
3	Ridana	95	88	7,4	92
4	Parapluje	99	91	8,1	91
5	Status	97	88	5,2	90
6	Lester	100	89	11,0	89
7	Valdor	97	85	12,4	87
8	Heimer	98	84	14,3	85
9	SL-29	92	79	14,1	85
10	Meander	99	84	15,2	84
11	Tamara	97	80	17,5	82
12	RWG-15	98	81	17,4	82
13	Lindora	98	80	18,4	81
14	Svalofskarab	98	80	18,4	81
15	CN 1	97	77	20,6	79
16	SV 74819	98	75	23,5	76
17	Limara	97	73	24,7	75
18	RC-2	99	75	24,3	75
19	Promor	98	73	25,5	74
20	WW933	92	68	26,1	73
21	Wira	97	61	37,1	62
22	Niemierczański	99	58	40,4	59
Średnia Mean		97,3	79,7	17,8	
Współczynnik zmienności Variability coefficient		2	11	53	

Indeks zachowania zdolności kiełkowania wahał się od 94 u odmiany SV 7473/76 do 59 u odmiany Niemierczański (tab. 1).

Najwyższe wartości indeksu zachowania zdolności kiełkowania uzyskały następujące odmiany: SV 7473/76-94, Erra — 93, Rida — 92, Parapluje — 91 i Status — 90. W nasionach rzepaku ozimego zaobserwowano podobne zjawisko, jak u ziarniaków pszenicy ozimej po 17 latach przechowywania (Górski, 2001).

Po 15 latach przechowywania stwierdzono wysoką ujemną korelację $r = -0,9956$ pomiędzy procentowym spadkiem zdolności kiełkowania, a indeksem zachowania zdolności kiełkowania.

WNIOSKI

1. Po 15 latach przechowywania nasion rzepaku ozimego stwierdzono spadek średniej zdolności kiełkowania z 97,3% w 1987 roku do 79,7% w 2002 roku, co stanowi 18,1% wyjściowej zdolności kiełkowania.
2. Wśród badanych odmian nastąpiła różna reakcja nasion na warunki przechowywania.
3. Najwyższe indeksy zachowania zdolności kiełkowania stwierdzono u następujących odmian: SV 7473/76 — 94, Erra — 93, Ridana — 92, Parapluje — 91 i Status — 90.

LITERATURA

- Brewbaker J. L. 1970. Genetyka rolnicza. PWR i L, Warszawa: 20 — 23.
- Desai B. B., Kotecha P. M., Salunkhe D. K. 1997. Seeds. Handbook. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M., Schneider K. 1991. Wpływ wieloletniego przechowywania na wartość siewną pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 180: 43 — 52.
- Górecki R., Kulka K., Puchalski J. 1998. Mechanizm starzenia się nasion w aspekcie długiego przechowywania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 191 — 209.
- Górski M. 1999. Żywotność nasion lnu w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 210: 189 — 192.
- Górski M. 1999 a. Zdolność kiełkowania ziarniaków żyta ozimego w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 212: 109 — 114.
- Górski M. 1999 b. Żywotność orzeszków gryki w długoterminowym przechowywaniu. Biul. Nauk. ART. Olsztyn 4: 101 — 106.
- Górski M. 2000. Zdolność kiełkowania różnych odmian i rodów pszenżyta ozimego po długoterminowym przechowywaniu. Zesz. Nauk. AR Szczecin 206: 79 — 82.
- Górski M. 2000 a. Żywotność ziarniaków jęczmienia ozimego w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 215: 195 — 199.
- Górski M. 2001. Reakcja odmian pszenicy ozimej na długoterminowe przechowywanie w Banku Genów. Biul. IHAR 218: 185 — 193.
- Górski M. 2001. Zdolność kiełkowania ziarniaków kostrzewy łąkowej po 5-letnim przechowywaniu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.: 301 — 306.
- Górski M., Suchecki S. 2001. Przydatność odmian gryki do hodowli po długoterminowym przechowywaniu nasion w Banku Genów. Zesz. Nauk. AR. Kraków 85: 21 — 27.
- Zalewski K., Górecki R., Górski M., Witkowski J. 1997. Metabolizm starych nasion. Zmiany fizjologiczne w nasionach roślin strączkowych podczas przechowywania. Biul. IHAR 201: 199 — 210.

WOJCIECH BUDZYŃSKI**KRZYSZTOF JANKOWSKI**

Katedra Produkcji Roślinnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Poziom agrotechniki a struktura i plon nasion rzepaku jarego

Oilseed rape yield and its structure in relation to pest control and nitrogen fertilization levels

W pracy przedstawiono rolę elementów struktury plonu w kształtowaniu plonu nasion rzepaku jarego chronionego i niechronionego przed szkodnikami uprawianego przy różnym poziomie nawożenia azotem. W ocenie związku pomiędzy plonem nasion a komponentami wykorzystano analizę współczynników ścieżek. Ochrona rzepaku jarego przed szkodnikami uratowała średnio 5,9 dt nasion z 1 ha. Nie stwierdzono, aby zwiększenie poziomu nawożenia azotem zwiększało regenerację przez rzepak jary uszkodzeń owadzi. Rzepak zareagował istotnym przyrostem plonu nasion do najwyższej dawki azotu. Efektywność 1 kg azotu była największa w zakresie dawek do $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przekroczenie tego poziomu obniżyło aż 2-krotnie efektywność 1 kg N. Plon rzepaku chronionego przed szkodnikami owadzi był dodatnio skorelowany z liczbą łuszczyń na 1 m^2 i liczbą nasion w łuszczyńce oraz ujemnie z masą 1000 nasion. W rzepaku niechronionym główną rolę w kształtowaniu plonu odgrywała liczba nasion w łuszczyńce. Przy niskim poziomie odżywienia azotem (dawka $\leq 80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) plon nasion rzepaku jarego kształtowały wszystkie jego składowe (w przypadku masy 1000 nasion współczynnik ścieżki był ujemny). Przy wysokim poziomie nawożenia ($120\text{--}160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) bezpośredni wpływ na plon nasion rzepaku jarego miała tylko liczba nasion w łuszczyńce.

Słowa kluczowe: rzepak jary, ochrona przed szkodnikami, nawożenie azotem, plon nasion, elementy struktury plonu, analiza współczynników ścieżek

The paper presents a role of yield components in creating spring oilseed rape yield under different conditions of pest control and nitrogen application. The relationships between yield and its components were estimated using the path coefficient analysis. Pest control resulted in saving 5.9 dt of seed per 1 ha. In no case the increasing of nitrogen doses stimulated a compensation of oilseed rape after injuries caused by pests. Rape reacted to increasing nitrogen doses, up to the highest one, by the rise of seed yield. The effectiveness of nitrogen application, as evaluated for 1 kg, was highest at the range up to $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Higher doses resulted in over 2-fold decrease of the effectiveness. Yield of rape protected against pests was positively correlated with a number of both siliques per 1 m^2 and seeds per silique, whereas it was negatively correlated with 1000 seeds weight. In contrast, the yield of rape that was not protected was substantially affected by a number of seeds per silique. At a low level of nitrogen application ($\leq 80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), rape yield was created by all the components studied (in the case of 1000 seeds weight the path coefficient appeared to be negative). Meanwhile, at large doses of nitrogen (120--

160 kg·ha⁻¹), only the number of seeds per silique was found to have a direct effect on spring oilseed rape yield.

Key words: analysis of path coefficient, nitrogen application, pest control, seed yield, spring rape yield components

WSTĘP

Spośród czynników agrotechnicznych największy wpływ na wykorzystanie potencjału plonotwórczego rzepaku jarego mają nawożenie azotem oraz ochrona przed szkodnikami (Budzyński i Ojczyk, 1996; Ojczyk i Jankowski, 1999). Wysoka pozycja ochrony przed szkodnikami, w kształtowaniu plonu tej formy rzepaku, wynika z małej zdolności roślin do autoregeneracji uszkodzeń owadzych. Nie bez znaczenia jest również fakt lepszego (niż u formy ozimej) dopasowania cyklu rozwojowego szkodników (szczególnie pchełek i gnatarza) do faz rozwojowych rzepaku jarego. Duża rola plonotwórcza azotu w rzepaku jarym wynika z faktu gromadzenia przez ten gatunek znacznych ilości białka i tłuszczu w nasionach, a więc składników, których synteza jest bardzo energochłonna (Budzyński i Ojczyk, 1996). Niestety wysokie wymagania nawozowe tego gatunku nie idą w parze ze stopniem rozwinięcia systemu korzeniowego. Słaby system korzeniowy uzależnia w dużym stopniu plonowanie tej formy rzepaku od łatwo dostępnych mineralnych składników nawozowych, w mniejszym zaś stopniu od zasobności gleby (Dembiński, 1975).

Wpływ ochrony przed szkodnikami oraz nawożenia azotem na plon nasion realizuje się poprzez bezpośrednie oddziaływanie tych elementów agrotechniki na liczbę łuszczyń na 1 m² oraz masę 1000 nasion (Ojczyk i Jankowski, 1999). Liczba nasion w łuszczyń należą do najbardziej stabilnych komponentów plonu nasion rzepaku słabo modyfikowanych poziomem agrotechniki (Jasińska i in., 1997).

Siłę oddziaływania czynników agrotechnicznych na składowe plonu można przedstawić za pomocą np. równań regresji lub/ oraz współczynników korelacji. Jednak wykorzystanie tych instrumentów do oceny roli poszczególnych elementów struktury plonu w jego kształtowaniu może być niezadowalające (Idźkowska i in., 1993). Elementy struktury plonu i plon występują w układzie przyczyno-skutkowym. Jednym z możliwych sposobów opisu takiego układu jest metoda współczynników ścieżek (Konys i Wiśniewski, 1984; Idźkowska i in., 1993). Porównanie współczynników korelacji z współczynnikami ścieżek wykazało, że wielkości te nie tylko mogą różnić się od siebie, ale wręcz mogą mieć przeciwne znaki. Różnice wynikać mogą z faktu, iż współczynniki korelacji, w przeciwieństwie do analizy współczynników ścieżek, nie uwzględniają wpływów pośrednich zmiennych na analizowaną cechę. Jeżeli by przy analizie wpływów ograniczyć się jedynie do współczynników korelacji, to wnioskowanie może nie odzwierciedlać rzeczywistych zależności pomiędzy badanymi cechami (Konys i Wiśniewski, 1984). Współczynniki ścieżek oddając ilościowy stopień wpływu poszczególnych składowych plonu (zmienne niezależne) na plon nasion (zmienna zależna) mogą być porównywane w celu zwaloryzowania znaczenia poszczególnych składowych w kształtowaniu plonu nasion.

Celem podjętych badań było skwantyfikowanie roli poszczególnych składowych plonu w kształtowaniu plonu rzepaku jarego uprawianego w warunkach zróżnicowanej ochrony przed szkodnikami oraz nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy

Podstawą pracy są wyniki ścisłych badań polowych realizowanych w latach 1998–2000 na polach Stacji Badawczej w Bałcynach należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Doświadczenia założono w układzie długich parcel zmodyfikowanych przez Elandt, w 4 replikacjach. Zastosowano następujący układ zmiennych:

- czynnik I: sposób ochrony przed szkodnikami — 1. pełna ochrona; 2. brak ochrony,
- czynnik II: nawożenie azotem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) — a. bez azotu; b. 40; c. 80; d. 120; e. 160.

Doświadczenie lokalizowano na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny średniej bądź lekkiej, klasy bonitacyjnej III a, kompleksu pszenno dobrego lub żytniego bardzo dobrego, o odczynie lekko kwaśnym (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka warunków glebowych
Description of soil conditions

Wyszczególnienie Specification	Lata Years		
	1998	1999	2000
Typ gleby Soil type	gleba płowa typowa soil lessives typical		
Gatunek gleby Soil species	głina średnia medium clay	głina lekka light clay	głina średnia medium clay
Odczyn gleby Soil pH (1 M KCl) ¹	6,4	6,1	6,4
Klasa bonitacyjna Soil valuation class	R-IIIa		
Kompleks przydatności rolniczej Soil suitability complex	pszenno dobry good wheat	żytni bardzo dobry rye very good	pszenno dobry good wheat
Zwartość przyswajalnych składników ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby) Content of nutrients ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ soil)			
— P_2O_5 ²	22,7	17,5	20,2
— K_2O ³	20,0	20,0	15,0
— Mg ⁴	9,0	8,5	8,4

Oznaczenia chemiczne wykonano wg: PN ISO 10390¹; PN-R-04023²; PN-R-04022³; PN-R-04020⁴

Chemical analyses were done according to: PN ISO 10390¹; PN-R-04023²; PN-R-04022³; PN-R-04020⁴

Zasobność gleby w fosfor była wysoka i bardzo wysoka, w potas średnia, zaś w magnez wysoka. Przedplonem były zboża ozime (1998, 2000) bądź mieszanka zbożowo-strączkowa (1999). Po zbiorze przedplonu wykonano podorywkę i orkę przedzimową na głębokość 20–22 cm. Wiosną, przedsięwzię pod agregat uprawowy, zastosowano $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ P_2O_5 (superfosfat potrójny) oraz $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K_2O (sól potasowa 57%). Azot w dawkach do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ aplikowano jednorazowo przed siewem, wyższą dawkę ($160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) aplikowano dwukrotnie: $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ przed siewem i $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w pełni pąkowania.

Nasiona odmiany Star corocznie wysiewano w ostatniej dekadzie kwietnia, w ilości 150 kielkujących, zaprawionych nasion na 1 m² poletka o powierzchni 12 m². Po siewie nasion zastosowano metazachlor w dawce 1 200 g·ha⁻¹. Na części doświadczenia z intensywnym zwalczaniem szkodników stosowano 5-krotnie insektycydy. W obiektach niechronionych nie stosowano insektycydów. Pasy izolacyjne pomiędzy obiektami chronionymi a niechronionymi wynosiły 15 m.

W dojrzałości technicznej dokonano pomiarów biomorfometrycznych roślin rzepaku uwzględniających elementy struktury plonu, tj. liczbę łuszczyń na 1 m² (liczba roślin na 1 m² × liczba łuszczyń na 1 roślinie), liczbę nasion w łuszczyńce oraz masę 1000 nasion. Po zbiorze roślin określono plon nasion z poletka — przeliczając go na 1 ha przy stałej 13% wilgotności.

Statystyczne opracowanie wyników badań

Wyniki plonowania oraz pomiarów biometrycznych roślin plonujących opracowano metodą analizy wariancji w sposób zgodny z metodą założenia doświadczenia. W ocenie istotności efektów głównych i interakcyjnych zastosowano test *F*. Wartości funkcji testowej *F*_{emp.} z analizy wariancji badanych cech przedstawiono w tabeli 2. Średnie wartości z kombinacji dla badanych cech porównano testem Duncana.

Tabela 2

Wartości funkcji testowej *F*_{emp.} z analizy wariancji badanych cech rzepaku jarego
Values of test function *F*_{emp.} from the analysis of variance for evaluated characteristics of spring oilseed rape

Źródło zmienności Source of variation	Plon (dt·ha ⁻¹) Yield	Elementy struktury plonu Yield components		
		liczba łuszczyń na 1 m ² number of siliques per 1m ²	liczba nasion w łuszczyńce number of seeds per silique	masa 1000 nasion (g) weight of 1000 seeds
Lata (L) Years	114,54**	11,87**	177,58**	23,91**
Sposób ochrony przed szkodnikami (I) Method of pest control	38,48**	47,67**	38,43**	11,32**
Dawka azotu (II) Nitrogen dose	23,15**	6,45**	1,01	2,81*
L × I	4,13	1,31	40,92**	3,16
L × II	1,27	1,88	2,20*	1,82
L × I × II	0,83	2,49*	0,88	0,15
I × II	0,85	3,10*	1,44	0,43

* Różnice istotne dla poziomu $\alpha = 0,05$

* Effects Significant at $\alpha = 0.05$

** Różnice istotne dla poziomu $\alpha = 0,01$

** Effects Significant at $\alpha = 0.01$

Do badań związku pomiędzy plonem nasion (zmienna zależna) z jednostki powierzchni (Y) i jego składowymi (zmienne niezależne), tj. liczbą łuszczyń na 1 m² (X₁), liczbą nasion w łuszczyńce (X₂) i masą 1000 nasion (X₃) wykorzystano metody korelacji oraz regresji prostej i wielokrotnej. Częstkowe współczynniki regresji dla zmiennych standaryzowanych (współczynniki ścieżek) obliczono wg metody opisanej w pracy Wright (1934). W analizach wariancji, korelacji i regresji wykorzystano pakiet staty-

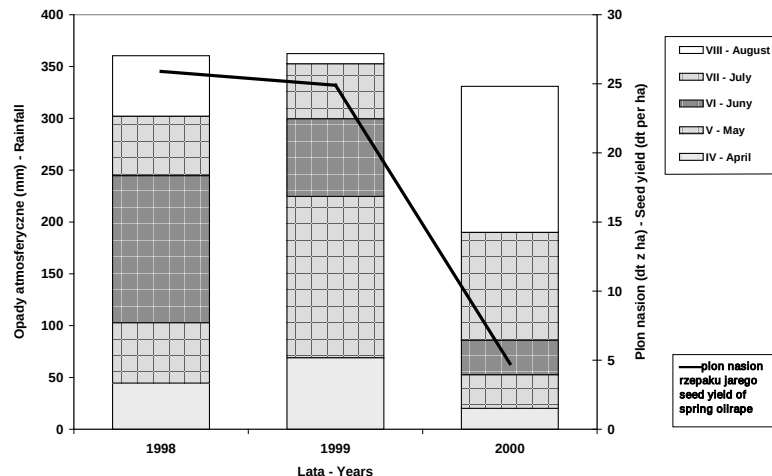
styczny STATISTICA®, natomiast podstawą analizy ścieżkowej był skrypt programu komputerowego zamieszczony w pracy Idzkowskiej i wsp. (1993). W pozostałych obliczeniach wykorzystano arkusz kalkulacyjny EXCEL®.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plonowanie rzepaku w latach badań

Rzepak jary jest bardzo wrażliwy na okresowe niedobory opadów i wody w glebie. Zapotrzebowanie wodne tego gatunku w okresie od kwietnia do sierpnia waha się od 350 do 400 mm opadu. Wymagania wilgotnościowe rzepaku jarego są prawie 2-krotnie wyższe niż formy ozimej. Silna, negatywna reakcja rzepaku jarego na stres wodny jest wynikiem słabo rozwiniętego systemu korzeniowego, który ogranicza korzystanie z zasobów wody zgromadzonej w glebie. W takich warunkach nawet stosunkowo krótkie okresy suszy drastycznie obniżają plonowanie tego gatunku (Demiński, 1975).

W badaniach własnych stwierdzono silne uwikłanie plonu nasion z warunkami wilgotnościowymi panującymi w poszczególnych latach badań, a w szczególności z ich rozkładem. W latach o relatywnie wysokim plonowaniu rzepaku (1 i 2 cykl badań) 70–80% ogólnej sumy opadów zanotowano w początkowych 3 miesiącach wegetacji (tj. od wschodów do kwitnienia). W trzecim roku badań rozwój rzepaku jarego do kwitnienia przebiegał w warunkach suszy. W kwietniu, czerwcu i lipcu zanotowano zaledwie 88 mm opadów (tj. 25% ogólnej sumy). Obfite opady (245 mm) wystąpiły dopiero w okresie dojrzewania rzepaku. Niestety rośliny nie zrekomensowały skutków suszy wczesnoletniej i plonowały, w tym cyklu badań, najniżej (1/4 plonu uzyskanego w 1998 i 1999 roku) (rys. 1). Reakcja rzepaku na warunki panujące w latach badań była niezależna od sposobu ochrony — brak istotnej interakcji lata $\times$ ten czynnik doświadczenia (tab. 2).



Rys. 1. Plonowanie rzepaku jarego chronionego i niechronionego na tle rozkładu opadów w latach badań

Fig. 1. Yield of rape in relation to pest control on the background of rainfall distribution in years

Wpływ ochrony przed szkodnikami i nawożenia azotem na plon nasion

Analiza statystyczna plonu nasion wykazała brak istotnej interakcji pomiędzy sposobem ochrony przed szkodnikami a poziomem nawożenia azotem — rzepak chroniony chemicznie jak i niechroniony reagował w ten sam sposób na nawożenie azotem. Również nie wykazano, aby oddziaływanie plonotwórcze lub plonochronne badanych czynników było uwikłane w interakcji z warunkami siedliska (interakcja lata × sposób ochrony przed szkodnikami lub dawka azotu była statystycznie nieistotna) (tab. 2). Dlatego też w tabeli 3 ograniczono się do przedstawienia danych dotyczących efektu działania czynników głównych z pominięciem (nieistotnych) efektów interakcyjnych z latami badań.

Tabela 3

**Plon nasion i jego składowe
Seed yield and its components**

Obiekt Treatment	Plon Yield (dt·ha ⁻¹)	Elementy struktury plonu Yield components			
		liczba łuszczyzn na 1 m ² number of siliques per 1 m ²	liczba nasion w łuszczyźnie number of seeds per silique	masa 1000 nasion (g) weight of 1000 seeds	
sposób ochrony przed szkodnikami method of pest control					
Pełna ochrona Pest control	22,9±0,11(*)	2 910±125	22,7±0,8	3,93±0,06	
Bez ochrony No pest control	17,0±0,14	1 935±127	20,0±1,2	4,29±0,05	
NIR — LSD	2,1	319	1,6	0,24	
dawka azotu (kg·ha ⁻¹) nitrogen dose					
0	16,2±0,11	1 985±101	20,5±1,09	4,20±0,07	
40	19,4±0,11	2 348±109	22,1±0,95	4,20±0,07	
80	20,9±0,13	2 557±151	21,6±0,97	4,12±0,06	
120	21,2±0,15	2 553±174	21,6±1,13	4,06±0,08	
160	22,3±0,16	2 671±162	21,1±1,19	3,96±0,04	
NIR — LSD	1,4	299	ns	0,17	
interakcja: sposób ochrony przed szkodnikami × dawka azotu interaction: method of pest control × nitrogen dose					
Pełna ochrona Pest control	0	18,6±0,24	2 278±211	22,3±2,23	4,01±0,36
	40	22,1±0,22	2 636±270	24,3±1,49	3,98±0,15
	80	24,3±0,24	3 176±273	22,4±1,63	3,90±0,14
	120	24,0±0,28	3 094±394	23,0±2,01	3,91±0,19
	160	25,7±0,31	3 367±243	21,7±2,32	3,83±0,09
Bez ochrony No pest control	0	13,8±0,27	1 691±218	18,6±3,02	4,38±0,12
	40	16,6±0,26	2 061±191	19,8±2,50	4,42±0,14
	80	17,4±0,31	1 939±307	20,9±2,66	4,34±0,12
	120	18,4±0,39	2 012±379	20,2±2,99	4,21±0,14
	160	19,0±0,39	1 975±355	20,6±3,05	4,09±0,08
NIR — LSD	ns	423	ns	ns	

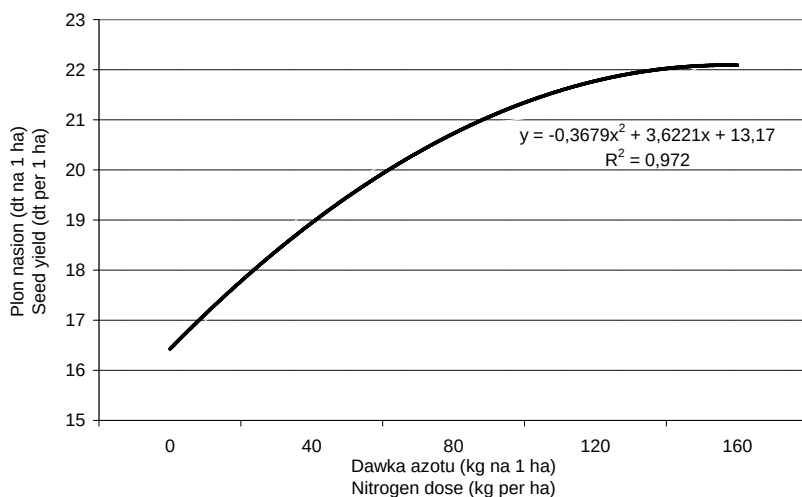
(*) Wartość średnia ± błąd standardowy

(*)Mean value ± standard error

Ochrona insektycydowa rzepaku jarego uratowała ok. 5,9 dt nasion z 1 ha (tab. 3). Wyższe plonowanie rzepaku jarego w warunkach pełnej ochrony przed szkodnikami było wynikiem większej liczby łuszczyń na jednostce powierzchni (+50%) oraz lepszego wypełnienia łuszczyń nasionami (+14%). Jedynie masa 1000 nasion rzepaku chronionego przed szkodnikami owadziimi była mniejsza (o 8%) niż niechronionego (tab. 3).

Efektywność ochrony rzepaku jarego jest silnie modyfikowana całym kompleksem czynników siedliskowych (np. nasilenie występowania szkodników, susza, dostępnością składników pokarmowych w glebie, etc.). Dlatego też w literaturze naukowej plonochronna rola ochrony insektycydowej w rzepaku jarym jest kwantyfikowana bardzo różnie. W badaniach Sądeja i wsp. (1996) oraz Ojczyk i Jankowskiego (1999) brak ochrony przed szkodnikami spowodował spadek plonu nasion rzepaku jarego o $4,8 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$, tj. o 20%. W badaniach Sety i wsp. (1998) utrata plonu na skutek żerowania samego słodyszka sięgała aż $8,2 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tj. 27%).

W badaniach własnych nie wykazano zdolności rzepaku jarego do autoregeneracji uszkodzeń owadzi (plon rzepaku niechronionego był zdecydowanie niższy niż chronionego) (tab. 3). Na małą zdolność do autoregeneracji uszkodzeń owadzi przez rzepak jary wskazują również badania Ojczyk i Jankowskiego (1999). Odmienne wyniki zaprezentowali w swoich pracach Williams i Free (1979) oraz Tatchel (1983). W badaniach autorów rzepak jary kompensował w pełni zredukowane przez słodyszka pąki na pędzie głównym poprzez większe rozgałęzienie i obfitszą butonizację na pędach bocznych.



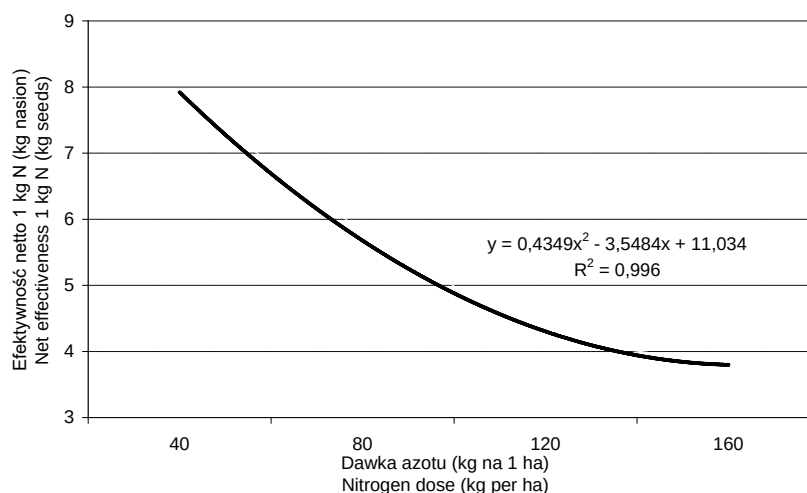
Rys. 2. Związek nawożenia azotem z plonem nasion rzepaku (średnio z 3 lat, niezależnie od sposobu ochrony)

Fig. 2. Relationship between nitrogen application and seed yield of rape (average of 3 years, irrespectively of a method of pest control)

Wysoka wartość współczynnika determinacji ($R^2 = 97\%$) świadczy o silnym związku pomiędzy nawożeniem azotem a plonem nasion (rys. 2). Rzepak jary reagował istotnym

przyrostem plonu nasion aż do najwyższej ($160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) dawki azotu (tab. 3). Należy jednak podkreślić, iż największy przyrost plonu (29% w stosunku do obiektu bez nawożenia) obserwowano do dawki $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dalszy, istotny, przyrost plonu (o 7%) zaobserwowano dopiero po 2-krotnym zwiększeniu dawki azotu — do poziomu $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3). O takim układzie plonu zdecydowała liczba łuszczyń na 1 m^2 (tab. 3). Wartości liczbowe pozostałych elementów struktury plonu były słabo różnicowane przez nawożenie azotem (liczba nasion w łuszczyńce) bądź ulegały obniżeniu w miarę przyrostu dawki (masa 1000 nasion) (tab. 3).

Z danych przedstawionych na rysunku 3 wynika, iż efektywność netto 1 kg azotu w dawkach $>80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ była aż 2-krotnie niższa w stosunku do nawożenia na poziomie $\leq 80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

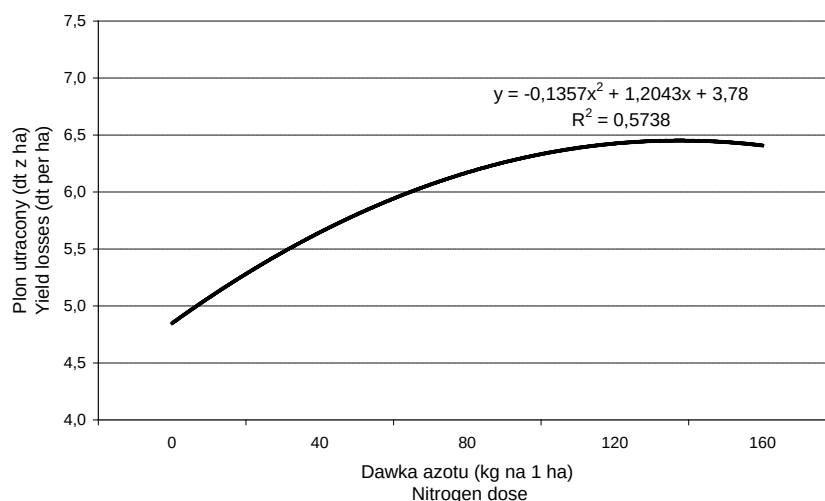


Rys. 3. Efektywność netto 1 kg azotu w rzepaku jarym (średnio z 3 lat, niezależnie od sposobu ochrony)
Fig. 3. Net effectiveness of 1 kg N in kg seeds (average of 3 years, irrespective of a method of pest control)

Badania Jasińskiej i współautorów (1997) wskazują, iż rzepak jary uprawiany po strączkowych efektywnie wykorzystuje nawozy azotowe do poziomu $120\text{--}160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ten układ plonu wynikał z korzystnego oddziaływania azotu na liczbę łuszczyń na roślinie i masy nasion z łuszczyń. Budzyński i Ojczyk (1996), w warunkach gleb lżejszych, zanotowali przyrost plonu po zbożowych do dawki $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, bez pogorszenia produktywności 1 kg N. Odmienne wyniki uzyskali w swoich badaniach Toboła i Muśnicki (2000). Plon rzepaku jarego uprawianego na czarnych ziemiach właściwych wykazywał lekką tendencję wzrostową tylko do dawki $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Również Cheema i wsp. (2001) oraz Hocking i wsp. (1997) podają dawkę $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ jako przyrodniczo-optimalną dla tej formy rzepaku.

W badaniach własnych nie stwierdzono, aby nawożenie azotem rekompensowało straty spowodowane przez szkodniki owadzie. Dane przedstawione na rysunku 4 dowodzą, iż

wolumen plonu utraconego na skutek żerowania szkodników zwiększał się w warunkach lepszego zapatrzenia roślin w azot. Na brak kompensacyjnej roli azotu w obu formach rzepaku wskazują również wcześniejsze wyniki badań Budzyńskiego i Jankowskiego (2000).



Rys. 4. Związek pomiędzy nawożeniem N a stratą plonu na skutek żerowania szkodników (średnio z 3 lat)

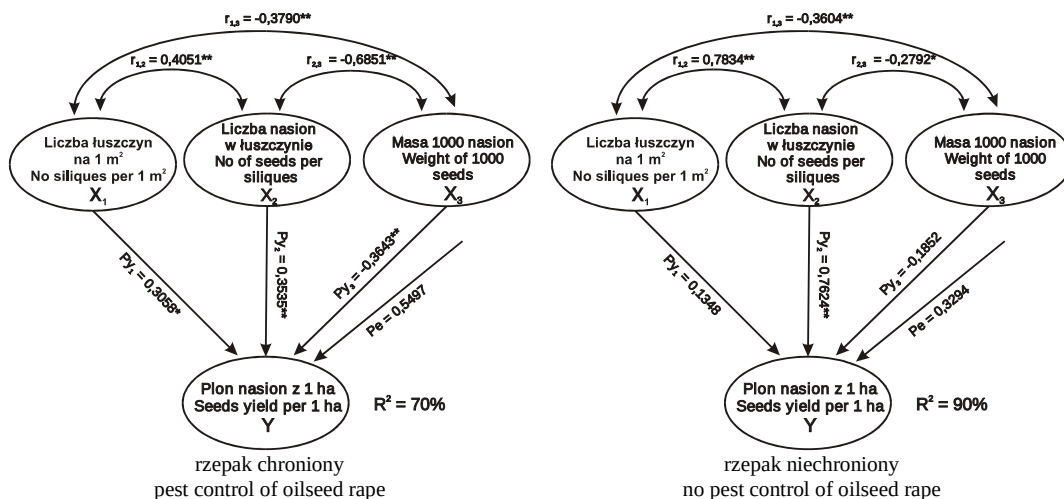
Fig. 4. Relationship between N application and seed losses caused by pest infestation (average of 3 years)

Związek pomiędzy plonem nasion rzepaku jarego a elementami struktury plonu

Na rysunku 5 przedstawiono diagram współczynników ścieżek dla komponentów warunkujących plon nasion rzepaku jarego w zależności od sposobu ochrony insektydowej. Strzałki jednostronne występujące na poniższym diagramie są ścieżkami elementarnymi, natomiast strzałki podwójne oznaczają występowanie korelacji między zmiennymi (elementami struktury plonu). Każdej ścieżce elementarnej podporządkowana jest liczba (współczynnik ścieżki). Współczynnik ścieżki dla przyczyny X_1 (liczba łuszczyń na 1 m²) do skutku Y (plon nasion) na diagramie oznaczono jako Py_1 . Analogicznie oznaczono współczynniki ścieżek dla pozostałych elementów struktury plonu, tj. liczby nasion w łuszczyń (Py₂) oraz masy 1000 nasion (Py₃). Współczynniki korelacji prostej pomiędzy analizowanymi komponentami plonu oznaczono jako $r_{1,2}$; $r_{2,3}$; $r_{1,3}$ (gdzie $r_{1,2}$ oznacza korelację między cechami X_1 i X_2 , etc.).

W niniejszych badaniach równanie regresji wielokrotnej dla plonu nasion rzepaku chronionego, po standaryzacji zmiennych, miało postać: $Y = 0,3058X_1 + 0,3535X_2 - 0,3643X_3$, zaś rzepaku niechronionego, odpowiednio: $Y = 0,1348X_1 + 0,7624X_2 - 0,1852X_3$ (rys. 5). Udział poszczególnych komponentów w kształtowaniu plon nasion rzepaku jarego był silnie różnicowany sposobem ochrony przed szkodnikami owadzimi. Z analizy współczynników ścieżek wynika, iż dominujący wpływ bezpośredni na plon nasion

rzepaku chronionego miały wszystkie jego komponenty. Wskaźnik determinacji plonu rzepaku chronionego wynosił aż 70%. Można więc przyjąć, że analizowane składowe były dobrymi predyktorami plonu (rys. 5). Należy jednak podkreślić, iż w przypadku masy 1000 nasion współczynnik ścieżki miał wartość ujemną ($Py_3 = -0,3643^{**}$). Wynikało to z faktu silnego ujemnego skorelowania tej składowej plonu nasion rzepaku z liczbą łuszczyzn na jednostce powierzchni ($r_{1,3} = -0,3790^{**}$) oraz liczbą nasion w łuszczyźnie ($r_{2,3} = -0,6851^{**}$). Przy takim wzajemnym układzie zmiennych niezależnych uzyskanie dorodnych (o dużej masie) nasion jest możliwe wtedy, gdy pozostałe elementy struktury plonu przyjmują niskie wartości (mała liczba łuszczyzn na jednostce powierzchni i słabe ich wypełnienie nasionami), a więc w warunkach niskiego plonowania rzepaku (rys. 5). W celu uzyskania wysokich plonów rzepaku jarego chronionego przed szkodnikami korzystniej jest ukierunkować zabiegi agrotechniczne na osiągnięcie jak największej liczby łuszczyzn na jednostce powierzchni i liczby nasion w łuszczyźnie (mając świadomość, iż będzie to prowadzić do obniżenia masy 1000 nasion).



Rys. 5. Diagram współczynników ścieżek komponentów warunkujących plon nasion rzepaku jarego chronionego i niechronionego przed szkodnikami (średnio z 3 lat badań, niezależnie od dawki N)
Fig. 5. Diagram of path coefficients for yield components of spring oilseed rape in relation to pest control (average of 3 years, irrespective of nitrogen dose)

Plon nasion rzepaku niechronionego przed szkodnikami owadziemi był jedynie kształtowany poprzez bezpośredni wpływ liczby nasion w łuszczyźnie ($Py_2 = 0,7624^{**}$) (rys. 4). Współczynnik korelacji fenotypowej tej cechy z plonem wynosił aż 0,9197 (był on nieznacznie większy niż współczynnik ścieżki dzięki dodatniemu wpływowi pośredniemu poprzez dwa pozostałe komponenty plonu) (tab. 4). Bezpośrednie oddziaływanie pozostałych elementów składowych na plon nasion rzepaku niechronionego było słabe (nieistotne) (rys. 5). Wysokie (istotne) wartości współczynników korelacji fenotypowej liczby łuszczyzn na 1 m² i masy 1000 nasion z plonem rzepaku niechronionego wynikały

z silnych efektów ich pośredniego oddziaływania (tab. 4). Stwierdzono bardzo silny wpływ pośredni liczby łuszczyń na 1 m² na plon poprzez liczbę nasion w łuszczyń (tab. 4). W przypadku masy 1000 nasion wysoki ujemny współczynnik korelacji fenotypowej wynikał z oddziaływania pośredniego poprzez liczbę nasion w łuszczyń. W przypadku zaniechania ochrony insektycydowej o plonowaniu rzepaku jarego będą decydować zabiegi agrotechniczne stymulujące wypełnienie łuszczyń nasionami.

Tabela 4

Efekty pośrednie składowych plonu jarego chronionego i niechronionego przed szkodnikami (średnio z 3 lat badań, niezależnie od dawki N)
Indirect effects of oilseed rape yield in relation to pest control (average of 3 years, irrespective of nitrogen dose)

Elementy struktury plonu Yield components	Efekt pośredni poprzez: Indirect effect of:			Korelacja fenotypowa z plonem Phenotypic correlation with yield
	X ₁	X ₂	X ₃	
pełna ochrona pest control				
X ₁	—	0,1432	0,1381	0,5871**
X ₂	0,1239	—	0,2496	0,7270**
X ₃	-0,1159	-0,2422	—	-0,7224**
brak ochrony no pest control				
X ₁	—	0,5973**	0,0668	0,7989**
X ₂	0,1056	—	0,0517	0,9197**
X ₃	-0,0486	-0,2129	—	-0,4467**

X₁, X₂, X₃ — jak na rys. 5/ see fig. 5

Wzajemne relacje pomiędzy elementami struktury plonu przedstawiono za pomocą współczynników korelacji prostej ($r_{1,2}$; $r_{1,3}$; $r_{2,3}$). Szczególnie wysoki współczynnik korelacji prostej wystąpił pomiędzy liczbą łuszczyń na jednostce powierzchni a liczbą nasion w łuszczyń (wzrost liczby łuszczyń powodował przyrost liczby nasion w łuszczyń), co jak wykazała analiza ścieżek korzystnie wpływało na plonowanie rzepaku. Masa 1000 nasion była, podobnie jak w rzepaku chronionym, ujemnie skorelowana z pozostałymi elementami struktury plonu (rys. 5).

Analizie współczynników ścieżek poddano również wyniki pomiarów elementów struktury plonu i plon nasion rzepaku jarego uzyskane przy różnym poziomie odżywienia azotem (tab. 6). Wysokie wartości wskaźników determinacji (80–90%) informują, iż udział komponentów w kształtowaniu plonu rzepaku jarego jest bardzo wysoki (tab. 5).

Poziom plonowania rzepaku nawożonego niskimi dawkami azotu (40–80 kg·ha⁻¹) był bezpośrednio uzależniony od wszystkich jego składowych (tab. 6). Współczynnik ścieżek dla masy 1000 nasion miał wartość ujemną. Dodatni efekt bezpośredni liczby łuszczyń na 1 m² z plonem był potęgowany również dodatnim efektem pośrednim poprzez liczbę nasion w łuszczyń. Przy wyższym poziomie nawożenia azotem (120–160 kg·ha⁻¹) główną rolę w kształtowaniu plonu rzepaku jarego odgrywała tylko liczba nasion w łuszczyń. Wpływ liczby łuszczyń na 1 m² (dodatni) oraz masy 1000 nasion (ujemny) na plon realizował się pośrednio poprzez liczbę nasion w łuszczyń (tab. 6).

Tabela 5

Wartość wariancji resztowej (P_e) oraz wskaźnika determinacji (R^2) w zależności od poziomu nawożenia azotem (średnio z 3 lat badań, niezależnie od sposobu ochrony)

Value of residual variance (P_e) and determination coefficient (R^2) in relation to nitrogen application (average of 3 years, irrespective of pest control)

Dawka azotu ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) Nitrogen dose	Wariancja resztowa (P_e) Residual variation	Wskaźnik determinacji (R^2) Determination coefficient
0	0,4126	83
40	0,4258	82
80	0,5019	80
120	0,3290	89
160	0,3136	90

Tabela 6

Efekty bezpośrednie i pośrednie składowych plonu nasion rzepaku jarego dla różnych poziomów nawożenia azotem (średnio z 3 lat badań, niezależnie od sposobu ochrony)

Direct and indirect effects of yield components of spring oilseed rape at different levels of nitrogen application (average of 3 years, irrespective of pest control)

Elementy struktury plonu Yield components	X_1	X_2	X_3	Korelacja fenotypowa z plonem Phenotypic correlation with yield
bez nawożenia azotem no nitrogen fertilization				
X_1	0,1893	0,4229**	0,0647	0,6769**
X_2	0,1228	0,6518**	0,1074	0,8820**
X_3	-0,0579	-0,3312*	-0,2113	-0,6004**
40 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$				
X_1	0,3031*	0,2894*	0,1437	0,7362**
X_2	0,2188	0,4008**	0,1896	0,8092**
X_3	-0,1118	-0,1951	-0,3896**	-0,6964**
80 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$				
X_1	0,2778*	0,3945**	0,0628	0,7351**
X_2	0,2007	0,5460**	0,0570	0,8037**
X_3	0,0733	-0,1308	-0,2579*	-0,4620**
120 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$				
X_1	0,2482	0,3145*	0,2478	0,8105**
X_2	0,1724	0,4529**	0,2471	0,8724**
X_3	-0,1761	-0,3205*	-0,2493	-0,7459**
160 $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$				
X_1	0,1915	0,4836**	0,0291	0,7042**
X_2	0,1227	0,7549**	0,0523	0,9299**
X_3	-0,0396	-0,2798*	-0,1410	-0,4604**

* Różnice istotne dla poziomu $\alpha = 0,05$

* Effects significant at $\alpha = 0.05$

** Różnice istotne dla poziomu $\alpha = 0,01$

** Effects significant at $\alpha = 0.01$

X_1 , X_2 , X_3 — Jak na rys. 5 — See fig. 5

Reasumując o plonie nasion rzepaku nawożonego azotem na poziomie $\leq 80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ decydują zabiegi agrotechniczne sprzyjające wykształceniu przez rośliny jak największej liczby łuszczyń plonujących z dużą liczbą nasion. W rzepaku jarym dobrze odżywionym

azotem ($120\text{--}160\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) preferowane winny być te zabieg agrotechniczne, które ograniczają redukcję nasion, tj. sprzyjają lepszemu wypełnieniu łuszczyń nasionami.

WNIOSKI

1. Ochrona rzepaku jarego przed szkodnikami uratowała średnio 5,9 dt nasion z 1 ha. Nie stwierdzono, aby zwiększenie poziomu nawożenia azotem zwiększało regenerację przez rzepak jary uszkodzeń owadzych.
2. Rzekpak jary zareagował istotnym przyrostem plonu nasion do najwyższej ($160\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) dawki azotu. Efektywność 1 kg azotu była największa w zakresie dawek do $80\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przekroczenie tego poziomu obniżyło aż 2-krotnie efektywność 1 kg N.
3. Stwierdzono bardzo silne wzajemne oddziaływanie na siebie głównych komponentów plonu nasion rzepaku. Liczba łuszczyń na 1 m^2 była dodatnio skorelowana z liczbą nasion w łuszczyń, zaś masa 1000 nasion była ujemnie skorelowana z pozostałymi elementami struktury plonu (niezależnie od sposobu ochrony).
4. Plonowanie rzepaku jarego chronionego przed szkodnikami było determinowane przez wszystkie elementy struktury plonu (w przypadku masy 1000 nasion współczynnik ścieżki miał wartość ujemną). W rzepaku niechronionym decydującą rolę w kształtowaniu plonu odgrywała liczba nasion w łuszczyń.
5. Przy niskim poziomie odżywienia azotem (dawka $\leq 80\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) plon nasion rzepaku jarego kształtowały wszystkie jego składowe (w przypadku masy 1000 nasion współczynnik ścieżki był ujemny). Przy wysokim poziomie nawożenia ($120\text{--}160\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) dominujący wpływ na plon nasion rzepaku jarego miała jedynie liczba nasion w łuszczyń.

LITERATURA

- Budzyński W., Jankowski K. 2000. Wpływ azotu na plonowanie rzepaku w warunkach zróżnicowanej ochrony przed szkodnikami. W: Zbilansowane nawożenie rzepaku — aktualne problemy. Red. W. Grzebisz, AR, Poznań.
- Budzyński W., Ojczyk T. (red.). 1996. Rzekpak — produkcja surowca olejarskiego. Wyd. ART. Olsztyn.
- Cheema M. A., Malik M. A., Hussain A., Shsh S. H., Basara S. M. A. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yield of canola (*Brassica napus* L.). *Agronomy and Crop Science* 186: 103 — 110.
- Dembiński F. 1975. Rośliny Oleiste. PWN, Warszawa.
- Hocking P. J., Randall P. J., Demarco D., Bamforth I. 1997. Assessment of the nitrogen status of field grown canola (*Brassica napus* L.) by plant analysis. *Aust. J. Exp. Agric.*, 37: 83 — 92.
- Idzkowska M., Gołaszewski J., Koczowska I., Grabowski S. 1993. Analiza współczynników ścieżek u żyta ozimego (*Secale cereale* L.). Cz. I. Analiza współczynników ścieżek w ocenie współzależności cech determinujących masę ziarna z kłosa. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura*, 56: 25 — 30.
- Jasińska Z., Kotecki A., Kozak M. 1997. Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na rozwój i plon rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste*, XVIII, 1: 199 — 208.
- Konys L., Wiśniewski P. 1984. Analiza ścieżkowa w układach przyczynowo-skutkowych. *Rocz. AR w Poznaniu*, CLIII: 37 — 56.
- Ojczyk T., Jankowski K. 1999. The effects of nitrogen fertilization on yield of protected and unprotected spring rape. *Proc. 10th Intern. Rapeseed Congress*, Canberra 26-29.09.1999. CD-ROM.

- Sądej W., Ciepielewska D., Nietupski M. 1996. Ochrona rzepaku jarego przed szkodnikami. *Rośliny Oleiste*, XVII: 353 — 360.
- Seta G., Drzewiecki S., Mrówczyński M. 1998. Zastosowanie nowych insektycydów w zwalczaniu słodyszka rzepakowego (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku jarym i ich wpływ na plonowanie roślin. *Rośliny Oleiste*, XIX: 301 — 306.
- Tatchell G. M. 1983. Compensation in spring sown oil seed rape (*Brassica napus* L.) plants in response to injury to their flower buds and pods. *J. Agric. Sci., Camb.*, 101: 565 — 573.
- Toboła P., Muśnicki Cz. 2000. Efektywność nawożenia rzepaku jarego azotem. [W:] Zbilansowane nawożenie rzepaku — aktualne problemy. Red. W. Grzebisz, AR Poznań.
- Williams I. H., Free J. B. 1979. Compensation of oil-seed rape (*Brassica napus* L.) plants after damage to their buds and pods. *J. Agric. Sci., Camb.* 92: 53 — 59.
- Wright S. 1934. The method of path coefficients. *Ann. Mathem. Stat.* 5: 161 — 215.

MARIAN MACHUL**KRYSTYNA MAGNUSZEWSKA**

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wpływ elementów plonowania na zróżnicowanie plonów ziarna wybranych odmian kukurydzy w warunkach zwiększonej obsady roślin

Effects of yield components on grain yield differentiation in selected maize varieties at increased plant density

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1999–2001, w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Błoniu-Topoli. W badaniach uwzględniono pięć odmian kukurydzy: Janna, Dragon, Mieszko, LG 2244 i Costella oraz cztery gęstości siewu: 70, 90, 110 i 130 tys. ziaren/ha. Strukturę plonu określano na 10 kolbach każdego poletka. W oparciu o metodykę zaprezentowaną przez Rudnickiego (2000), dokonano oceny wpływu elementów plonowania na bezwzględne (dt/ha) i względne (%) różnice plonów ziarna w stosunku do najmniejszej obsady i najniżej plonującej odmiany. Lepsze plonowanie kukurydzy w warunkach zwiększonej obsady wynikało ze wzrostu liczby kolb. Z tego tytułu plon ziarna zwiększył się (średnio dla obsad: 86, 105 i 123 tys. roślin/ha) o 11,6 dt/ha tj. o 12,4%. Zmniejszająca się w tych warunkach liczba ziaren w kolbie i masa 1000 ziaren powodowały obniżenie plonu ziarna odpowiednio o 2,1 i 1,1 dt/ha (o 2,3 i 1,1%). Większy plon ziarna czterech odmian kukurydzy (średnio o 17,6 dt/ha, tj. o 20,6%) w stosunku do plonu Janny, był spowodowany większą liczbą ziaren w kolbie — przyrost o 9,8 dt/ha (o 11,5%), lepszą dorodnością ziarna — o 4,0 dt/ha (o 4,7%) oraz przez większą liczbę kolb — przyrost o 3,8 dt/ha (o 4,4%). Udział poszczególnych elementów w kształtowaniu przyrostu plonu odmian był różny. Mała liczba ziaren w kolbie u odmiany Dragon i niska masa 1000 ziaren u odmiany Mieszko obniżały przyrost plonu ziarna tych odmian.

Słowa kluczowe: elementy plonowania, kukurydza, odmiany, plon ziarna, zagęszczenie roślin

Field trials were conducted in the years 1999–2001 at the Experimental Station in Błonie-Topola. Five maize cultivars: Janna, Dragon, Mieszko, LG 2244 and Costella at four sowing densities (70, 90, 110 and 130 thousand grains per 1 ha) were tested. The yield structure was analyzed on samples of ten cobs per plot. The impact of yield components on absolute (dt/ha) and relative (%) differences in grain yield, as related to both the lowest plant density and lowest yield, were estimated as described by Rudnicki (2000). Higher yielding of maize in the conditions of a higher plant density was due to a higher number of cobs per 1 m², which consequently increased the mean yield of grains by 11.6 dt/ha (12.4%). However, such a plant density caused both the reduction of a number of grains per cob and the weight of 1000 grains, which, in turn, decreased the total grain yield by 2.1 and 1.1 dt/ha (2.3 and 1.1%), respectively. Higher grain yield in four varieties (av. by 17.6 dt/ha; 20.6%), as compared with

that in var. Janna, resulted from a higher number of grains per cob (by 9.8 dt/ha; 11.5%), weight of a thousand grains (by 4.0 dt/ha; 4.7%), as well as from a higher number of cobs per 1 m² (by 3.8 dt/ha; 4.4%). A contribution of particular yield components to the total grain yield in the evaluated varieties was different. Both, a small number of grains per cob in var. Dragon and low weight of 1000 grains in var. Mieszko caused the substantial reduction of their yield, as compared with varieties Costella and LG 2244.

Key words: grain yield, maize, plant density, varieties, yield components

WSTĘP

Plon ziarna kukurydzy z jednostki powierzchni jest zdeterminowany przez liczbę kolb i masę ziarna z kolby. Z kolei plon ziarna z kolby jest kształtowany przez liczbę ziaren w kolbie i masę 1000 ziaren. Wraz ze zwiększeniem liczby roślin wzrasta liczba kolb, a więc i plon ziarna. Przekroczenie optymalnej obsady roślin wywołuje jednak niekorzystne zmiany w strukturze i w efekcie zmniejszenie plonu ziarna. W pewnym zakresie można ograniczyć spadek plonu, gdyż pogorszenie wartości jednej cechy może być kompensowane korzystniejszym wpływem innej cechy. Jednak samo określenie zmian w strukturze plonu jest niewystarczające dla uzasadnienia uzyskanych różnic w plonach. Bardziej interesujące jest wyznaczenie wpływu poszczególnych elementów struktury na kształtowanie plonu ziarna w zależności od czynników zewnętrznych.

Celem pracy jest określenie zmian w strukturze plonu i wyznaczenie wielkości wpływu elementów plonowania; liczby kolb, liczby ziaren w kolbie i masy 1000 ziaren, na różnice w plonach ziarna kilku odmian kukurydzy uprawianych w warunkach zróżnicowanej obsady roślin.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Błoniu-Topoli, w latach 1999–2001. Doświadczenia zakładano na glebie brunatnej zaliczonej do kompleksu pszenno-burakowego, klasa bonitacyjna II i IIIa. W badaniach uwzględniono pięć odmian kukurydzy o zróżnicowanej wczesności: Janna (FAO 190), Dragon (FAO 200), Mieszko (FAO 230), LG 2244 (FAO 240) i Costella (FAO 250) oraz cztery gęstości siewu: 70, 90, 110 i 130 tys. ziaren/ha. Doświadczenie zakładano metodą losowanych podbloków, w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 16,80 m². Nawożenie azotem w wysokości 120 N kg/ha zastosowano w dwóch terminach; 60 kg przedśiewnie i 60 N kg/ha w fazie szóstego liścia kukurydzy. Dawki nawozów fosforowych i potasowych wynosiły 80 kg P₂O₅/ha i 140 kg K₂O/ha. Zbiór kolb wykonano w dojrzałości pełnej ziarna. Podczas zbioru oznaczono liczbę roślin i liczbę kolb na 1 m² i określono plon ziarna przy 14% wilgotności. Ponadto z wszystkich poletek pobrano próby kolb (po 10 szt.) i po dosuszeniu ich wykonano strukturę plonu. W strukturze uwzględniono takie elementy jak: masę kolby, długość i średnicę kolby, liczbę ziaren w kolbie, masę 1000 ziaren i udział rdzenia kolbowego w masie kolby.

Dla plonu ziarna wykonano analizę wariancji, przy odtworzonych dla poszczególnych lat sumach kwadratów nieściśłości dla błędów, z wykorzystaniem programu AWAR (Filipiak, Wilkos, 1995). Wyniki dotyczące struktury plonu opracowano statystycznie przy pomocy komputerowego programu Statgraphics Plus 4,1. Ponadto w oparciu o metodykę zaprezentowaną przez Rudnickiego (2000), dokonano oceny wpływu elementów plonowania na bezwzględne (dt/ha) i względne (%) różnice plonów między badanymi odmianami i między gęstościami siewu. Oznaczono także procentowy udział elementów plonowania w zwiększeniu o 1 dt/ha plonów ziarna kukurydzy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rzeczywista obsada była mniejsza od planowanej o 4,3 do 5,4% i przy wysiewie 70, 90, 110 i 130 tys./ha wynosiła odpowiednio 67, 86, 105 i 123 tys. roślin/ha (tab. 1). Uzyskane wyniki odnoszono do rzeczywistej obsady roślin.

W ujęciu syntetycznym stwierdzono istotny wpływ zagęszczenia roślin na plon ziarna kukurydzy (tab. 1).

Tabela 1

Plon ziarna kukurydzy, liczba roślin i kolb w zależności od odmiany i gęstości siewu
Grain yield of maize, plant population and number of cobs as affected by variety and sowing density

Czynnik Factor	Plon ziarna Grain yield t/ha	Liczba roślin w tys./ha Number of plants in thous./ha		Liczba kolb w tys./ha Number of cobs in thous./ha
		po wschodach after emergency	w czasie zbioru at harvest time	
Odmiana Variety				
Janna	8,56a	93,0a	92,1a	95,3a
Dragon	9,18b	95,4ab	94,8ab	98,0ab
Mieszko	9,73c	95,3ab	94,8ab	96,4ab
LG 2244	11,23d	97,5b	97,1b	98,5b
Costella	11,18d	97,3b	97,1b	101,3ab
Gęstość siewu w tys./ha Sowing density in thous./ha				
70	9,34a	67,7a	67,3a	81,6a
90	10,06b	86,6b	86,3b	93,5b
110	10,45c	105,5 c	104,8c	103,3 c
130	10,06b	123,0d	122,5d	113,4d

a, b, c — Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie między sobą dla $\alpha = 0,05$

a, b, c — Means followed by the same letters do not differ significantly $\alpha = 0.05$

Zwiększenie obsady roślin z 67 do 105 tys./ha powodowało istotny wzrost plonu z 9,34 do 10,45 t z ha. Dalszy wzrost liczby roślin do 123 tys./ha powodował istotny spadek plonu ziarna. Podobnie Begna i wsp. (1997) oraz Tetio-Kagho i Gardner (1988) wykazali, że plony ziarna kukurydzy wzrastały parabolicznie wraz ze zwiększeniem gęstości siewu, a zależność między plonem ziarna i obsadą roślin była opisana funkcją kwadratową. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono współdziałania między odmianami a obsadą roślin. Odmiany wykazywały podobną reakcję na zagęszczenie zasiewu, lecz różniły się poziomem plonowania. Najlepiej plonowały średnio wczesne odmiany LG 2244

i Costella, a ich plony były podobne (11,23 i 11,18 t/ha), natomiast najniższym poziomem plonowania charakteryzowała się wczesna odmiana Janna (8,56 t/ha). Plony ziarna odmian Dragon i Mieszko były pośrednie i wynosiły odpowiednio 9,18 i 9,73 t/ha.

Plon ziarna kukurydzy z jednostki powierzchni jest determinowany przez liczbę kolb, liczbę ziaren w kolbie i masę 1000 ziaren. Zmianie wielkości plonu, pod wpływem zagęszczenia roślin, towarzyszyła zmiana struktury plonu (tab. 2).

Tabela 2

Struktura kolby w zależności od odmiany i zagęszczenia roślin
Structure of a cob as affected by a variety and plant density

Czynnik Factor	Masa kolby Cob weight (g)	Wymiary kolby Size of cob		Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight (g)	Udział osadki Percentage of corncob (%)	Liczba kolb na roślinie Number of cobs per plant
		długość length mm	średnica diameter mm				
Odmiana Variety							
Janna	111,5a	149,5a	37,1a	351ab	256b	13,9b	1,07
Dragon	113,5ab	154,0a	37,6ab	348a	264bc	12,4a	1,05
Mieszko	122,8bc	156,9a	39,7c	425d	228a	13,6b	1,04
LG 2244	125,9c	170,8b	38,1b	375bc	279c	13,8b	1,04
Costella	128,1c	156,5a	40,1c	393c	274c	12,7a	1,07
							r.n.
Obsada roślin tys. /ha Plant density thous. per ha							
67	128,0a	161,6	39,2a	397a	266	13,4	1,22d
86	125,1a	159,7	38,7ab	383ab	263	13,1	1,09c
105	114,6b	153,9	38,1b	372b	256	13,4	0,99b
123	113,9b	154,9	38,0b	361b	256	13,1	0,93a
		r.n.			r.n.	r.n.	

a, b, c, d — Patrz tabela 1; See Table 1

r.n. — Różnice nieistotne; Not significant differences

Zagęszczenie zasiewów powodowało wzrost liczby roślin i liczby kolb na jednostce powierzchni (tab. 1). Najmniejszą obsadę roślin i kolb odznaczała się odmiana Janna, z powodu słabszych wschodów (najmniejsza liczba roślin po wschodach) i stosunkowo największych ubytków roślin w czasie wegetacji. Liczba roślin u tej odmiany zarówno po wschodach, jak i podczas zbioru była istotnie niższa niż u Costelli i LG 2244. Stwierdzony u badanych odmian przyrost liczby kolb/ha był znacznie mniejszy niż wzrost liczby roślin. Uzyskane wyniki w tym względzie są zgodne z wynikami innych prac (Borczyk i Zając, 1988; Cox, 1996; Dubas i Michalski, 1983; Kruczek, 1983; Machul, 1988; Machul i Małyśiak, 1993), które wskazują na znacznie wolniejszy wzrost liczby kolb ze wzrostem zagęszczenia roślin. Dubas i Michalski (1983) wykazali ponadto, że w liczbie kolb produkcyjnych wystąpiły wyraźne różnice między odmianami w zależności od obsady roślin; u niektórych odmian, o niskim poziomie plonowania, wzrostowi liczby roślin na jednostce powierzchni nie towarzyszył wzrost liczby kolb.

Średnia liczba kolb na jednej roślinie (tab. 2) zmniejszała się z 1,22 przy zagęszczeniu 67 tys./ha do 0,93 w warunkach największego zagęszczenia, tj. 123 tys. roślin/ha. Oceniane odmiany charakteryzowały się podobną liczbą kolb przypadających na 1 roślinę.

Wzrost zagęszczenia roślin powodował istotne zmniejszenie masy kolby, jej średnicy i liczby ziaren w kolbie (tab. 2). Różnice w masie 1000 ziaren i długości kolby, pod wpływem wzrostu zagęszczenia (w przedziale od 67 do 123 tys. roślin/ha), nie zostały potwierdzone statystycznie, obserwowano jedynie tendencje do obniżenia się wartości tych cech. Liczba ziaren z kolby pozostaje w ścisłej relacji z liczbą ziaren w rzędzie i liczbą rzędów na kolbie. Zmniejszenie długości kolby pod wpływem zwiększenia obsady roślin powodujące spadek liczby ziaren w rzędzie, a także liczby ziaren z kolby obserwowali także Begna i in., 1997; Dubas i Michalski, 1983; Kruczek, 1983; Machul, 1988 oraz Tetio-Kagho i Gardner, 1988. Tetio-Kagho i Gardner, (1988) podają, że przy zmianie zagęszczenia średnio z 0,8 do 15,4 roślin/m² spadała liczba ziaren z 45 do 24 szt. (o 47%), zaś liczba ziaren z kolby zmniejszyła się z 717 do 312, tj. o 56%. Zmniejszenie średnicy kolby wraz ze wzrostem zagęszczenia, obserwowane także w badaniach własnych, nie zawsze prowadzi do zmniejszenia liczby rzędów na kolbie (Begna i in., 1997; Dubas i Michalski, 1983). W literaturze spotyka się rozbieżne na ten temat wyniki. Begna i wsp. (1997) podają, że wzrost obsady z 5 do 20 roślin/m² powodował spadek średnicy kolby, lecz nie zmieniał liczby rzędów na kolbie. Z kolei w badaniach Tetio-Kagho (1988), przy zwiększeniu zagęszczenia roślin średnio z 0,8 do 15,4 szt./m² wystąpiła redukcja liczby rzędów z 16 do 13, tj. o 18%. Zmniejszenie dorodności ziarna wraz ze wzrostem obsady roślin jest podkreślane w wielu pracach (Borczyk i Zając, 1988; Dubas i Michalski, 1983; Gretzmacher, 1979; Kruczek, 1983 oraz Machul, 1988 i 1993). Gretzmacher (1979) ponadto wskazuje, że zwiększenie liczby roślin z 3 do 25 na 1 m² powodowało spadek masy 1000 ziaren, aż o 58%. Natomiast Borczyk i Zając (1988) przy podobnej obsadzie jak w badaniach własnych (7–14 szt./m²) uzyskali mało wyraźne różnice w masie 1000 ziaren.

Zróznicowanie w poziomie plonów odmian znalazło swoje odzwierciedlenie w strukturze plonu (tab. 2). Odmiany najlepiej plonujące LG 2244 i Costella wykazywały kolby o największej masie, o najdorodniejszym ziarnie oraz o dużej (375 i 393) liczbie ziaren. Z kolei odmiany najniżej plonujące, Janna i Dragon odznaczały się niską masą kolb i masą 1000 ziaren oraz małą liczbą ziaren w kolbie. Natomiast odmiana Mieszko charakteryzowała się najwyższą liczbą ziaren w kolbie, lecz najmniejszą masą 1000 ziaren.

W oparciu o równania zaprezentowane przez Rudnickiego (2000), w metodzie pozwalającej wyznaczyć wpływ badanego czynnika na plony, dokonano oceny wpływu trzech elementów plonowania kukurydzy na różnice plonów ziarna między badanymi gęstościami i między odmianami. Wyznaczono wpływ liczby kolb, liczby ziaren w kolbie i masy 1000 ziaren na bezwzględny przyrost plonu (dt/ha) oraz na względne (%) różnice plonów. Oznaczono także procentowy udział elementów plonowania w różnicowaniu plonów. Różnice w plonach przy zmiennym zagęszczeniu porównywano z plonem przy obsadzie 67 tys. roślin/ha, zaś różnice w plonach ziarna odmian odnoszono do plonu najniżej plonującej odmiany Janna. Ze względu na ograniczenia redakcyjne objętości, w pracy nie zamieszczono równań i przykładowych obliczeń, a w tabelach 4 i 5 podano jedynie wyniki tych wyliczeń.

Lepsze plonowanie kukurydzy w warunkach zwiększonej gęstości siewu wynikało ze wzrostu liczby kolb (tab. 3). Z tego tytułu plon ziarna kukurydzy zwiększał się średnio o 11,6 dt/ha (tj. o 12,4%). Ten przyrost plonu wynikający ze wzrostu liczby kolb był duży i rekompensował z nadwyżką spadek plonu wynikający ze zmniejszenia liczby ziaren w kolbie i dorodności ziarna.

Tabela 3

Wpływ elementów plonowania na plon ziarna kukurydzy w warunkach zwiększonego zagęszczenia, w porównaniu do obiektu z obsadą 67 tys. roślin/ha
Effects of individual yield components on grain yield of maize at increased plant density as compared with the density 67 thous. per ha

Elementy plonowania Yield components	Obsada roślin tys./ha Plant density thous./ha			
	86	105	123	Średnio Mean
wpływ elementów plonowania na różnice plonów (dt/ha) impact of yield components on differences in yield (dt/ha)				
Liczba kolb Number of cobs	9,7	15,7	9,3	11,6
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-2,0	-2,8	-1,4	-2,1
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-0,7	-1,8	-0,7	-1,1
Suma Sum	7,0	11,1	7,2	8,4
wpływ elementów plonowania na względne różnice plonów (%) effects of yielding components on relative differences in yield (%)				
Liczba kolb Number of cobs	10,4	16,9	9,9	12,4
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-2,2	-3,0	-1,5	-2,3
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-0,7	-2,0	-0,7	-1,1
Suma Sum	7,5	11,9	7,7	9,0
udział elementów plonowania w zwiększeniu plonu (%) lub (kg/dt/ha) contribution of yield components to increase the yield (%) or (kg/dt/ha)				
Liczba kolb Number of cobs	139,0	141,9	128,9	136,6
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-29,4	-25,5	-19,7	-24,9
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	-9,6	-16,4	-9,2	-11,7
Suma Sum	100,0	100,0	100,0	100,0
Błąd oceny (%) Error of estimate (%)	7,47	7,34	6,85	—

Natomiast zmniejszającą się w tych warunkach liczba ziaren w kolbie i masa 1000 ziaren powodowały obniżenie plonu odpowiednio o 2,1 i 1,1 dt/ha (2,3 i 1,1%). Wpływ liczby kolb na plon ziarna wzrastał wraz ze zwiększeniem zagęszczenia łanu do 105 tys. roślin/ha, a więc do momentu, dopóki średnia liczba kolb z rośliny nie była mniejsza niż 1. Następnie

przy wzroście zagęszczenia ze 105 do 123 tys./ha ten wpływ liczby kolb na kształtowanie plonu ziarna uległ wyraźnemu zmniejszeniu z 16,9 do 9,9%.

Na przyrost plonu kukurydzy o 1 dt/ha w warunkach zwiększonej obsady roślin w porównaniu do obsady 67 tys. roślin/ha, składało się średnio 136,6 kg lub 136,6% (jeśli przyrost plonu podawany jest w kg na 100 kg) z tytułu większej liczby kolb oraz ograniczenie tych efektów o 24,9 kg z tytułu zmniejszenia się liczby ziaren w kolbie i o 11,7 kg wskutek obniżenia się dorodności ziarna. Udział tych elementów (tab. 3) był różny w zależności od obsady roślin. Błąd oceny wahał się od 6,85% do 7,47%.

Tabela 4

Wpływ elementów plonowania na różnice w plonach ziarna między odm. Janna a innymi odmianami kukurydzy
Effects of individual yield components on differences in grain yield of four maize varieties, as compared with that in var. Janna

Elementy plonowania Yielding constituents	Odmiana Variety				Średnio Mean
	Dragon	Mieszko	Costella	LG 2244	
wkład elementów plonowania w różnice plonów (dt/ha) contribution of yield components in yield differentiation (dt/ha)					
Liczba kolb Number of cobs	3,4	0,8	6,6	4,5	3,8
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-1,0	17,5	13,2	9,5	9,8
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	3,7	-6,7	6,4	12,7	4,0
Suma Sum	6,1	11,6	26,2	26,7	17,6
wpływ elementów plonowania na względne różnice plonów (%) effects of yield components on relative differences in yield (%)					
Liczba kolb Number of cobs	3,9	0,9	7,7	5,2	4,4
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-1,1	20,4	15,4	11,1	11,5
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	4,4	-7,8	7,5	14,8	4,7
Suma Sum	7,2	13,5	30,6	31,1	20,6
udział elementów plonowania w zwiększeniu plonu (%) o 1 dt/ha contribution of yield components to increase the yield (%) by 1 dt/ha					
Liczba kolb Number of cobs	55,1	6,9	25,1	16,9	26,0
Liczba ziaren w kolbie Number of grains per cob	-16,0	150,6	50,3	35,5	55,1
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	60,9	-57,5	24,6	47,6	18,9
Suma Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Błąd oceny (%) Error of estimate (%)	0,98	2,03	1,37	4,26	—

Ocena wpływu elementów plonowania na różnice w plonach między badanymi odmianami (tab. 4) wykazała, że przyrost plonu ziarna odmiany Dragon o 6,1 dt/ha, tj.

o 7,2% w stosunku do plonu odmiany Janna, nastąpił wskutek większej masy 1000 ziaren i liczby kolb z jednostki powierzchni. Mniejsza liczba ziaren w kolbie obniżyła plon ziarna o 1 dt/ha (1,1%). Natomiast u odmiany Mieszko, niska masa 1000 ziaren powodowała zmniejszenie plonu o 6,7 dt/ha (7,8%) w porównaniu do obiektu kontrolnego (odmiany Janna), zaś przyrost plonu o 11,6 dt/ha (13,5%) wynikał przede wszystkim z wysokiej liczby ziaren w kolbie. Również u odmiany Costella różnica w plonie wynosząca 26,2 dt/ha (30,6%) była kształtowana w 50% przez liczbę ziaren w kolbie, a wpływ masy 1000 ziaren i liczby kolb był podobny i wynosił po około 25%. Z kolei przyrost plonu u odmiany LG 2244 o 26,7 dt/ha (31,1%) był wynikiem dodatniego wpływu wszystkich trzech elementów plonowania, lecz w największym stopniu decydowała tu masa 1000 ziaren. Znacznie mniejszy wpływ miała liczba ziaren w kolbie, zaś najmniejszy — liczba kolb.

Na przyrost plonu ziarna o 1 dt/ha u czterech odmian kukurydzy w porównaniu do odmiany Janna (tab. 4), składało się średnio 55,1 kg z tytułu większej liczby ziaren w kolbie, 26 kg z tytułu większej obsady kolb i 18,9 kg wskutek dorodniejszego ziarna. Udział elementów plonowania w kształtowaniu plonów ziarna był różny u badanych odmian kukurydzy. Powyższe oceny obarczone są błędem w granicy od 1 do 4,3%.

Według Rudnickiego (2000) niniejsza metoda może być zastosowana wówczas, gdy błąd oceny nie przekracza $12 \times \sqrt{n}$, gdzie n — oznacza liczbę elementów plonowania. Zarówno w ocenie wpływu elementów struktury plonu na różnice plonów ziarna między gęstościami jak i między odmianami, obliczone błędy oceny są zdecydowanie niższe od dopuszczalnych, co potwierdza przydatność zastosowanej metody w przeprowadzonej ocenie.

WNIOSKI

1. Porównywane odmiany kukurydzy nie różniły się reakcją na zagęszczenie siewu. Optymalną dla badanych odmian kukurydzy uprawianych na ziarno, okazała się obsada 105 tys. roślin/ha.
2. Najlepiej plonującymi odmianami kukurydzy były odmiany LG 2244 i Costella (11,23 i 11,18 t/ha), zaś najsłabiej — odmiana Janna (8,56 t/ha).
3. Wzrost zagęszczenia roślin z 67 do 123 tys./ha powodował istotne zmiany w strukturze plonu. Ze wzrostem obsady roślin zwiększała się liczba kolb z jednostki powierzchni, lecz zmniejszała się średnia liczba kolb na roślinie. Odnotowano także spadek masy i wielkości kolby (zwłaszcza średnicy), a także zmniejszenie liczby ziaren w kolbie. W tych warunkach długość kolby i masa 1000 ziaren wykazały tendencję do obniżenia wartości tych cech.
4. Przyrost plonu ziarna kukurydzy w warunkach zwiększonej obsady roślin; 86, 105 i 123 tys. roślin/ha, był wynikiem wzrostu liczby kolb z jednostki powierzchni, który z nadwyżką rekompensował spadek plonu ziarna spowodowany zmniejszeniem liczby ziaren w kolbie i obniżką dorodności ziarna.
5. U odmian wysoko plonujących LG 2244 i Costella większe plony były efektem korzystnych wartości wszystkich komponentów plonu, chociaż ich udział w tworzeniu

plonu był różny. Natomiast mała liczba ziaren w kolbie u odmiany Dragon, a u odmiany Mieszko niska masa 1000 ziaren, decydowały o mniejszym plonie ziarna.

LITERATURA

- Begna S. H., Hamilton R. I., Dwyer L. M., Stewart D. W., Smith D. L. 1997. Effects of population density on the yield and yield components of leafy reduced-stature maize in short-season areas. *J. Agron. Crop Sci.* 178: 103 — 110.
- Borczyk J., Zajac T. 1988. Wysokość i struktura plonu ziarna kukurydzy w zależności od obsady roślin i przycinania wierzchołkowej części pędu. *Mat. z sesji nauk. „Stan badań nad agrotechniką kukurydzy w Polsce”*. IUNG Puławy, cz. II: 64 — 69.
- Cox W. J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. *Agron. J.* 88: 489 — 496.
- Dubas A., Michalski T. 1983. Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy uprawianych na ziarno. *Pam. Puł.* 81: 49 — 60.
- Filipiak K., Wilkos S. 1995. Obliczenia statystyczne. Opis systemu AWAR. IUNG Puławy, R (324).
- Gretzmacher R. 1979. Die Beeinflussung des morphologischen Ertragsaufbaues und der Ertragsleistung durch den Standraum bei Körnermais. *Bodenkultur*, t. 30, z. 3: 256 — 280.
- Kruczek A. 1983. Wpływ nawożenia azotem na plony ziarna kukurydzy w zależności od odmiany i gęstości siewu. *Pam. Puł.* 81: 105 — 118.
- Machul M. 1988. Reakcja dwu mieszańców kukurydzy na zróżnicowaną obsadę roślin w uprawie na kiszonkę i na ziarno. IUNG Puławy, R (239).
- Machul M., Małysiak B. 1993. Plonowanie kukurydzy uprawianej na kiszonkę z całych roślin, kiszonkę z kolb (CCM) i na ziarno w zależności od obsady roślin. *Pam. Puł.* 102: 91 — 104.
- Rudnicki F. 2000. Wyznaczanie wpływu elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. *Fragm. Agron.* 3 (67): 53 — 65.
- Tetio-Kagho F., Gardner F. P. 1988. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. *Agron. J.* 80: 935 — 940.

DARIUSZ R. MAŃKOWSKI

Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Radzików

Ocena postępu w uprawie ziemniaka w Polsce w latach 1986–2001

Część I. Analiza stabilności plonowania wybranych odmian ziemniaka

Estimation of progress in potato production in Poland in the years 1986–2001 Part I. The analysis of yielding stability of some potato cultivars

Analizę stabilności oparto na danych pochodzących z badań ankietowych, indywidualnych gospodarstw rolniczych z lat 1986–2001 prowadzonych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Spośród 143 występujących w ankietach odmian ziemniaka wybrano 9 uprawianych przez wszystkie 16 badanych lat. Jako środowiska do analizy wzięto poszczególne lata badań. Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że cztery spośród badanych odmian są stabilne, natomiast pozostałe to odmiany niestabilne i nieprzewidywalne. Ustalenie odmian stabilnych ma duże znaczenie przy budowaniu wzorców do analiz porównawczych. Analizę stabilności wykonano za pomocą programu komputerowego SERGEN 3.

Słowa kluczowe: badania ankietowe, postęp odmianowy, stabilność, wzorce, ziemniak

Analysis of stability was based on the results of survey investigation of private farms, which was conducted in the years 1986–2001. A scheme of the survey was prepared by the Plant Breeding and Acclimatization Institute at Radzików. The survey included 143 cultivars of these, nine were chosen, which had been cultivated successively for the whole 16-years period. Particular years of the investigations were taken as different environments. On the base of the survey results four of the studied cultivars were found to be stable, whereas the others appeared to be unstable or unpredictable. Selection of stable cultivars is very important for preparing standards used in comparative analyses. The analysis of stability was performed using a software SERGEN 3.

Key words: breeding progress, potato, stability, standards, survey investigations

WSTĘP

Częstym elementem hodowli, rejestracji i rejonizacji odmian roślin uprawnych jest ocena porównawcza genotypów, rodów czy odmian pod względem cech ilościowych

o znaczeniu rolniczym (np. plon z jednostki powierzchni). Bardzo często dokonuje się porównań w stosunku do ustalonego wzorca. Podobna sytuacja ma miejsce przy ocenie postępu odmianowego. Część metod (Feyerherm i Paulsen, 1984; Krzymuski i Wilkos, 1985; Silvey, 1986; Krzymuski i in., 1993; Oleksiak, 1997) opiera się na porównaniach ze wzorcem.

W krótszym okresie za wzorec do porównań może służyć jedna znana i powszechnie uprawiana odmiana. W dłuższym okresie, często z powodu braku jednej odmiany uprawianej przez cały badany okres, staje się przed koniecznością zbudowania wzorca pomostowego z kilku odmian uprawianych w danym okresie.

Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku, pojawia się problem doboru odpowiednich odmian do budowy wzorca. Odmiany takie powinny się charakteryzować długim okresem uprawy i stabilnością plonowania. O stabilności w sensie rolniczym możemy mówić, gdy średnia wartość obserwowanej cechy (np. plonu) zmienia się proporcjonalnie (ze wskaźnikiem proporcjonalności równym 1) do przeciętnej reakcji określonej na podstawie średniej środowiskowej tej cechy (Becker i Léon, 1988).

Stabilność odmian dobieranych do budowy wzorca jest bardzo znaczącym czynnikiem. Wybór odmiany niestabilnej (intensywnej, ekstensywnej lub nieprzewidywalnej) może prowadzić do wyciągnięcia fałszywych wniosków i nieobiektywnej oceny porównywanych genotypów, rodów lub odmian.

W przypadku oceny postępu biologicznego w uprawie ziemniaka, do połowy lat 80. stosowano metodę ważonego wzorca zbiorowego, później zrezygnowano z wykorzystania wag w budowie wzorca, jednak był to wzorec zbiorowy (Krzymuski, 1996). Stosowanie wzorca zbiorowego miało na celu zminimalizować błędy wynikające z niestabilności odmian budujących wzorzec. Zbudowanie wzorca pomostowego z kilku odmian stabilnych mogłoby znacznie usprawnić i ujednolicić system oceny odmian.

Celem pracy jest ocena zmian wynikających z postępu hodowlanego i zmian w agrotechnice w produkcji ziemniaka w Polsce w ankietowanych gospodarstwach rolniczych. W części pierwszej przedmiotem zainteresowania jest ocena stabilności odmian ziemniaka uprawianych w Polsce w latach 1986–2001, a na podstawie tej oceny wybranie odmian, które mogłyby służyć do budowy wzorca pomostowego przydatnego do oceny wszystkich odmian ziemniaka uprawianych w Polsce w tym okresie. W dalszych częściach przedmiotem badań będzie ocena postępu hodowlanego, w oparciu o zbudowany wzorec pomostowy w produkcji ziemniaka i jego wpływu na osiągnięte plony oraz analiza zmian w agrotechnice ziemniaka w gospodarstwach biorących udział w badaniach ankietowych prowadzonych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie.

MATERIAŁ I METODY

Do przeprowadzenia analizy stabilności wykorzystano wyniki prowadzonych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w okresie 1986–2001 badań ankietowych gospodarstw indywidualnych. Ankietowano od 410 do 620 gospodarstw rocznie, dane dotyczące ziemniaka pochodziły łącznie z 13450 pól.

Z grupy 143 odmian ziemniaka występujących w badaniach ankietowych, do przeprowadzenia analizy stabilności wybrano dziewięć pojawiających się w 16 latach badań. Tabela 1 zawiera listę wybranych do dalszych badań odmian.

Tabela 1

Odmiany wybrane do przeprowadzenia analizy stabilności
Cultivars chosen to stability analysis

Odmiana Cultivar	RO *	RW **	Typ wczesności odmiany Earliness
Atol	1978	1999	średnio późna medium late
Bronka	1980	1994	późna late
Bryza	1976		średnio późna medium late
Frezja	1979	2001	bardzo wczesna very early
Irys	1975		bardzo wczesna very early
Janka	1976	1996	późna late
Mila	1980	2001	średnio wczesna medium early
Pola	1974	1990	średnio wczesna medium early
Prima ***			

* — Rok wpisania do rejestru odmian roślin uprawnych

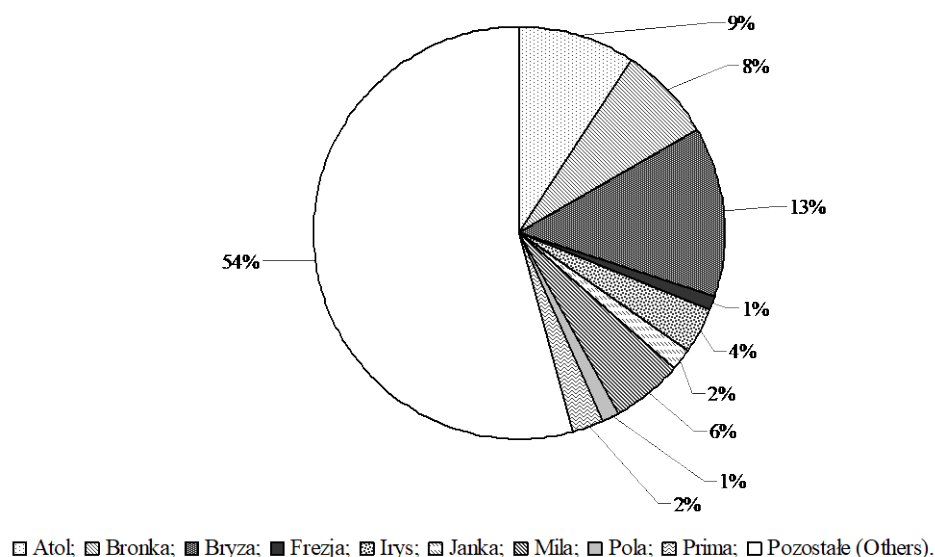
* — The year of registration (introduction into crop plants register)

** — Rok wykreślenia z rejestru odmian roślin uprawnych; *** — Opis w tekście

** — The year of removing from crop plants register; *** — Description in text

Na szczególną uwagę zasługuje odmiana Prima. Jest to odmiana pochodząca z hodowli E. Barnbecka w Lipiej Górze koło Barłóżna w powiecie Tczewskim. Do rejestru odmian oryginalnych została ona wpisana w roku 1938, z dopiskiem o dużej wrażliwości na choroby wirusowe (Anonim, 1938). Po drugiej wojnie światowej nie została powtórnie wpisana do rejestru odmian roślin uprawnych. Mimo to uprawiana jest do dzisiaj w różnych rejonach Polski (dawne województwo Częstochowskie, Bydgoskie, Elbląskie, Kaliskie, Katowickie, Łódzkie, Opolskie, okolice Bielsko-Białej i okolice Piotrkowa Trybunalskiego). Odmiana ta charakteryzuje się dość wysokim plonowaniem, średnio 19,36 t·ha⁻¹. Można jedynie przypuszczać, że obecnie nie jest to już genetycznie ta sama odmiana co w roku 1938. Prawdopodobnie doszło do wymieszania materiału sadzeniowego z innymi odmianami, jednak jej nazwa wciąż funkcjonuje wśród rolników.

Areał uprawy wybranych odmian stanowił 46% ogółu powierzchni, na której uprawiano ziemniaki. Szczegółowy udział powierzchni poszczególnych odmian prezentuje rysunek 1 (na podstawie danych ankietowych).



Rys. 1. Udział wybranych odmian ziemniaka w powierzchni uprawy. Wartości średnie za lata 1986–2001

Fig. 1. Contribution of chosen potato cultivars to cultivation area. Mean values for the years 1986–2001)

Analizę stabilności przeprowadzono za pomocą programu SERGEN 3 (Caliński i in., 1998). Program ten wykorzystuje do obliczeń mieszany model wielowymiarowy Sheffégo-Calińskiego i model regresji łącznej Calińskiego-Kaczmarka. Został on wprowadzony przez Calińskiego (1967), a następnie był szeroko rozwijany między innymi przez Kaczmarka (1986) i Calińskiego i wsp. (1997).

Program SERGEN 3 umożliwia analizę danych nieortogonalnych (o różnej liczbie powtórzeń). Dane pochodzące z badań ankietowych mają właśnie taki charakter. Liczebności powtórzeń w ramach odmiany wahają się od kilkudziesięciu do kilkuset. Fakt, iż model statystyczny, jak i program umożliwiają analizę danych nieortogonalnych jest dość ważny, gdyż stosując w takim przypadku metody klasyczne (np. klasyczny model dwuczynnikowej analizy wariancji) można dojść do fałszywych wniosków (Węgrzyn, 2001).

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 2 przedstawiono syntetyczne wyniki analizy stabilności badanych odmian. Na podstawie wyników można stwierdzić, że w badanym okresie najlepiej plonowały odmiany Bronka ($20,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) i Mila ($19,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), a najgorzej Irys ($17,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), Janka ($17,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) i Pola ($17,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Dodatkowo znajduje to odzwierciedlenie w efektach głównych. Dwie pierwsze odmiany charakteryzują się istotnym dodatnim efektem

głównym — Bronka +1,494**, Mila +1,114*; trzy ostatnie — istotnym ujemnym efektem głównym — Irys -1,381**, Janka -1,030*, Pola -1,580*. Można stwierdzić, że pozostałe odmiany, ze względu na nieistotne efekty główne, plonowały na tym samym średnim poziomie.

Tabela 2

Wyniki analizy stabilności wybranych odmian ziemniaka
Results of analysis of chosen potato cultivars stability

Odmiana Cultivar	Średni plon z lat 1986–2001 (t·ha ⁻¹) Average yield in 1986–2001 (t·ha ⁻¹)	Ocena efektu głównego Estimation of the main effect	Statystyka F dla efektu głównego F-statistics for the main effect	Statystyka F dla interakcji F-statistics for interactions	Statystyka F dla regresji interakcji F-statistics for interaction regression	Statystyka F dla odchylen od regresji interakcji F-statistics for deviations of interaction regression
Atol	19,415	0,592	3,84	2,06**	1,63	1,98*
Bronka	20,317	1,494	34,67**	1,74*	2,98	1,54*
Bryza	19,339	0,516	2,90	3,07**	0,04	3,28**
Frezja	18,563	-0,260	0,22	2,18**	0,48	2,26**
Irys	17,442	-1,381	19,16**	1,49	—	—
Janka	17,793	-1,030	5,48*	1,42	—	—
Mila	19,937	1,114	6,91*	3,73**	0,42	3,88**
Pola	17,243	-1,580	7,08*	0,64	—	—
Prima	19,823	0,536	0,59	2,85**	0,28	3,00**

* — Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

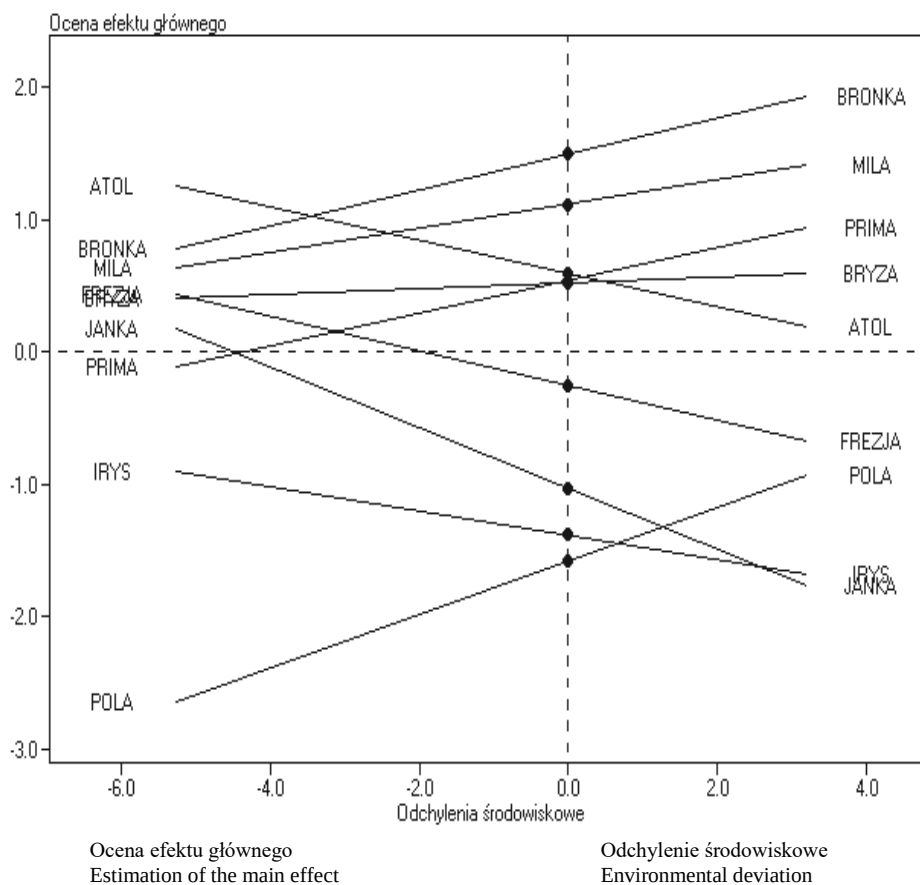
** — Istotne na poziomie istotności $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

Na podstawie statystyki F dla interakcji można stwierdzić, że interakcję ze środowiskiem wykazują odmiany Atol ($F_{\text{emp}} = 2,06^{**}$), Bronka ($F_{\text{emp}} = 1,74^{*}$), Bryza ($F_{\text{emp}} = 3,07^{**}$), Frezja ($F_{\text{emp}} = 2,18^{**}$), Mila ($F_{\text{emp}} = 3,73^{**}$) i Prima ($F_{\text{emp}} = 2,85^{**}$). Odmiany Irys, Janka i Pola nie wykazują interakcji ze środowiskiem, można je uznać za odmiany stabilne.

Po przeprowadzeniu analizy regresji interakcji genotypowo-środowiskowej dla odmian Atol, Bronka, Bryza, Frezja, Mila i Prima widać, że regresje interakcji są nieistotne, natomiast istotne są odchylenia od regresji. Oznacza to, że odmiany te są niestabilne i nieprzewidywalne. Nie można przewidzieć jak będą plonowały w danym środowisku, czy w danym roku. Rozrzut obserwacji jest tak duży, że nie można wyznaczyć prostej funkcji obrazującej interakcję tych odmian ze środowiskiem.

Efekty główne i proste regresji interakcji genotypowo-środowiskowych dla wszystkich 9 badanych odmian przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Efekty główne i proste regresji efektów interakcyjnych genotypów względem środowiska
Fig. 2. Main effects and regression of genotypes on environment

Należy zwrócić szczególną uwagę na odmianę Irys. Jest to odmiana dość powszechnie uprawiana od roku 1975, aż do dnia dzisiejszego. Jej stabilne zachowanie wobec zmieniających się warunków środowiska sprawia, że jest to odmiana wierna w plonowaniu. Rekompensuje to ewentualne straty wynikające z istotnie niższego plonowania (istotny ujemny efekt główny) od średniego plonowania innych odmian w danym środowisku.

Inną interesującą z punktu widzenia konstrukcji wzorca odmianą jest Bronka. Charakteryzuje się ona zdecydowanie najwyższym plonem (efekt główny +1,494, statystyka F dla efektu głównego 34,67**) i stosunkowo niewielką interakcją ze środowiskiem (istotną na poziomie $\alpha = 0,05$). Niestabilność tej odmiany jest na tyle niewielka, że można ją zaliczyć do odmian wzorcowych wraz z odmianami stabilnymi.

Wykonanie analizy stabilności tych odmian pozwoliło na wyodrębnienie czterech odmian stabilnych, które mogą być użyte do budowania wzorca dla dalszych analiz danych

produkcyjnych, a w szczególności dalszych analiz danych pochodzących z badań ankietowych prowadzonych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie.

WNIOSKI

1. Spośród analizowanych 9 odmian ziemniaka, tylko trzy odmiany (Irys, Janka i Pola) można uznać za stabilne, z tym że plonują one istotnie niżej od średniego plonu środowiskowego. Do odmian stabilnych, w sensie rolniczym, możemy zaliczyć również odmianę Bronka. Charakteryzuje się ona istotnie wyższym od średniej plonowaniem, natomiast jej „niestabilność” jest na tyle niewielka, że możemy zaliczyć ją do odmian stabilnych.
2. Pozostałe 5 odmian (Atol, Bryza, Frezja, Mila i Prima), to odmiany niestabilne i nieprzewidywalne.
3. W wypadku potrzeby wyznaczania wzorca do analizy porównawczej odmian ziemniaka, uprawianych w latach 1986–2001 lub do oceny postępu odmianowego w tym okresie, można jedynie brać pod uwagę odmiany stabilne: Irys, Janka i Pola oraz Bronka.

LITERATURA

- Anonim 1938. Wykaz odmian wpisanych do Rejestru Odmian Oryginalnych oraz spis zarejestrowanych hodowli i selekcji krzakowych ziemniaka do dnia 1. 1–1938 roku. Wydawnictwo Sekcji Centralnej Do Spraw Nasiennictwa Związku Izb i Organizacji Rolniczych Rzeczypospolitej Polskiej: 18.
- Becker H. C., Léon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1 — 23.
- Caliński T. 1967. Model analizy wariancji dla doświadczeń wielokrotnych. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A* 93, 3: 549 — 579.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., A multivariate approach to analysing genotype-environment interactions. In: Krajewski P., Kaczmarek Z. (ed.). *Advances in Biometrical Genetics*, Poznań: 3 — 14.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. SERGEN. Analiza serii doświadczeń odmianowych i genetyczno hodowlanych. Program komputerowy, Wersja 3, Poznań.
- Feyerherm A. M., Paulsen G. M. 1984. Contribution of genetic improvement to recent wheat yield increases in the USA. *Agron. J.* 76: 985 — 990.
- Kaczmarek Z. 1986. Analiza doświadczeń wielokrotnych zakładanych w blokach niekompletnych. *Rocz. AR w Poznaniu, Rozpór. Nauk. Zesz.* 155.
- Krzymuski J. 1996. Zmiany w uprawie i w produkcji ziemniaka. Cz. I. Postęp biologiczny. *Biul. IHAR* 197: 273 — 281.
- Krzymuski J., Laudański Z., Oleksiak T. 1993. Metody oceny postępu genetycznego. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LVIII* Nr 223: 49 — 56.
- Krzymuski J., Wilkos S. 1985. Ilościowe wskaźniki postępu i wartości odmian. *KUR-PAN I PTB*: 47 — 85.
- Listy odmian roślin rolniczych 1988, 1991, 1993, 1996, 1999, 2002. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU), Słupia Wielka.
- Oleksiak T. 1997. Efekty postępu w hodowli rzepaku ozimego w Polsce. *Biul. IHAR* 201: 27 — 44.
- Silvey V. 1986. The contribution of new varieties to cereal yields in England and Wales between 1947 and 1983. *J. Nat. Inst. Agric. Bot.* 17: 155 — 168.
- Węgrzyn S. 2001. Możliwości wykorzystania metod statystycznych do opracowywania wyników doświadczeń w hodowli roślin. *Biul. IHAR* 218/219: 5 — 14.

DARIUSZ R. MAŃKOWSKI**TADEUSZ OLEKSIK**

Pracownia Ekonomiki Nasiennictwa i Hodowli Roślin

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Radzików

Ocena postępu w uprawie ziemniaka w Polsce w latach 1986–2001 Część II. Postęp hodowlany w uprawie ziemniaka

Estimation of progress in potato production in Poland in the years 1986–2001 Part II. Breeding progress in potato production

Na podstawie wyników badań ankietowych z lat 1986–2001 przeprowadzono analizę postępu hodowlanego w produkcji ziemniaka, w grupie gospodarstw produkcyjnych. Zastosowano zmodyfikowaną metodę Feyerherma. Wykazano wyraźny wzrost efektu hodowli w praktyce rolniczej. Potencjał plonotwórczy, możliwy do wykorzystania poprzez optymalizację struktury odmian, jest znaczący. Postęp hodowlany nie idzie w parze z poprawą agrotechniki. Stąd też efekty postępu hodowlanego przyczyniają się jedynie do stabilizacji poziomu plonów. Wykorzystanie potencjału plonotwórczego odmian ziemniaków w badanych gospodarstwach jest niezadowalające. Najlepiej wykorzystywany jest potencjał plonów odmian średnio późnych i późnych.

Słowa kluczowe: badania ankietowe, efekt odmiany, postęp hodowlany, ziemniak

The analysis of breeding progress in potato production was performed based on the results of the survey investigations carried out in commercial farms in the years 1986–2001. A modified Feyerherm's method was applied. Significant increase of breeding effects in agriculture practice was found. A considerable contribution of cultivar structure optimalization to the yield-creating potential of the potato has been demonstrated. Breeding progress is not often accompanied with technology improvement. Hence, its effects can only contribute to yield level stabilization. Utilization of the yield-creating potential of potato cultivars in the investigated farms was found unsatisfied. Only the yield potential of medium late and late cultivars can be considered to be utilized at an acceptable level.

Key words: breeding progress, cultivar effect, potato, survey investigations

WSTĘP

W ostatnich latach zmniejsza się znaczenie gospodarcze ziemniaków. W związku z malejącą rolą tego gatunku jako rośliny paszowej, stale maleje jego powierzchnia uprawy, której nie rekompensuje wzrost plonów. Analizując jedynie dane Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), można mówić o stagnacji w plonowaniu ziemniaka w Polsce. Jednocześnie w tym samym okresie następował stały dopływ nowych odmian do produkcji. Rosła liczba odmian oferowanych przez hodowlę, zwiększała się też konkurencja odmian hodowli zagranicznych. Czy, a jeśli tak, to w jakim stopniu, hodowla wpływała na wielkość uzyskiwanych plonów ziemniaka w praktyce? Rzadko były podejmowane badania w tym zakresie. Tematyką tą zajmował się wcześniej Krzymuski (1996), zwracając uwagę na wolne tempo upowszechniania najnowszych odmian w produkcji. Dane GUS obejmują zarówno małe gospodarstwa rodzinne, średnie i duże gospodarstwa produkcyjne, jak i gospodarstwa wielkoobszarowe zajmujące się produkcją rolniczą na skalę masową. W niniejszej pracy przeprowadzono analizę postępu hodowlanego w produkcji ziemniaka, w grupie gospodarstw produkcyjnych średniej wielkości.

Efektem postępu hodowlanego w produkcji ziemniaka może być zarówno zwiększenie plonu bulw, jak i poprawa ich cech jakościowych, takich jak wygląd, kształt i kolor, skład chemiczny, smak, przydatność na cele przetwórstwa, odporność na porażenia chorobami, etc. Celem pracy jest ocena faktycznego stanu postępu hodowlanego w zakresie zmian w wysokości osiągniętych plonów bulw ziemniaka w Polsce w latach 1986–2001.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do analizy stanowiły wyniki badań ankietowych, prowadzonych przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie w okresie 1986–2001 w gospodarstwach indywidualnych. Badania przeprowadzono w gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolniczą dla potrzeb Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej. Ankietowano od 410 do 620 gospodarstw rocznie. Dane dotyczące ziemniaka pochodziły łącznie z 13450 pól. W badanym okresie udział ziemniaków w strukturze zasiewów w ankietowanych gospodarstwach wynosił od 6,64% do 20,44% rocznie (średnio 15,61% rocznie). Udział ziemniaków w tych gospodarstwach był wyższy niż udział ziemniaków w strukturze zasiewów w Polsce — średnio 13,84% (Rocznik Statystyczny..., 1990, 2001). Badano gospodarstwa produkcyjne średniej wielkości (15–25 ha użytków rolnych). Charakteryzowały się one wyższym od przeciętnej poziomem agrotechniki. Dla przykładu, gdy średnie krajowe zużycie nawozów mineralnych w ostatnich latach, wyrażone w czystym składniku na 1 ha upraw wynosiło: N — 48 kg, P — 17 kg, K — 22 kg, to w gospodarstwach ankietowanych zużycie nawozów mineralnych wyrażone w czystym składniku na 1 ha upraw ziemniaka, wynosiło odpowiednio: N — 53 kg, P — 28 kg, K — 35 kg. Średnie liczby zabiegów ochrony roślin dla ziemniaka w gospodarstwach ankietowanych, wynosiły: dla herbicydów — 0,3, dla fungicydów — 1,2, dla insektycydów — 1,5. Plony ziemniaka w badanym okresie były również wyższe od średnich plonów w Polsce. W latach 1998–2001 średni plon ziemniaków w Polsce

wynosił 16,4 t·ha⁻¹ (Roczniki Statystyczne..., 1998, 1999, 2000, 2001), a w tym samym okresie średnie plony ziemniaka w gospodarstwach ankietowanych wynosiły 20,7 t·ha⁻¹. Gospodarstwa ankietowe charakteryzowały się również większym udziałem kwalifikowanego materiału sadzeniakowego. Średnio, w latach 1986–2001, 25,3% sadzeniaków wysadzanych na polach gospodarstw ankietowych stanowił materiał kwalifikowany. W ostatnich latach udział kwalifikowanego materiału zmniejszył się i w 2001 roku wynosił 19,9%, jednak był zdecydowanie wyższy niż średnie wartości w kraju — 2,5% (Rocznik Statystyczny..., 2001).

Ocenę postępu hodowlanego, mierzonego zwiększeniem plonowania odmian, przeprowadzono za pomocą zmodyfikowanej metody Feyerherma (1984). W metodzie tej dla wszystkich odmian wyznacza się wartości indeksu *DYA* (differential yielding ability) określające na podstawie wielkości odchyleń w stosunku do ustalonego wzorca zdolność plonotwórczą poszczególnych odmian. We wcześniejszych pracach (Oleksiak, 1997, 2000, 2002) indeksy *DYA* wyznaczano na podstawie danych doświadczalnych, a następnie tak wyznaczone indeksy ważono udziałem odmian w produkcji. W niniejszej pracy indeksy wyznaczono bezpośrednio z danych produkcyjnych pochodzących z badań ankietowych. Wartości *DYA* dla poszczególnych odmian obliczono według wzoru:

$$DYA_i^p = \sum_{r=1}^{N_{ic}} \frac{(Y_{ir} - Y_{cr})}{N_{ic}} \quad (1)$$

gdzie:

DYA_i^p — produkcyjny efekt *i*-tej odmiany (t·ha⁻¹),

Y_{ir} — plon *i*-tej odmiany w *r*-tym roku (t·ha⁻¹),

Y_{cr} — plon wzorca w *r*-tym roku (t·ha⁻¹),

N_{ic} — ilość lat, w których badano odmiany.

Wzorec do porównań został zbudowany na podstawie plonów odmian Irys, Janka, Pola i Bronka osiąganych w produkcji w tych latach (badania ankietowe). Odmiany te oceniono jako plonujące stabilnie, co przedstawiono w części pierwszej niniejszej pracy (Mańkowski, 2003).

Wybór odmian stabilnych do budowy wzorców do analiz porównawczych jest ważny dla poprawności dalszego wnioskowania. Odmiany plonujące stabilnie nie wykazują istotnej interakcji genotypowo środowiskowej $G \times E$ (Becker i Léon, 1988) pomiędzy wysokością plonu a zmiennymi warunkami środowiskowymi. Wzorec zbudowany z takich odmian sam jest stabilny — jego wartości zmieniają się proporcjonalnie (ze współczynnikiem proporcjonalności $r = 1$) wraz ze zmianami średnich środowiskowych (Becker i Léon, 1988). Porównania wykonywane w stosunku do stabilnego wzorca nie są obciążone błędem wynikającym z różnej reakcji genotypów na różne warunki środowiska.

Po uwzględnieniu procentowego udziału poszczególnych odmian w produkcji można wyznaczyć produkcyjny efekt gatunku w poszczególnych latach.

$$DYA_r^p = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times DYA_i^p)}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (2)$$

gdzie:

DYA_r^p — produkcyjny efekt gatunku w r -tym roku ($t \cdot ha^{-1}$)

P_i — procentowy udział i -tej odmiany w roku r w produkcji (%).

Oceny postępu hodowlanego w produkcji ziemniaka dokonano poprzez analizę zmian produkcyjnego efektu gatunku (wzór nr 2) w latach prowadzonych badań ankietowych oraz poprzez analizę produkcyjnych efektów odmian (wzór nr 1) według lat wpisania poszczególnych odmian do rejestru odmian roślin rolniczych (Listy Odmian..., 1970–2001). W przypadku drugiej analizy, uśrednione wartości produkcyjnego efektu gatunku (wzór nr 1) uporządkowano według lat wpisania do rejestru poszczególnych odmian począwszy od roku 1970.

WYNIKI I DYSKUSJA

W latach 1986–2001, w produkcji (dane ankietowe) najwyżej plonowały odmiany z grupy ziemniaków wczesnych (tab. 1), średnio $22,1 t \cdot ha^{-1}$, następne były odmiany średnio wczesne, późne i średnio późne, najniżej plonowały odmiany bardzo wczesne, średnio $19,6 t \cdot ha^{-1}$, gdzie nie plon a możliwość jak najwcześniejszego zbioru jest najważniejsza. W doświadczeniach (Syntezy Wyników Doświadczeń..., 1999) najwyżej plonują odmiany wczesne, bardzo wczesne i średnio wczesne, istotnie niżej plonują odmiany średnio późne i późne (tab. 1).

Tabela 1

Średnie plony ($t \cdot ha^{-1}$) w doświadczeniach i w produkcji w latach 1997–1999, dla poszczególnych typów wczesności oraz relacja średniego plonu z doświadczeń do średniego plonu z produkcji (%)
Average yield ($t \cdot ha^{-1}$) for particular earliness types in trials and production the in years 1997–1999, and relation of the yield in production to that in the trials

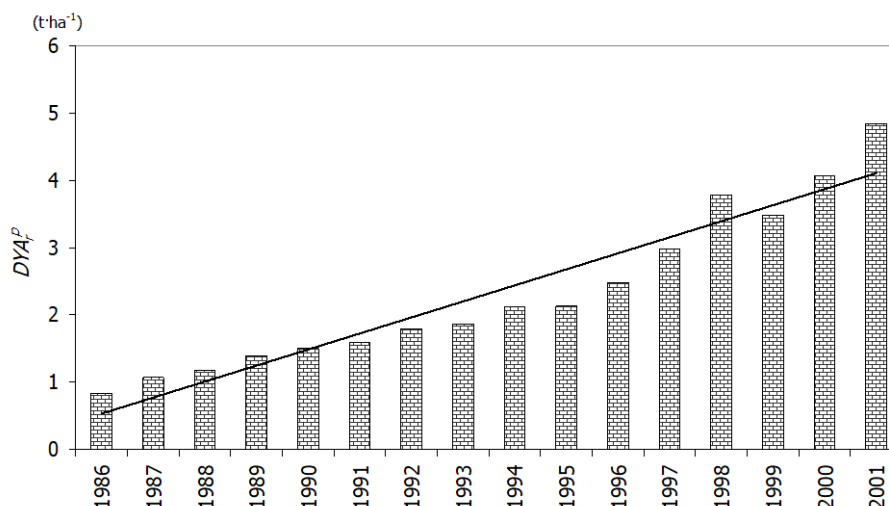
Odmiany Cultivars	Bardzo wczesne Very early	Wczesne Early	Średnio wczesne Medium early	Średnio późne Medium late	Późne Late
Doświadczenia Trials	45,23	46,33	43,86	40,1	
Produkcja Production	19,57	22,05	21,35	20,12	20,60
Relacja plonu z produkcji do plonu z doświadczeń Relation of production yield to trial yield	43,3%	47,6%	48,7%	50,1%	

$NIR_{0,05}^T / HSD_{0,05}$:

Doświadczenia; Trials = 3,25

Produkcja; Production = 2,12

Stosunek plonów uzyskiwanych w produkcji do plonów z doświadczeń był niższy niż dla innych roślin uprawnych z tej samej grupy ankietowanych gospodarstw i wahał się, w zależności od grupy wczesności, od 43% do 50%. Analogiczna wartość dla pszenicy ozimej wynosi 56% (Oleksiak, 2002). Tak niska relacja plonów osiąganych w produkcji do plonów z doświadczeń świadczy o dużym, niewykorzystanym w praktyce potencjale uprawianych odmian ziemniaka. Najlepiej wykorzystywany jest potencjał plonów odmian wczesnych, jednak różnice pomiędzy poszczególnymi grupami odmian są niewielkie. Analizując poziom agrotechniki (nawożenie NPK, liczba zabiegów ochrony roślin, jakość stanowiska) nie można stwierdzić, że czynnikiem powodującym wyższe plony tej grupy odmian jest właśnie agrotechnika. Różnice w poziomie tych stosunkowo łatwo wymiernych czynników agrotechnicznych nie były istotne. Można przypuszczać, że istotną rolę odgrywa tu jakość stosowanego materiału sadzeniowego i dobór odmian do produkcji. Lepsze wyniki odmian wczesnych w produkcji mogą też wynikać z powodów ekonomicznych. Ziemniaki jadalne bardzo wczesne, stanowią bardziej dochodową uprawę niż ziemniaki późne przeznaczone na cele przemysłowe (w efekcie ich wyższej opłacalności) (Chotkowski, 2001). Stąd też większe znaczenie dla rolników mają odmiany bardzo wczesne, a w wyniku tego większa staranność prowadzenia upraw i efekty bardziej zbliżone do potencjalnych możliwości plonowania.



Średni przyrost = 0,2386; $R^2 = 0,9165$
 Average increase = 0.2386; R-squared = 0.9165

Rys. 1. Współczynniki produkcyjnych efektów gatunku dla wszystkich odmian ziemniaka występujących w badaniach ankietowych w latach 1986–2001 oraz funkcja regresji liniowej opisująca trend zmian wielkości tych współczynników w latach

Fig. 1. Species production effect coefficients for all potato cultivars surveyed in the years 1986–2001, and linear regression function describing a trend of changes of these coefficients in years

Zestawiając wyznaczone na podstawie danych ankietowych indeksy produkcyjnego efektu gatunku w badanych latach (rys. 1) stwierdzamy ich wyraźny wzrost. Można by tu wyznaczyć dwa okresy: lata 1986–1995 — okres powolnego systematycznego wzrostu efektów gatunku i lata 1996–2001 — okres szybszego wzrostu. Średni roczny przyrost produkcyjnego efektu gatunku wynosił 239 kg, czyli 1,6% średnich plonów rocznie. Taki wzrost świadczy o ciągłym doskonaleniu doboru odmian do produkcji, jak i o poprawianiu się struktury powierzchniowej odmian, czyli do wzrostu udziałów odmian o wyższych indeksach efektów produkcyjnych.

Analizując wartości indeksów produkcyjnego efektu gatunku w badanych latach (tab. 2; rys. 2) można zauważyć, że we wszystkich grupach wczesności następuję ich wzrost.

Tabela 2

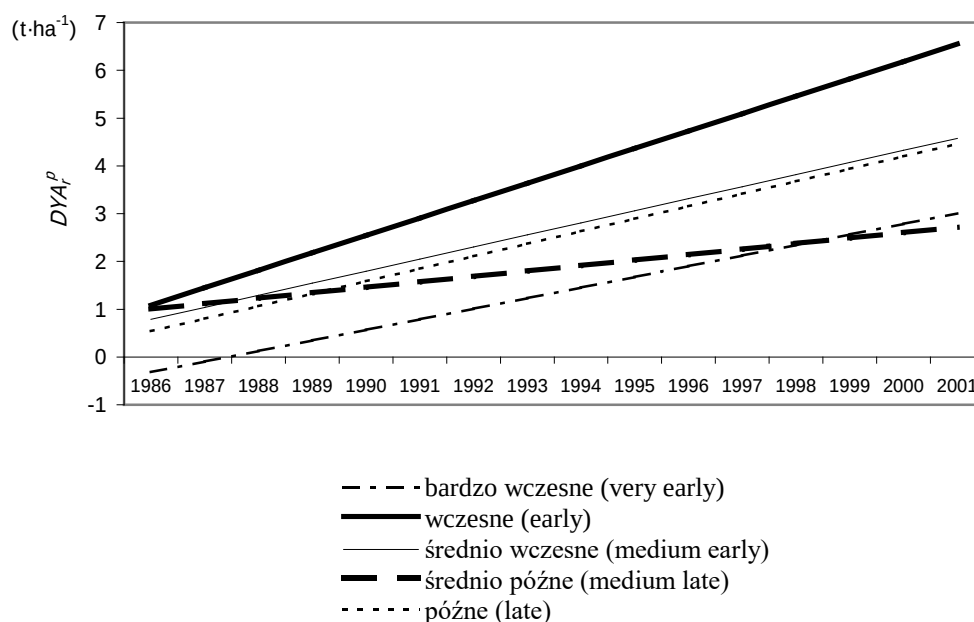
Współczynniki produkcyjnych efektów gatunku dla poszczególnych typów wczesności ziemniaka z lat 1986–2000, średnie roczne przyrosty współczynników produkcyjnego efektu gatunku za ten okres oraz współczynniki determinacji R^2

Species production effect coefficients for particular earliness types of potato in the years 1986–2000, average yearly increase and determination coefficients R^2

Lata Years	DYA_r^p według wczesności odmian — DYA_r^p by cultivars earliness				
	bardzo wczesne very early	wczesne early	średnio wczesne medium early	średnio późne medium late	późne late
1986	0,0682	0,6294	1,1629	1,0912	0,1316
1987	-0,0021	0,8615	1,2923	1,2499	0,8470
1988	0,4721	0,8965	1,3625	1,2304	1,1090
1989	-0,2704	1,3140	1,3453	1,4711	1,8548
1990	0,5341	0,3193	1,3638	1,5226	2,0362
1991	0,4225	1,2102	1,7024	1,4978	2,1553
1992	0,6518	1,4136	2,0084	1,5281	2,5291
1993	1,1426	1,1258	2,7925	1,6072	2,0775
1994	1,7159	1,2338	3,0635	1,7505	2,2790
1995	1,7423	1,6915	2,7047	1,9066	2,2641
1996	1,9243	1,7050	3,2400	2,1589	2,4443
1997	2,3775	2,9498	4,0368	2,2919	2,7927
1998	2,5253	5,9700	3,8820	2,3582	3,5790
1999	2,5464	6,0108	4,0021	2,5265	4,2923
2000	2,6477	5,5154	4,3710	2,8603	5,1585
Średnie przyrosty Average increase	0,2217	0,3641	0,2527	0,1140	0,2613
R^2	0,9244	0,6779	0,9405	0,9412	0,8460

W przypadku odmian bardzo wczesnych wzrost indeksów jest łagodny, wynosi średnio 222 kg rocznie. Wzrost na podobnym poziomie odnotowały odmiany średnio wczesne i późne, odpowiednio 253 kg i 261 kg rocznie. Najniższym wzrostem indeksu DYA_r^p charakteryzowała się grupa odmian średnio późnych i wynosił on rocznie 114 kg. Najwyższy wzrost wykazała grupa odmian wczesnych (364 kg rocznie). Podczas gdy wzrost DYA_r^p u pozostałych odmian był równomiernie rozłożony w czasie, u odmian wczesnych można wyodrębnić dwa okresy wzrostu. Pierwszy okres, (1986–1996) charakteryzował się powolnym przyrostem wartości indeksu, natomiast po roku 1996

nastąpił okres szybszego wzrostu plonów w efekcie postępu hodowlanego. Ze względu na fakt, że okresy widoczne przy analizowaniu przyrostów indeksów dla wszystkich odmian ziemniaka pokrywają się jedynie z okresami wydzielonymi przy analizie przyrostów indeksów odmian wczesnych, można stwierdzić, że intensywny wzrost wartości indeksów dla wszystkich odmian był spowodowany głównie wzrostem indeksów odmian wczesnych (rys. 1). Obserwowany bardzo intensywny wzrost efektu gatunku odmian wczesnych (o 50% względem wszystkich odmian ziemniaka), można uznać również za przyczynę wyższego plonowania tych odmian w stosunku do pozostałych odmian znajdujących się w produkcji (tab. 1).



Rys. 2. Funkcje regresji liniowej przedstawiające trendy zmian, współczynników produkcyjnych efektów gatunku dla odmian ziemniaka, występujących w badaniach ankietowych w latach 1986–2001
Fig. 2. Linear regression function presenting trends of changes of species production effect coefficients for particular potato cultivars surveyed in the years 1986–2001

Oceniając zmiany w średnich wartościach produkcyjnego efektu odmian zestawionych według lat wpisania do rejestru odmian rolniczych (tab. 3; rys. 3) można również zaobserwować wzrost tych efektów w badanych latach. Na tej podstawie można stwierdzić, że jakość odmian wprowadzanych do produkcji (wpisywania do rejestru) rośnie. Średni przyrost wartości indeksu DYA_r^p dla wszystkich odmian ziemniaka występujących w ankietach, wynosił 415 kg na rok wpisania do rejestru odmian. Najwyższy przyrost wartości indeksów zaobserwowano u odmian wczesnych (563 kg), najniższy — u odmian średnio późnych (317 kg).

Tabela 3

Współczynniki produkcyjnych efektów odmiany dla poszczególnych typów wczesności odmian ziemniaka według lat wpisania do rejestru (1970–2001), średnie roczne przyrosty oraz współczynniki determinacji R^2

Cultivar production effect coefficients for particular earliness types of potato according to the year of registration (1970–2001), average yearly increase and determination coefficients R^2

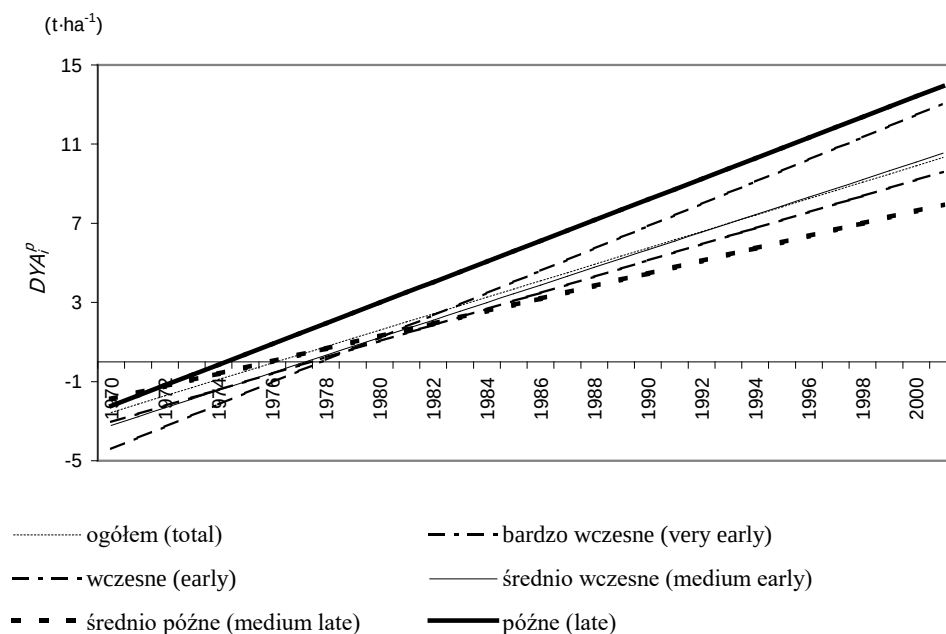
RO*	DYA_i^p według wczesności odmian — DYA_i^p for cultivars earliness					
	ogółem total	bardzo wczesne very early	wczesne early	średnio wczesne medium early	średnio późne medium late	późne late
1970	0,7246					0,7246
1971						
1972	-1,8757	-2,3443			-1,6414	
1973	0,7310	0,6619				0,8001
1974	0,3260		-1,2231	-0,0719		1,4985
1975	1,3855	1,3855				
1976	2,3271			2,6105	3,2344	0,2292
1977	0,7458		2,1221	0,3122	-0,0547	0,6034
1978	0,2380		0,6095	0,4149	-0,7634	0,9652
1979	1,8012	1,1061	0,7183	3,5790		
1980	2,2399	-4,7158	5,3883	2,4797	3,1637	3,5643
1981	-0,0039		-0,7838	3,0995	-2,3274	
1982	3,6424		2,5583			4,7265
1983	2,5857				2,1109	3,0605
1984	1,0939		1,2686	1,7180	0,6946	
1985	2,5135	0,9560		1,4235	4,5616	3,1130
1986	2,3333		2,2054		1,9344	2,5967
1987	2,5317	0,9595		3,3178		
1988	2,0156	5,6510		-0,7123	2,6306	5,3341
1989	4,0971	2,7173		5,4770		
1990	4,3610	4,6202		4,1017		
1991	4,7434	2,1125		5,4193	6,0225	
1992	3,5386				3,5386	
1993	6,8948			6,8949		
1994	7,4976		8,3805	10,5632	3,9833	7,0589
1995	8,7810		4,8187		12,7433	
1996	8,9281	7,0211	6,9380	9,0976	9,1513	12,0931
1997	11,6116	11,1785	9,7280	8,2563	12,6114	20,9951
1998	10,0482	21,3249	9,2404	12,8214	3,8309	
1999						
2000	4,1583	1,3249		15,3249	-4,1751	
2001	25,8249		25,8249			
Średnie przyrosty Average increase	0,4151	0,4079	0,5626	0,4437	0,3166	0,5213
R^2	0,4562	0,4007	0,5719	0,5770	0,3219	0,6586

* — Rok wpisania do rejestru odmian roślin rolniczych

* — The year of registration (introduction into agricultural cultivar list)

Na uwagę zasługuje stosunek przyrostu indeksów DYA_i^p , zestawionych według lat wpisania do rejestru, do przyrostu indeksów DYA_r^p w latach prowadzonych badań. Średni roczny przyrost indeksu DYA_r^p dla wszystkich odmian ziemniaka wynosił 239 kg, a średni przyrost indeksu DYA_i^p dla wszystkich odmian ziemniaka, zestawionych według lat wpisania do rejestru, wynosił 415 kg. Wyniki te mogą świadczyć o niewykorzystaniu w pełni potencjału drzemiącego w odmianach znajdujących się w produkcji. Obserwując przyrosty współczynników produkcyjnych efektów odmian względem lat wpisania odmian

do rejestru stwierdzamy, że średnie przyrosty tych efektów są około 50% wyższe od analogicznych efektów ważonych strukturą produkcji w danym roku. Wskazywać to może na istnienie potencjalnych rezerw w plonowaniu gatunku, będących wynikiem postępu w hodowli.



Rys. 3. Funkcje regresji liniowej przedstawiające trendy współczynników produkcyjnych efektów odmian ziemniaka występujących w badaniach ankietowych, według lat wpisania do rejestru odmian rolniczych (1970–2001)

Fig. 3. Linear regression function presenting trends of changes of cultivar production effect coefficients for potato under survey according to the year of registration year (1970–2001)

Wysokie wartości wyliczonych wskaźników postępu hodowlanego są częściowo wynikiem preferencyjnego traktowania nowych odmian przez producentów ziemniaków. Świadczy o tym występowanie korelacji między wiekiem odmian a poziomem wymierzonych czynników agrotechnicznych. Na przykład w wyniku obliczeń stwierdzono występowanie istotnej korelacji ($r = 0,5658$) między nawożeniem mineralnym a wiekiem uprawianych odmian. Podobne zależności występują w przypadku wartości stanowiska i intensywności chemicznej ochrony roślin.

W ostatnich latach rejestruje się coraz więcej odmian zagranicznych. Wyniki danych ankietowych, dowodzą, że dotychczas zdecydowaną większość stanowią odmiany polskie (około 93% w roku 2001 odmian znajdujących się w produkcji). W rejestrze odmian roślin uprawnych wzrasta udział zagranicznych odmian ziemniaka, jedynie w grupie odmian późnych znajdują się wyłącznie odmiany krajowe. W roku 1999 było to 12,2%, w roku

2001 już 20,2%. Zmiany o podobnym charakterze zachodzą także w produkcji sadzeniaków. W 2001 roku udział odmian zagranicznych w strukturze plantacji nasiennych wzrósł do 14%, a import materiału sadzeniakowego 10-krotnie przewyższa eksport (Dzwonkowski, 2002). Można oczekiwać wzrostu udziału odmian zagranicznych także w produkcji towarowej.

WNIOSKI

1. Stwierdzono wyraźny wzrost efektów postępu hodowlanego w praktyce produkcyjnej. Średni roczny przyrost produkcyjnego efektu gatunku w badaniach ankietowych wynosił 239 kg, czyli 1,6% średnich plonów. Można wyznaczyć dwa okresy: lata 1986–1995 — okres powolnego systematycznego wzrostu efektu gatunku i lata 1996–2001 — okres szybszego wzrostu. Na wysokość przyrostu produkcyjnego efektu gatunku, oprócz postępu hodowlanego, wpływ miało także preferencyjne traktowanie przez rolników nowych odmian.
2. Analizując wyniki efektu hodowlanego w powiązaniu z udziałem odmian w produkcji, jest widoczny znaczny potencjał plonotwórczy możliwy do wykorzystania poprzez optymalizację struktury odmian.
3. Postęp hodowlany nie idzie w parze ze wzrostem szeroko pojętej agrotechniki. Stąd też efekty postępu hodowlanego przyczyniają się jedynie do stabilizacji poziomu plonów.
4. Wykorzystanie potencjału plonotwórczego odmian ziemniaków, mierzone relacją plonów uzyskiwanych w badanych gospodarstwach do wyników doświadczeń odmianowych, jest niezadowalające. Stosunek plonów, uzyskiwanych w produkcji do plonów z doświadczeń, jest niższy niż dla innych roślin uprawnych. Najlepiej wykorzystywany jest potencjał plonów odmian późnych i średnio późnych.

LITERATURA

- Becker H. C., Léon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1 — 23.
- Bell M. A., Fischer R. A., Byerlee D., Sayre K. 1995. Genetic and agronomic contributions to yield gains: A case study for wheat. *Field Crops Research* 44: 55 — 65.
- Chotkowski J. 2001. Opłacalność produkcji ziemniaków jadalnych przemysłowych I nasiennych. *Ziemniak Polski* 3: 26-32.
- Dzwonkowski W. 2002. Handel zagraniczny ziemniakami i ich przetworami. *Rynek ziemniaka* 22: 16 — 20.
- Feyerherm A. M., Paulsen G. H. 1984. Contribution of genetic improvement to recent wheat yield in creases in the USA. *Agron. J.* 76: 985 — 990.
- Krzymuski J. 1996. Zmiany w uprawie i w produkcji ziemniaka. Cz. I. Postęp biologiczny. *Biul. IHAR* 197: 273 — 282.
- Krzymuski J. 1996. Zmiany w uprawie i w produkcji ziemniaka. Cz. III. Produkcja. *Biul. IHAR* 197: 291 — 298.
- Krzymuski J., Laudański Z. 1996. Zmiany w uprawie i w produkcji ziemniaka. Cz. II. Agrotechnika. *Biul. IHAR* 197: 283 — 290.
- Krzymuski J., Laudański Z., Oleksiak T. 1993. Metody oceny postępu genetycznego. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu* Nr 223: 49 — 56.
- Lista Odmian Roślin Rolniczych. 1970–2001. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka.

- Mańkowski D. 2003. Ocena postępu w uprawie ziemniaka w Polsce w latach 1986–2001, na podstawie badań ankietowych. Część I. Analiza stabilności wybranych odmian ziemniaka. Biul. IHAR 228:.
- Oleksiak T 2002. Efekty hodowli pszenicy ozimej. Cz. I. Zmiany potencjału plonowania odmian. Biul. IHAR 223/224: 67 — 75.
- Oleksiak T. 1997. Efekty postępu w hodowli rzepaku ozimego w Polsce. Biul. IHAR 201: 27 — 44.
- Oleksiak T. 2000. Pszenżyto w produkcji — wykorzystanie efektów hodowli. Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej w Szczecinie, 206, Agricultura (82): 199 — 204.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. 1986–2001. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Syntezy Wyników Doświadczeń Odmianowych. Ziemniak. 1999. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka.

LESZEK DOMAŃSKI**EWA ZIMNOCH-GUZOWSKA****MAŁGORZATA PACZKOWSKA¹**

Zakład Genetyki i Materiałów Wyjściowych Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Młochów

¹ Zakład Wartości Odżywczych Żywności

Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa

Wstępna ocena stabilności niektórych cech technologicznych w programie syntezy materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaka przydatnego do przetwórstwa na chipsy

Preliminary evaluation of the stability of some processing quality traits in a frame of the development of parental lines for breeding of potato cultivars for chip industry

Dwadzieścia cztery genotypy ziemniaka, uzyskane z programu syntezy materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaka przydatnego do przetwórstwa na chipsy oraz cztery odmiany o zróżnicowanej przydatności do przetwórstwa na chipsy zostały ocenione w Młochowie, w latach 1999–2001 pod względem zawartości skrobi i barwy chipsów. Zbiorcze analizy wariancji wykazały istotne zróżnicowanie między genotypami i latami badań dla wszystkich rozpatrywanych cech. Stwierdzono również znaczne różnice między genotypami pod względem ich interakcji z latami. Zidentyfikowano trzy rody (M-62705, M-62724 i M-62774) łączące cechy jasnej i stabilnej barwy chipsów (po przechowaniu bulw w niskiej temperaturze) z podwyższoną i stabilną zawartością skrobi. Stwierdzono średnio wysokie, istotne zależności między średnimi genotypowymi a badanymi parametrami stabilności: „wariancją stabilności” Shukli (S^2_i) i współczynnikiem zmienności ($V\%$) w odniesieniu do barwy chipsów. Nie stwierdzono natomiast takiego związku w przypadku zawartości skrobi.

Słowa kluczowe: cechy technologiczne, interakcja genotypowo-środowiskowa, parametry stabilności, ziemniak

Twenty four potato genotypes obtained in a frame of the development of parental lines for breeding of potato cultivars suitable for chip processing and four cultivars differing in suitability for chip processing were evaluated at Młochów in 1999–2001 for starch content and chip colour. Combined analysis of variance indicated significant differentiation between genotypes and years of the test for all traits under consideration. High differences among treatments were also found in the genotype $\times$ year interaction. The three selections (M-62705, M-62724, M-62774) combining light chip colour after cold storage and stability of this trait with increased starch content as well as the stability of starch content

were identified. A moderate correlations were observed between mean values of chip colour and stability parameters: Shukla's "stability variance" (S^2_i) and coefficient of variation ($V\%$), whereas no such association could be observed in the case of starch content.

Key words: genotype $\times$ environment interaction, processing quality traits, stability statistics, potato

WSTĘP

Zawartość skrobi i cukrów redukujących są bardzo ważnymi składnikami limitującymi przydatność surowca do produkcji chipsów. Odmiany ziemniaka przydatne do wyrobu chipsów obok okrągłego, względnie okrągło-owalnego, regularnego kształtu bulw i bulw wolnych od wad mięszu, powinny charakteryzować się (Lisińska i Rutkowski, 1999; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000): zawartością suchej masy w granicach 21–25% (skrobi 16–20%); niską zawartością cukrów redukujących ($<0,25\%$) oraz niewielką zmiennością tych cech w poszczególnych latach uprawy. Podwyższona zawartość suchej masy (skrobi) w bulwach ziemniaka zapewnia wyższą wydajność chipsów, korzystnie wpływa na ich konsystencję oraz sprawia, że absorbują one mniej tłuszczu w trakcie smażenia. Zawartość cukrów redukujących (glukozy i fruktozy) jest ściśle skorelowana z kolorem produktu smażonego, który jest wiodącą cechą kształtującą jakość chipsów (Lisińska, 1981; Mazza, 1983; Pritchard i Adam, 1994; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 2000).

Uruchomione zostały programy hodowlano-badawcze mające na celu uzyskanie materiałów wyjściowych, względnie odmian o niskiej i stabilnej zawartości cukrów redukujących po długotrwałym przechowaniu bulw w niskich ($4\text{--}6^\circ\text{C}$) temperaturach (Jakuczun i in., 1995; Thill i Peloquin, 1995; Mackay i in., 1997; Putz, 1999).

W programach hodowlanych ukierunkowanych na doskonalenie cech technologicznych ważne jest wartościowanie genotypów w różnych układach środowiskowych, przy czym istotna jest w tym przypadku identyfikacja genotypów posiadających stabilność typu biologicznego. Zgodnie z biologiczną koncepcją stabilności (Becker i Léon, 1988), stabilny genotyp utrzymuje wartość cechy na możliwie stałym poziomie niezależnie od warunków środowiska.

Celem przeprowadzonych badań była próba wyodrębnienia, z celowo wytworzonej populacji hodowlanej, rodów ziemniaka o podwyższonej i stabilnej zawartości skrobi oraz jasnej i stabilnej barwie chipsów bezpośrednio z niskich temperatur, które mogą być wykorzystane do hodowli nowych odmian przydatnych do przetwórstwa spożywczego.

MATERIAŁ I METODY

Material

Przedmiotem oceny były 24 rody uzyskane z krzyżowań między odmianami szeroko wykorzystywanymi w przetwórstwie na chipsy lub frytki, o wysokiej zdolności kombinacyjnej pod względem barwy produktu smażonego a rodami o podwyższonej zawartości skrobi, jasnej barwie chipsów, podwyższonej odporności na wirusy i zarazę ziemniaka. Do badań włączono 4 odmiany wzorcowe, o zróżnicowanej przydatności do przetwórstwa na chipsy, (odmiana Saturna — europejski standard w przetwórstwie na

chipsy, krajowe odmiany Mila i Triada — przydatne do przetwórstwa na chipsy i frytki, odmiana Maryna — nie przydatna do przetwórstwa). Badane rody i odmiany uprawiano na polu doświadczalnym IHAR Oddział Młochów, na piasku gliniastym lekkim o średniej zasobności w fosfor i słabej w potas.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków, stosując 30-krzakowe poletka w dwóch powtórzeniach i było ono prowadzone przez trzy lata (1999–2001). Zastosowano typowy dla plantacji surowcowych program nawożenia i ochrony, natomiast nie stosowano deszczowania. Doświadczenia sprzątano po osiągnięciu przez rośliny pełnej dojrzałości przy temperaturach powietrza i gleby $>10^{\circ}\text{C}$. Bezpośrednio po zbiorach pobierano z każdego powtórzenia 5 kg próbki bulw do oznaczeń zawartości skrobi oraz 30 bulwowe próbki (średnicy 55–60 mm, wolne od chorób, uszkodzeń i zazielenienia) do testów smażenia.

Metody

Zawartość skrobi oznaczano metodą hydrostatyczną. Chipsy wytwarzano bezpośrednio z bulw przechowywanych w chłodni (temperatura 4°C) przez trzy miesiące oraz po dodatkowych 14 dniach rekondycjonowania w temperaturze 19°C . Chipsy produkowano laboratoryjnie, wycinając ze środkowej części każdej z 15 bulw po trzy plasterki o grubości 1,6 mm, które następnie smażyono w frytownicy (wyposażonej w termoregulator), w oleju roślinnym do głębokiego smażenia, w temperaturze 180°C . Barwę chipsów oceniano w skali 1–9, gdzie: 9 = najjaśniejsze, wg kart barwnych IBVL (Wageningen).

Analizy statystyczne

Dane dotyczące barwy chipsów przed opracowaniem statystycznym transformowano poprzez pierwiastkowanie, a następnie sprawdzano testem Tukeya, czy nie występują w doświadczeniach pojedynczych interakcje między efektami genotypowymi i blokowymi oraz czy spełnione jest założenie o normalności rozkładu błędów doświadczalnych. Wyżej wspomniane wstępne analizy zrealizowano wykorzystując pakiet statystyczny STATGRAPHICS v.4.1. Wyniki doświadczeń opracowano za pomocą zbiorczej analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, wykorzystując program MSTAT-C, natomiast do grupowania rodów względem wzorca jakości wykorzystano program genetyczno-hodowlany SERGEN v.3 (Caliński i in., 1998). Do oszacowania udziału każdego genotypu w interakcji genotypowo-środowiskowej wykorzystano dwa wskaźniki stabilności: wariancję stabilności (S^2_i) (Shukla, 1972; Kudła i in., 1987; Mądry, 2002) i współczynnik zmienności (V%) (Francis i Kannenberg, 1978; Węgrzyn i Sikorska, 1987; Gałek i in., 2000).

Warunki meteorologiczne

Ilość i rozkład opadów (tab. 1) oraz temperatury powietrza i gruntu (IMGW, 1999–2001) w sezonach wegetacyjnych 1999–2001 różniły się. Rok 1999 był ciepły i obfity w opady w II i III dekadzie kwietnia i czerwca, ale odznaczał się znacznym niedoborem opadów w lipcu oraz w I i II dekadzie sierpnia. W 2000 roku odnotowano; znaczne niedobory opadów w maju i czerwcu, dobre uwilgotnienie gleby w lipcu, następnie niedobory opadów w I i II dekadzie sierpnia i września. Rok 2001 odznaczał się znacznie wyższymi opadami w porównaniu do lat 1999–2000, nadmierne opady miały miejsce

w lipcu oraz w II dekadzie września, co w efekcie powodowało wzrost zagrożenia ze strony *Phytophthora. infestans* oraz obniżenie zawartości skrobi.

Tabela 1

Opady w Młochowie (w mm) w latach badań (miesiące IV–IX)
Rainfall in Młochów (in mm) in the years of study (months IV–IX)

Miesiąc Month	Dekady Decades	Rok Year		
		1999	2000	2001
IV	I	0,0	16,0	16,1
	II	54,0	1,0	10,0
	III	24,5	0	63,0
V	I	19,5	0	0
	II	8,0	11,1	14,1
	III	6,0	21,0	15,2
VI	I	60,0	4,1	7,5
	II	42,0	17,1	5,0
	III	61,0	0,0	39,5
VII	I	7,5	36,1	62,5
	II	7,5	17,0	84,6
	III	0,0	42,1	88,1
VIII	I	1,0	7,2	12,0
	II	7,0	7,0	0,0
	III	15,5	35,0	17,0
IX	I	3,0	5,5	16,6
	II	0,0	24,1	36,3
	III	26,5	0,0	18,1
Σ (V–VIII)		235,0	197,7	346,4

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wariancji (tab. 2) wykazała, że lata uprawy miały istotny wpływ zarówno na barwę chipsów, jak i zawartość skrobi. Podobną zmienność wyników wskutek działania takich zróżnicowanych środowiskowych czynników wzrostu roślin, jak temperatura i opady odnotowali w odniesieniu do cukrów redukujących i barwy chipsów Tai i Coleman (1999) oraz Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000). Natomiast w odniesieniu do zawartości suchej masy i skrobi zmiany te stwierdziły Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000). Dalsza analiza wariancji (tab. 2) wykazała, że zarówno zróżnicowanie genotypów, jak i interakcji genotypy $\times$ lata były wysoce istotne dla wszystkich rozpatrywanych cech. Wysoki efekt interakcji genotypowo-środowiskowej nie jest pożądany z punktu widzenia doboru komponentów do krzyżowania (Węgrzyn i Sikorska, 1987).

W wyniku trzyletnich testów, przeprowadzonych na bulwach smażonych bezpośrednio po przechowaniu w temperaturze 4°C zidentyfikowano trzy rody (M-62705, M-62724, M-62774) o jasnej (noty > 6) i stabilnej barwie chipsów (tab. 3). Rody te w przeprowadzonej analizie funkcji parametrów genotypowych w odniesieniu do odmiany Saturna okazały się istotnie lepsze od tego wzorca. Dotychczasowa, trudno dostępna dla polskich hodowców pula tetraploidalnych form rodzicielskich typu "cold-chipping" jak: odmiany Brodick i Eden z Wielkiej Brytanii (Mackay i Dale, 1990); Snowden i NorValley z USA (Love i in.,

1998; Novy i in., 1998); Artis i Sempra z Niemiec (Putz, 1999) powiększyła się tym samym o trzyrody krajowej hodowli.

Tabela 2

Zbiorcza analiza wariancji zawartości skrobi i barwy chipsów po przechowaniu bulw w 4°C dla 28 genotypów ziemniaka ocenianych w latach 1999–2001
Combined ANOVA of starch content and chip colour after storage of tubers at 4°C for 28 potato genotypes

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square		
		barwa chipsów (transformacja pierwiastkowa) chip colour (square root transformation)		zawartość skrobi starch content
		4°C	4°C + R	
Lata Years	2	0,154*	0,100**	44,584**
Genotypy Genotypes	27	0,519**	0,388**	15,001**
Genotypy × lata Genotypes × Years	54	0,086**	0,033**	1,763**
Powtórzenia Replications	3	0,012	0,002	3,994
Błąd Error	81	0,007	0,004	0,246

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* Significant at $\alpha = 0.05$

** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** Significant at $\alpha = 0.01$

R — Rekondycjonowanie

R — Reconditioning

Tabela 3

Średnie wartości barwy chipsów (w skali 1–9; 9 = najlepszy) po przechowaniu bulw w 4°C przez trzy miesiące bez rekondycjonowania oraz dwa parametry stabilności dla ocenianych rodów
Mean values for chip colour (in 1–9 scale; 9 = the best) after three-month storage at 4°C without reconditioning and two stability parameters for tested clones

Ród / odmiana Clone / cultivar	Średnia Mean value	Grupa ^{1/} w porównaniu do wzorca Saturna Group ^{1/} in comparison to the standard cv. Saturna	Zakres zmienności w latach Variation range in years		Parametry stabilności Stability parameters	
			MIN.	MAX.	S ² _i	V%
1	2	3	4	5	6	7
M-62648	5,2	b	4,9	5,7	0,012	4,08
M-62705	6,4	a	6,2	6,6	0,004	2,33
M-62710	4,9	b	4,8	4,9	0,001	1,76
M-62724	6,2	a	6,1	6,4	0,001	1,50
M-62741	5,9	b	5,7	6,2	0,004	2,45
M-62773	6,0	b	5,6	6,4	0,004	2,43
M-62774	6,4	a	6,3	6,6	0,004	2,20
M-62775	6,0	b	5,8	6,4	0,014	3,96

c.d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7
M-62777	5,8	b	5,5	6,2	0,000	1,10
M-62780	4,6	c	3,8	5,2	0,055**	8,75
M-62781	2,4	c	1,5	3,6	0,149**	19,64
M-62784	3,0	c	2,4	3,5	0,018	6,43
M-62787	5,5	b	4,3	6,4	0,077**	9,40
M-62790	3,1	c	1,8	4,9	0,198**	19,83
M-62793	4,3	c	4,1	4,5	0,007	3,62
M-62794	3,8	c	3,4	4,0	0,002	2,36
M-62798	4,0	c	3,0	5,0	0,054**	9,23
M-62801	4,3	c	4,3	4,4	0,000	1,91
M-62802	4,2	c	3,1	4,8	0,038**	7,75
M-62805	6,0	b	4,4	7,5	0,136**	11,86
M-62806	4,7	b	3,0	6,3	0,127**	12,99
M-62807	4,7	c	3,9	5,9	0,051**	8,29
M-62809	2,5	c	2,0	3,5	0,070**	13,33
M-62810	4,5	c	2,9	5,7	0,010	12,52
Maryna	2,5	c	1,8	3,5	0,068**	13,22
Mila	4,6	c	4,1	4,9	0,001	1,86
Triada	4,6	c	4,4	4,9	0,000	1,40
Saturna	5,5		5,3	5,6	0,000	0,81

^{1/} a — Istotnie lepszy od wzorcowej odmiany Saturna

a — Significantly better than standard cv. Saturna

b — Nie różniący się istotnie od wzorcowej odmiany Saturna

b — Not significantly different from standard cv. Saturna

c — Istotnie słabszy od wzorcowej odmiany Saturna

c — Significantly poorer than standard cv. Saturna

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

Zabieg rekondycjonowania bulw po przechowaniu w niskiej temperaturze poprawiał barwę chipsów w 26 na 28 ocenianych obiektów (tab. 4). Nie stwierdzono rodów, które by uzyskały oceny istotnie lepsze od wzorcowej odmiany Saturna (tab. 4). Istotność wariancji stabilności (S^2_i) w odniesieniu do barwy chipsów (wariant 4°C + rekondycjonowanie) stwierdzono dla 13 rodów oraz odmian Maryna i Mila, co świadczy o ich niestabilnej reakcji na zróżnicowane warunki środowiskowe występujące w latach 1999–2001. Jasną i stabilną barwę chipsów, porównywalną do tej, jaką uzyskano z bulw odmiany Saturna uzyskano dla 10 rodów, wśród których były również rody (M-62705, M-62724, M-62774).

Oceniane rody spełniały na ogół wymagania stawiane przez przemysł przetwórczy na chipsy pod względem zawartości skrobi (tab. 5). Sześć rodów wykazywało istotnie wyższą zawartość skrobi od wzorcowej odmiany Saturna (z czego 5 charakteryzowało się dobrą stabilnością), dalsze 13 rodów było na poziomie wzorca (z czego 8 wykazywało dobrą stabilność).

W tabeli 6 przedstawiono współczynniki korelacji między średnimi genotypowymi badanych cech a parametrami stabilności. Przy ocenie wyżej wspomnianych korelacji posłużono się współczynnikami korelacji porządkowej, jako że parametry stabilności nie mają rozkładu normalnego.

Tabela 4

Średnie wartości barwy chipsów (w skali 1-9; 9 = najlepszy) po przechowaniu bulw w 4°C przez trzy miesiące z rekondycjonowaniem oraz dwa parametry stabilności dla ocenianych rodów
Mean values for chip colour (in 1-9 scale; 9 = the best) after three-month storage at 4°C with reconditioning and two stability parameters for tested clones

Ród / odmiana Clone / cultivar	Średnia Mean value	Grupa ^{1/} w porównaniu do wzorca Saturna Group ^{1/} in comparison to the standard cv. Saturna	Zakres zmienności w latach Variation range in years		Parametry stabilności Stability parameters	
			MIN.	MAX.	S ² _i	V%
M-62648	6,1	a	5,8	6,4	0,005	2,36
M-62705	7,0	a	6,9	7,0	0,001	2,33
M-62710	5,2	b	4,6	6,1	0,030**	6,05
M-62724	7,1	a	7,0	7,2	0,000	0,72
M-62741	5,5	b	3,7	7,1	0,120**	11,70
M-62773	6,6	a	6,3	7,0	0,013*	3,60
M-62774	7,4	a	7,2	7,7	0,000	0,46
M-62775	6,8	a	6,6	7,3	0,001	1,01
M-62777	6,9	a	6,8	7,0	0,002	1,50
M-62780	4,4	b	4,0	4,7	0,015*	4,67
M-62781	4,1	b	3,8	4,3	0,013*	4,44
M-62784	4,1	b	3,4	4,8	0,017*	5,18
M-62787	7,0	a	6,6	7,3	0,013*	3,44
M-62790	6,1	a	5,4	6,9	0,198**	19,83
M-62793	6,5	a	5,7	6,8	0,009	3,11
M-62794	6,5	a	5,7	7,3	0,016*	4,00
M-62798	7,2	a	7,0	7,5	0,000	0,44
M-62801	6,2	a	5,7	7,1	0,015*	3,95
M-62802	6,6	a	6,1	7,2	0,020*	4,40
M-62805	7,2	a	6,8	7,7	0,014*	3,52
M-62806	6,7	a	6,5	6,8	0,004	2,06
M-62807	6,5	a	6,3	6,8	0,007	2,75
M-62809	4,3	b	3,0	5,8	0,093**	11,59
M-62810	5,8	b	5,5	6,2	0,002	1,67
Maryna	2,7	b	2,2	3,1	0,014*	5,78
Mila	5,9	b	5,4	6,2	0,018*	4,36
Triada	6,8	a	5,8	6,7	0,002	1,58
Saturna	6,8		6,4	7,0	0,003	1,78

^{1/}a — Nieróżniący się istotnie od wzorcowej odmiany Saturna

a — Not significantly different from standard cv. Saturna

b — Istotnie słabszy od wzorcowej odmiany Saturna

b — Significantly poorer than standard cv. Saturna

* — Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

Stwierdzono istotne zależności między średnimi dla barwy chipsów a badanymi parametrami stabilności (S²_i) i (V%), przy czym zależność była silniejsza w przypadku barwy chipsów oznaczanej po zabiegu rekondycjonowania. Nie stwierdzono natomiast takiego związku dla zawartości skrobi. Dla wszystkich cech wykazano silne dodatnie korelacje pomiędzy wariancją stabilności (S²_i) a współczynnikiem zmienności (V%), co oznacza, że wykorzystując każdy z tych parametrów do grupowania serii genotypów uzyskujemy takie same uporządkowanie. Podobną prawidłowość stwierdzono w doświadczeniach oceniających stabilność cech bonitacyjnych i technologicznych populacji

żyta (Gałek i in., 2000). Ograniczona liczba lat, w których badano genotypy w tym doświadczeniu, uniemożliwiła zastosowania testowania regresji interakcji poszczególnych genotypów względem środowiska.

Tabela 5

Średnia zawartość skrobi oraz dwa parametry stabilności tej cechy u ocenionych rodów
Mean starch content and two stability parameters of this trait for tested clones

L.p. No	Ród / odmiana Clone / cultivar	Średnia zawartość skrobi (%) Mean starch content (%)	Grupa ^{1/} w porównaniu do wzorca Saturna Group ^{1/} in comparison to the standard cv. Saturna	Zakres zmienności w latach Variation range in years		Parametry stabilności Stability parameters	
				MIN	MAX	S ² _i	V%
1	M-62648	16,6	b	16,1	17,2	0,096	1,79
2	M62705	19,5	a	18,9	20,1	0,759	3,59
3	M-62710	17,1	b	15,8	18,2	3,143**	8,20
4	M-62724	16,8	b	16,5	17,4	0,415	3,14
5	M-62741	15,9	b	14,9	18,0	1,234**	4,36
6	M-62773	17,8	b	16,6	20,2	1,984**	6,28
7	M-62774	19,2	a	17,7	20,1	0,353	2,55
8	M-62775	19,0	a	17,0	20,1	1,077*	4,36
9	M-62777	16,2	b	13,9	17,6	2,237**	7,32
10	M-62780	17,7	b	15,3	20,4	3,057	7,81
11	M-62781	15,5	c	14,6	16,1	0,029	1,28
12	M-62784	16,3	b	14,1	17,8	2,093**	7,04
13	M-62787	20,6	a	19,9	21,1	0,152	1,65
14	M-62790	17,5	b	16,6	18,3	0,000	0,45
15	M-62793	14,5	c	13,5	15,1	0,080	1,83
16	M-62794	16,8	b	15,9	17,4	0,312	2,75
17	M-62798	17,9	b	17,0	18,8	0,000	0,16
18	M-62801	16,5	b	15,3	17,9	0,221	2,41
19	M-62802	17,3	b	16,3	18,3	0,000	2,41
20	M-62805	16,1	b	15,1	17,8	0,399	3,22
21	M-62806	19,4	a	18,1	20,0	0,242	2,13
22	M-62807	18,6	a	18,3	18,8	0,648	3,49
23	M-62809	14,1	c	13,2	15,8	0,718	4,84
24	M-62810	19,3	a	19,0	19,6	0,242	2,42
25	Maryna	15,1	c	14,7	15,6	0,223	2,64
26	Mila	16,6	b	15,1	18,3	0,601	3,78
27	Triada	16,4	b	15,6	17,6	3,312**	8,78
28	Saturna	16,7		16,0	17,1	0,233	2,43

^{1/}a — Istotnie lepszy od wzorcowej odmiany Saturna

a — Significantly better than standard cv. Saturna

b — Nie różniący się istotnie od wzorcowej odmiany Saturna

b — Not significantly different from standard cv. Saturna

c — Istotnie słabszy od wzorcowej odmiany Saturna

c — Significantly poorer than standard cv. Saturna

* — Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

Ekspresję cech ocenianych w tym doświadczeniu modyfikowały: (1) okresowo występujące stresy powodowane wysokimi temperaturami i towarzyszące im niedobory wody w glebie; (2) okresowo występujące nadmierne opady i związane z nimi nadmierne

uwilgotnienie gleby, które stwarzało trudności w zapewnieniu pełnej ochrony przeciwko *P. infestans*. Niedobór wody w glebie w okresie wzrostu roślin do końca fazy kwitnienia, nawet przy dobrym zaopatrzeniu roślin w wodę w późniejszym okresie powoduje obniżenie ilości skrobi oraz zwiększenie zawartości cukrów redukujących i sacharozy (Lisińska i Leszczyński, 1989). Wysokie temperatury ($>27^{\circ}\text{C}$) zarówno powietrza, jak i gleby indukują wtórny wzrost bulw (Bodlaender i in., 1964), w których z kolei dochodzi do obniżenia ilości skrobi i podwyższenia zawartości cukrów oraz nierównomiernego rozkładu tych składników w bulwie. Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000) wykazały, że duża ilość opadów i niska temperatura w końcowym okresie wegetacji obniżały zawartość suchej masy i skrobi oraz zwiększały zawartość cukrów redukujących.

Tabela 6

Korelacja między średnimi genotypowymi badanych cech a parametrami stabilności dla 28 genotypów ziemniaka
Correlation among the mean values of investigated traits and stability parameters for 28 potato genotypes

Cecha Trait	Współczynniki korelacji porządkowej Spearmana między: Spearman rank correlation coefficients among:		
	średnia — S^2_i mean	średnia — V% mean	S^2_i — V%
Barwa chipsów (4°C) Chip colour (4°C)	-0,38*	-0,51*	0,96**
Barwa chipsów ($4^{\circ}\text{C} + \text{R}$) Chip colour ($4^{\circ}\text{C} + \text{R}$)	-0,60**	-0,79**	0,89**
Zawartość skrobi Starch content	-0,03	-0,18	0,98**

R — Rekondycjonowanie

R — Reconditioning

* — Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$

* — Significant at $\alpha = 0.05$

** — Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$

** — Significant at $\alpha = 0.01$

WNIOSKI

1. Na podstawie zbiorczej analizy wariancji wykazano istotne zróżnicowanie barwy chipsów i zawartości skrobi między genotypami i latami badań. Stwierdzono także występowanie interakcji genotypy $\times$ lata.
2. Zidentyfikowano trzy rody (M-62705, M-62724 i M-62774) łączące cechy jasnej i stabilnej barwy chipsów (po przechowaniu bulw w niskiej temperaturze) z podwyższoną i stabilną zawartością skrobi.
3. Stwierdzono istotne zależności między średnimi genotypowymi a parametrami stabilności (S^2_i) i (V%) w odniesieniu do barwy chipsów, natomiast nie stwierdzono takiego związku w przypadku zawartości skrobi.

LITERATURA

- Becker H. C., Léon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1 — 23.
- Bodlaender K. B. A., Lugt C., Marinus J. 1964. The induction of second growth in potato tubers. *Eur. Potato J.* 7: 57 — 71.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski P. 1998. Podręcznik użytkownika programu Sergen 3. Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu.
- Francis T. R., Kannenberg L. W. 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 58: 1029 — 1034.
- Gałek R., Bujak H., Kaczmarek J. 2000. Ocena stabilności cech bonitacyjnych i technologicznych w kolekcji żyta jarego na podstawie pięciu parametrów statystycznych. *Biul. IHAR* 216: 69 — 77.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Ośrodek Meteorologii. 1999–2001. Dekadowy Biul. Agrometeorol. Warszawa.
- Jakuczun H., Zgórska K., Zimnoch-Guzowska E. 1995. An investigation of the level of reducing sugars in diploid potatoes before and after cold storage. *Potato Research* 38: 331 — 338.
- Kudła M., Czembor H. J., Kudła M. M. 1987. Stabilność plonowania mutantów jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 61: 123 — 128.
- Lisińska G. 1981. Wpływ różnych czynników na skład chemiczny bulw ziemniaka i jakość otrzymanych z nich chipsów. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Rozprawy* 31.
- Lisińska G., Leszczyński W. 1989. *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, London, New York.
- Lisińska G., Rutkowski A. 1999. Czipsy ziemniaczane. *Przemysł Spożywczy* 53, 1/99: 42 — 44.
- Love L., Pavék J. J., Thompson-Johns A., Bohl W. 1998. Breeding progress for potato chip quality in North American cultivars. *Amer. J. of Potato Res.* 75: 27 — 36.
- Mackay G. R., Dale M. F. B. 1990. Quality in potatoes. *Scottish Crop Research Institute. Annual Report 1990*: 9 — 12.
- Mackay G. R., Tod D., Bradshaw J. E., Dale M. F. B. 1997. The targeted and accelerated breeding of potatoes. *Scottish Crop Research Institute. Annual Report 1996/97*: 40 — 45.
- Mazza G. 1983. Correlations between quality parameters of potatoes during growth and long-term storage. *Amer. Potato J.* 60: 145 — 159.
- Mądry W. 2002. Zastosowanie modelu regresji łącznej z nierównymi wariancjami reszt do analizy stabilności genotypów. *Materiały VI Międzynarodowego Sympozjum Genetyka Ilościowa Roślin Uprawnych, Duszyniki Zdrój 18–20.06.2002*: 81 — 82.
- Novy R. G., Secor G. A., Farnsworth L., Lorentzen J. H., Holm E. T., Preston D. A., Gudmestad N. C., Sowokinos J. R. 1998. NorValley: a white-skinned chipping cultivar with cold-sweetening resistance. *Amer. J. of Potato Res.* 75: 101 — 105.
- Prichard M. K., Adam L. R. 1994. Relationships between fry colour and sugar concentration in stored Russet Burbank and Shepody potatoes. *Amer. Potato J.* 71: 59 — 68.
- Putz B. 1999. First potato varieties for chip industry suitable to be stored at 4°C. In : *Abstracts of Conference Papers, Posters and Demonstrations 14th Triennial Conference of the EAPR, Sorrento, Italy, May 2–7, 1999*. Assessorato, Agricoltura Regione Campania: 327 — 328.
- Shukla G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. *Heredity*, 29: 237 — 245.
- Tai G. C. C., Coleman W. K. 1999. Genotype × environment interaction of potato chip colour. *Can. J. Plant Sci.* 79: 433 — 438.
- Thill Ch. A., Peloquin S. J. 1995. A breeding method for accelerated development of cold chipping clones in potato. *Euphytica* 84: 73 — 80.
- Węgrzyn S., Sikorska H. 1987. Wysokość i stabilność plonowania czołowych europejskich odmian jęczmienia jarego. *Biul. IHAR*, 161: 129 — 134.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Biul. IHAR* 213: 239 — 251.

KRYSTYNA ZARZYŃSKA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

Dziewięciostopniowa skala określania długości okresu spoczynku bulw różnych odmian ziemniaka

A 9-grade scale to assess dormancy of different potato cultivars

W latach 1981–1992 w Oddziale Naukowo-Badawczym Instytutu Ziemniaka w Jadwisinie przeprowadzono badania dotyczące długości okresu spoczynku bulw ziemniaka w pięciu seriach odmian. Łącznie przebadano 9 odmian średnio wczesnych i 14 odmian późniejszych. Długość okresu spoczynku określano 3 metodami:

- liczbą dni upływających od tuberyzacji połowej bulw do skielkowania 80% bulw,
- liczbą dni upływających od umownie przyjętej „daty zerowej” do skielkowania 80% bulw,
- datą kalendarzową skielkowania 80% bulw.

Na podstawie tych danych opracowano 9-stopniową skalę określania długości okresu spoczynku, gdzie 1 — oznacza spoczynek najkrótszy, a 9 — spoczynek najdłuższy. Stopnie: 1–3 określały spoczynek krótki, 4–6 średni, a stopnie: 7–9 spoczynek długi. Każdemu ze stopni odpowiada określona data zakończenia spoczynku.

Słowa kluczowe: bulwa, odmiana, skala, spoczynek, ziemniak

In the years 1981–1992, five series of experiments on tuber dormancy of 23 potato cultivars (9 mid-early and 14 late maturing) were performed at the Institute of Potato Research in Jadwisin. To assess the length of a dormancy period, three estimates were used:

- time (days) from tuberization to sprouting of 80% of tubers,
- time (days) from the „date 0” to sprouting of 80% of tubers,
- date of sprout emergence on 80% of tubers.

Based on the data obtained, a 9-grade scale of dormancy was elaborated (1 — shortest dormancy, 9 — longest dormancy). The grades 1–3 indicate a short dormancy period, 4–6 moderate period, and 7–9 long period of dormancy. Each grade is associated with a strictly determined date of the end of tuber dormancy.

Key words: cultivar, dormancy, potato, scale, tuber

WSTĘP

W badaniach nad ziemniakiem większość cech określana jest w skali 9-stopniowej, gdzie 9° — oznacza wartość najlepszą, a 1 — najgorszą. W przypadku długości okresu spoczynku dotychczas nie opracowano takiej skali. Próbę jej opracowania podjęto w niniejszej pracy.

Spoczynek jest zjawiskiem szeroko rozpowszechnionym w świecie organizmów roślinnych. Okres spoczynku charakteryzuje się zahamowaniem podziałów komórkowych, zahamowaniem wzrostu oraz zredukowaniem do minimum procesów życiowych. Większość badaczy tego zjawiska wyróżnia dwie fazy spoczynku bulw ziemniaka:

- pierwsza bezpośrednio po zbiorze, w czasie której bulwa nie może kiełkować pomimo korzystnych warunków środowiska,
- druga w czasie, której bulwa nie kiełkuje ze względu na brak korzystnych warunków środowiska.

Pierwszą nazwano spoczynkiem bezwzględnym, drugą zaś względnym (Kawakami, 1952). Według Bielińskiej-Czarneckiej (1985) bulwy ziemniaka zapadają w stan spoczynku przed całkowitym dojrzewaniem, pod koniec okresu wzrostu, kiedy aktywność merystematyczna zmniejsza się coraz bardziej.

Ponieważ jednak zapadanie w stan spoczynku, jak i wychodzenie z niego jest procesem ciągłym dość trudno jest podać dokładny moment jego początku i zakończenia.

Niektórzy badacze proponują by okres spoczynku mierzyć od daty tworzenia się bulw (Burton, 1963). Jest to właściwie jedyny punkt odniesienia względem, którego można określić długość spoczynku liczonego w dniach. Ustalenie daty tuberyzacji poszczególnych odmian wymaga jednak prowadzenia żmudnych obserwacji. Jeżeli nie dysponuje się taką informacją to pozostaje druga możliwość, tj. określenie końca spoczynku datą kiełkowania.

Według ustaleń Sekcji Fizjologicznej Europejskiego Stowarzyszenia Badań Ziemniaka z 1986 roku za koniec spoczynku uznano datę, kiedy 80% bulw danej próby wytworzy kiełki o długości 2 mm w określonych warunkach środowiska, tj. ciemne pomieszczenie, temperatura ok. 20°C i wilgotność względna powietrza ok. 80–90% (Reust, 1986).

MATERIAŁ I METODY

W badaniach uczestniczyły 23 odmiany z różnych grup wczesności. Każda odmiana badana była 3 lata. Badania przeprowadzono w latach 1981–1992 w pięciu seriach. Wykaz odmian i lata badań podano w tabeli 1. Średnie współczynniki hydrotermiczne Sielanianowa charakteryzujące układ pogody w poszczególnych latach przedstawiono w tabeli 2. Wyliczono je ze średnich temperatur i sum opadów dla każdego roku według wzoru Molga:

$$K = \frac{P \times 10}{t}$$

gdzie:

K — współczynnik Sielanianowa,

P — suma miesięcznych opadów,

t — suma miesięcznych średnich temperatur dobowych,

$K \leq 0,5$ oznacza suszę,

$K = 0,6-1$ oznacza posuchę,

$K > 1$ warunki wilgotne.

Tabela 1

Wykaz badanych odmian
List of the investigated cultivars

Odmiana Cultivar	Lata badań Years of testing	Wczesność Earliness	Przydatność użytkowa Suitability
Atol	1981–83	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Beryl	1982–84	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Bliza	1986–88	śr. wczesna / mid-early	skrobiowa / starch
Bogna	1987–89	śr. późna / mid-late	jadalna / table
Bóbr	1986–88	późna / late	skrobiowa / starch
Brda	1987–89	śr. późna / mid-late	skrobiowa / starch
Bronka	1983–85	późna / late	jadalna / table
Ceza	1987–89	późna / late	skrobiowa / starch
Cisa	1982–84	śr. późna / mid-late	skrobiowa / starch
Darga	1990–92	śr. wczesna / mid-early	skrobiowa / starch
Dryf	1984–86	późna / late	jadalna / table
Fala	1987–89	śr. późna / mid-late	jadalna / table
Fauna	1987–89	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Heban	1989–91	śr. późna / mid-late	skrobiowa / starch
Ibis	1988–90	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Irga	1988–90	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Jagoda	1990–92	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Jagna	1990–92	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Marta	1989–91	śr. późna / mid-late	jadalna / table
Mila	1983–85	śr. wczesna / mid-early	jadalna / table
Pilica	1985–87	późna / late	skrobiowa / starch
Poprad	1981–83	śr. późna / mid-late	skrobiowa / starch
San	1983–85	późna / late	skrobiowa / starch

Tabela 2

Współczynniki Sielianinowa dla miesięcy okresu wegetacji w poszczególnych latach badań
Sielianinow's coefficients for the consecutive growing seasons

Lata Years	Miesiące Months			
	maj May	czerwiec June	lipiec July	sierpień August
1981	1,7	2,7	2,7	1,6
1982	1,4	2,4	0,6	1,2
1983	1,7	1,4	0,5	0,7
1984	2,0	1,8	1,8	0,6
1985	0,9	2,3	1,7	2,5
1986	1,9	1,1	0,9	1,6
1987	1,7	2,3	1,0	1,3
1988	0,8	1,5	0,7	1,5
1989	0,8	3,1	0,9	0,8
1990	0,7	0,8	1,2	1,1
1991	1,2	1,2	1,0	0,7
1992	0,5	1,1	0,8	0,5

Doświadczenia prowadzono na glebie pseudobielicowej, wytworzonej z piasków gliniastych lekkich pylistych, zalegających średnio głęboko na piaskach słabogliniastych, kompleksu przydatności rolniczej od żynnego dobrego do żynnego słabego.

Termin tuberyzacji polowej określano w czasie wykonywania pomiarów roślin w okresie wegetacji. Za początek tuberyzacji uznano datę, kiedy na stolonach pojawiły się zgrubienia o średnicy 1,5 cm.

Próby bulw o liczebności 20 sztuk każdej odmiany umieszczano bezpośrednio po zbiorze, w pomieszczeniu o temp. ok. 20°C i wilgotności względnej powietrza ok. 80–90%. Obserwacje prowadzono co 3 dni do momentu, kiedy bulwy wytworzyły kiełki o długości 2 mm.

W obliczeniach statystycznych stosowano jednoczynnikową analizę wariancji, gdzie czynnikiem były odmiany, a powtórzeniami lata badań. Istotność zróżnicowania odmian oceniano współdziałaniem lat z odmianami.

W celu podziału odmian na grupy istotnie różniące się długością okresu spoczynku zastosowano metodę wyznaczania górnej granicy wartości cechy istotnie mniejszej od dolnej granicy dla grupy odmian o wartości cechy istotnie większej. Pomiędzy tak wyznaczonymi granicami mieściła się grupa druga, tj. o średniej długości okresu spoczynku.

I. Metody określania długości okresu spoczynku

Liczba dni upływających od tuberyzacji polowej do skielkowania 80% bulw w próbie

Wyliczona w ten sposób długość okresu spoczynku wynosiła od 129 dni u odmiany San do 176 dni u odmiany Irga. Największa różnica między odmianami wynosiła 47 dni. Wśród badanych odmian można było wyróżnić grupy różniące się istotnie między sobą pod względem długości tego okresu i tak:

- odmiany o krótkim spoczynku to odmiany, u których okres od tuberyzacji polowej do skielkowania 80% bulw wynosi poniżej 141 dni,
- odmiany o średnim spoczynku to odmiany, u których okres ten wynosi od 141 do 155 dni,
- odmiany o długim spoczynku to odmiany o długości tego okresu powyżej 155 dni.

Według tego podziału w grupie pierwszej znalazło się 6 odmian, w grupie drugiej 13 odmian i w grupie trzeciej 4 odmiany. Do każdej grupy trafiały odmiany o różnej długości wegetacji (tab. 3).

Liczba dni upływających od „daty zerowej” do skielkowania 80% bulw

Za „datę zerową” przyjęto 1 października, tj. datę przed którą żadna z badanych odmian nie kończyła spoczynku w typowych warunkach atmosferycznych okresu wegetacji. Wyliczona w ten sposób długość spoczynku wynosiła od 28 do 70 dni. Podział odmian na 3 istotnie różniące się grupy wyglądał następująco:

- odmiany o krótkim spoczynku, u których liczba dni od „daty zerowej” do skielkowania 80% bulw wynosi poniżej 40 dni,
- odmiany o średnim spoczynku, u których liczba wynosi od 40 do 53 dni,
- odmiany o długim spoczynku, u których liczba dni od „daty zerowej” do końca spoczynku wynosi powyżej 53 dni.

Tabela 3

Podział odmian ziemniaka na 3 grupy o zróżnicowanej długości okresu od tuberyzacji połowej do zakończenia spoczynku

Classification of potato cultivars into 3 groups depending on the length of period from field tuberization to the end of dormancy

Długość spoczynku Length of dormancy					
krótki (poniżej 141 dni) short (below 141 days)		średni (141–155 dni) middle (141–155 days)		długi (powyżej 155 dni) long (above 155 days)	
odmiana i jej wczesność cultivar and earliness	liczba dni od tuberyzacji do końca spoczynku days from tuberization to the end of dormancy	odmiana i jej wczesność cultivar and earliness	liczba dni od tuberyzacji do końca spoczynku days from tuberization to the end of dormancy	odmiana i jej wczesność cultivar and earliness	liczba dni od tuberyzacji do końca spoczynku days from tuberization to the end of dormancy
San późna/ late	129	Mila śr. wczesna mid-early	142	Bóbr późna / late	160
Bronka późna/ late	130	Dryf późna late	143	Heban śr. późna /mid-late	162
Brda śr. późna mid-late	135	Beryl śr. wczesna mid-early	144	Bogna śr. późna mid-late	175
Fauna śr. wczesna mid-early	136	Cisa śr. późna mid-late	145	Irga śr. wczesna mid-early	176
Ceza późna/ late	137	Darga śr. wczesna mid-early	145		
Jagoda śr. wczesna mid-early	139	Ibis śr. wczesna mid-early	147		
		Marta śr. późna mid-late	147		
		Bliza śr. wczesna mid-early	150		
		Pilica późna late	152		
		Atol śr. późna mid-late	153		
		Poprad śr. późna mid-late	154		
		Fala śr. późna mid-late	155		
		Jagna śr. wczesna mid-early	155		

Tabela 4

Podział odmian na 3 grupy o istotnie zróżnicowanej długości okresu od „daty zerowej” (01.10.) do końca spoczynku
Classification of potato cultivars into 3 groups depending on the length of period from “date 0” (01.10) to the end of dormancy

Długość okresu spoczynku Length of dormancy								
krótki(poniżej 40 dni do 08.11.) short (below 40 days to 08.11.)			średni (40-53 dni 09.11. - 22.11.) middle (40-53 days 09.11. - 22.11.)			długi (powyżej 53 dni po 23.11.) long (above 53 days after 23.11.)		
odmiana i jej wczesność cultivar and earliness	liczba dni od „daty zerowej” do końca spoczynku days from “date 0” to the end of dormancy	data końca spoczynku date of the end of dormancy	odmiana i jej wczesność cultivar and earliness	liczba dni od „daty zerowej” do końca spoczynku days from “date 0” to the end of dormancy	data końca spoczynku date of the end of dormancy	odmiana i jej wczesność cultivar and earliness	liczba dni od „daty zerowej” do końca spoczynku days from “date 0” to the end of dormancy	data końca spoczynku date of the end of dormancy
San późna/ late	28	28.10.	Beryl śr. wczesna/ mid- early	45	14.11.	Atol śr. późna /mid-late	55	24.11.
Bronka późna/ late	29	29.10.	Bliza śr. wczesna/ mid- early	46	15.11.	Bóbr późna/ late	61	30.11.
Jagoda śr. wczesna/ mid- early	33	02.11.	Jagna śr. wczesna/ mid- early	46	15.11.	Poprad śr. późna/ mid-late	63	02.12.
Brda śr. późna/ mid-late	35	04.11.	Ceza późna/ late	47	16.11.	Irga śr. wczesna/ mid- early	65	04.12.
Darga śr. wczesna/ mid- early	36	05.11.	Mila śr. wczesna/ mid- early	47	16.11.	Bogna późna/ late	70	09.12.
Marta śr. późna/ mid-late	37	06.11.	Fala śr. późna/ mid-late	48	17.11.			
Fauna śr. wczesna/midl- early	37	06.11.	Ibis śr. wczesna/ mid- early	48	17.11.			
Dryf późna/ late	39	08.11.	Cisa śr. późna/ mid-late	50	19.11.			
			Pilica Późna/ late	50	19.11.			
			Heban śr. późna/ mid-late	52	21.11			

Według takiego podziału w grupie pierwszej znalazło się 8 odmian, w grupie drugiej 10 odmian i w grupie trzeciej 5 odmian (tab. 4).

Porównując oba sposoby określania długości okresu spoczynku stwierdzono bardzo podobne zaszeregowanie odmian do grup o różnej długości tego okresu.

Określanie daty skielkowania 80% bulw próby wg metody EAPR

W obserwacjach nad długością okresu spoczynku liczonego w dniach od tuberyzacji polowej czy „daty zerowej” do skielkowania 80% bulw próby, podstawową rzeczą jest dokładne ustalenie daty tego zjawiska. Opierając się na powyższych wyliczeniach sklasyfikowano badane odmiany na grupy o krótkim, średnim i długim spoczynku według następującego klucza (tab. 5).

Tabela 5

Podział odmian ziemniaka na 3 grupy na podstawie daty skielkowania 80% bulw Classification of potato cultivars into 3 groups depending on the date of sprouting of 80% of tubers

Grupa odmian o spoczynku: Dormancy:	Liczba dni od „daty zerowej” do skielkowania 80% bulw próby Days from “date 0” to sprouting of 80% tubers	Data skielkowania 80% bulw próby Date of sprouting of 80% of tubers	
		według wyliczeń statystycznych according to statistics	w dostosowaniu do celów praktycznych for practice
krótkim short	40	do 8 listopada till 8 November	do 10 listopada till 10 November
średnim middle	41–53	09–23 listopada 09–23 November	11–25 listopada 11–25 November
długim long	powyżej 53 above 53	po 23 listopada after 23 November	po 26 listopada after 26 November

W każdej z wyżej omawianych metod badane odmiany można podzielić na 3 grupy różniące się istotnie między sobą: odmiany o spoczynku krótkim, średnim i długim. Jak wynika z tabel 3 i 4 podział na grupy istotnie się różniące między sobą jest bardzo zbliżony i tylko niektóre odmiany zmieniają zaszeregowanie.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono podział odmian na 3 grupy istotnie różniące się długością spoczynku i odpowiadające im daty końca spoczynku (tab. 5). W każdej grupie występuje zróżnicowanie odmian w zakresie odpowiadającym grupom odmian o spoczynku krótkim, średnim i długim obliczonych na podstawie odpowiednich metod statystycznych.

II. Skala 9-stopniowa

W przypadku okresu spoczynku bulw ziemniaka najbardziej pożądanym jest długi spoczynek, a najmniej korzystny jest spoczynek krótki.

Na bazie powyższych danych opracowano 9-stopniową skalę określania długości okresu spoczynku. W skali tej przyjęto, że stopień 1 — oznacza spoczynek najkrótszy, a stopień 9 — spoczynek najdłuższy (tab. 6).

Można zatem przyjąć, że pierwsze 3 stopnie skali 9-stopniowej przypisane są grupie odmian o spoczynku krótkim, następne 3 stopnie odmianom o spoczynku średnim, a ostatnie 3 stopnie (7, 8, 9) odmianom o spoczynku długim.

9-stopniowa skala długości okresu spoczynku bulw
A 9-grade scale of dormancy

Stopień skali Grade	Data skielkowania 80 % bulw próby Date of sprouting of 80% of tubers	Określenie długości spoczynku Length of dormancy
1	do końca października till the end of October	krótki short
2	01–05 listopada 01–05 November	
3	06–10 listopada 06–10 November	
4	11–15 listopada 11–15 November	średni moderate
5	16–20 listopada 16–20 November	
6	21–25 listopada 21–25 November	
7	26–30 listopada 26–30 November	długi long
8	01–05 grudnia 01–05 November	
9	po 05 grudnia after 05 December	

DYSKUSJA

W dotychczasowych badaniach zajmujących się tą fazą rozwoju ziemniaka określenie długości spoczynku jako krótki, średni czy długi były raczej umowne. Za krótki spoczynek przyjmowano na ogół zakończenie go w październiku, średni w listopadzie, a długi w grudniu i później (Roztropowicz, Wardzyńska, 1974; Rykaczewska, 1984). Dzięki wprowadzeniu daty zerowej można było zobiektywizować te graniczne wartości i opracować dokładną skalę jego oceny.

Tok postępowania przy określaniu długości okresu spoczynku w skali 9-stopniowej nowych odmian ziemniaka powinien być teraz następujący: każdą odmianę należy poddać obserwacjom 3-letnim i ustalić datę zakończenia kiełkowania 80% bulw (średnio dla 3 lat). Długość spoczynku uzależniona jest nie tylko od odmiany, ale również od szeregu innych czynników, a głównie od warunków atmosferycznych panujących w okresie wegetacji (Zarzyńska, 1999). Ciepłe i suche lata wpływają na skrócenie długości tego okresu, a chłodne i wilgotne powodują jego wydłużenie, dlatego też konieczne należy badać tę cechę co najmniej przez 3 lata.

W pracy Zarzyńskiej (w druku) dotyczącej zmienności niektórych cech ziemniaka udowodniono, że zmienność genotypowa i środowiskowa większości cech są na zbliżonym poziomie. Dlatego też w obliczeniach statystycznych posługiwano się danymi średnimi wyliczonymi dla danej grupy odmian. Korzystając z opracowanej skali należy przypisać datę zakończenia spoczynku odpowiedniej cyfrze skali. Posługiwanie się skalą zamiast datą końca spoczynku pozwoli na precyzyjniejsze porozumiewanie się w zakresie obejmującym to stadium rozwoju ziemniaka. Mówiąc, że długość spoczynku danej

odmiany wynosi np. 5 wiemy, że jest to spoczynek średni i zakończenie jego przypada na koniec listopada.

WNIOSKI

1. Długość okresu spoczynku bulw ziemniaka można określić kilkoma metodami:
 - liczbą dni upływających od tuberyzacji polowej do końca spoczynku,
 - liczbą dni od przyjętej „daty zerowej” do końca spoczynku,
 - datą kalendarzową skiełkowania 80% bulw próby,
 - skalą 9-stopniową.
2. W skali 9-stopniowej stopnie 1, 2, 3 oznaczają spoczynek krótki, 4, 5, 6 spoczynek średni, a 7, 8, 9 spoczynek długi. Każdemu stopniowi przypisana jest odpowiednia data zakończenia spoczynku.
3. Opracowanie skali 9-stopniowej pozwoli na uproszczone wyrażanie długości trwania tego stadium dla poszczególnych odmian.

LITERATURA

- Bielińska-Czarnecka M. 1985. Fizjologia okresu spoczynku. *Biologia Ziemniaka*, wyd. PWN. Okres spoczynku: 90 — 103.
- Burton W. G. 1963. Concepts and mechanism of dormancy. In: *The growth of potato*. J. D. Ivins, F. L. Milthorpe (eds.). Butterworths, Loudard: 17 — 40.
- Kawakami. 1952. The physiological degeneration of potato seed tubers and its control. *Eur. Potato J.* 5: 40 — 49.
- Reust W. 1986. Physiological age of potato. Definitions of terms (European Association of Potato Research Working Group) — *Potato Res.* 29: 268 — 271.
- Roztropowicz S. Wardzyńska H. 1974. Obserwacje spoczynku dwudziestu polskich odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemniaka* 14: 147 — 164.
- Rykaczewska K. 1984. Wpływ wieku fizjologicznego bulw na rozwój i plonowanie wczesnych odmian ziemniaka. Praca doktorska wykonana w Instytucie Ziemniaka ONB Jadwisin.
- Zarzyńska K. 1999. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. 1. Okres spoczynku bulw. *Biul. IHAR* 209: 111 — 123.
- Zarzyńska K. (w druku). Znaczenie cech morfologicznych sadzeniaków w uprawie ziemniaka. Cz. 1. Zależność między wielkością sadzeniaka a niektórymi cechami bulwy i rośliny potomnej. *Fragm. Agron.*

TOMASZ ERLICHOWSKI

Zakład Ochrony Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie

Wpływ zaprawy Prestige 290 FS na zdrowotność i plonowanie ziemniaka

The effect of tuber treatment with Prestige 290 FS on the healthiness and yield of potato

Badania nad skutecznością biologicznego działania zaprawy prowadzono w latach 1999–2001 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie oraz gospodarstwie indywidualnym w Niekłonicach k. Koszalina. Zalecana dawka Prestige 290 FS (pencykuron + imidachlopyrd) po wykonaniu wcześniejszych badań wynosi — 75 ml/100 kg bulw w ochronie ziemniaków jadalnych i dla przetwórstwa oraz 100 ml/100 kg bulw w ochronie plantacji nasiennych. Uzyskane wyniki badań wykazały wysoką skuteczność zaprawy w ochronie bulw przed rizoktoniozą i szkodnikami. Zaobserwowano pozytywny wpływ zaprawy na wschody ziemniaka, średnia dla kontroli bez zaprawiania 89% wschodów, Prestige 290 FS w dawce 100 ml — 95% wschodów. Wyliczony indeks porażenia bulw przez rizoktoniozę wynosił na kontroli 33,8%, natomiast na kombinacji z zaprawianiem 3,2% bulw z objawami ospowatości. Najlepsze efekty zwalczania stonki ziemniaczanej uzyskano na kombinacji z zaprawianiem. Intensywność żerowania stonki wyrażona procentem zniszczenia blaszki liściowej (ZBL%) wynosiła na kombinacji Prestige 290 FS w dawce 100 ml/100 kg bulw — 1,5%, natomiast na kontroli 19,3% ZBL. Wyniki badań zaprawy Prestige 290 FS wykazały także wysoką skuteczność w ochronie bulw przed uszkodzeniami powodowanymi przez larwy drutowców (*Elateridae*), na kombinacji kontrolnej średnio obserwowano 12% bulw uszkodzonych, natomiast przy zaprawianiu 1% bulw.

Słowa kluczowe: *Elateridae*, imidachlopyrd, *Leptinotarsa decemlineata* Say., pencykuron, *Rhizoctonia solani*, zaprawianie, ziemniak

The evaluation of the effects of seed dressing by a fungicide + insecticide mixture (pencycuron + imidacloprid) was performed in 1999–2001 at the IHAR Branch Division Bonin and at a private farm Niekłonice. The experiments involved three potato cultivars: Mila (1999), Orlik (2000) and Cedron (2001), and were carried out in four replications under field conditions. Seed tubers were dressed using a prototype device for seed dressing that was set up onto a planting machine. The results obtained showed high efficacy of the dressing in protection of potato plants against colorado beetle, black scurf and wireworms during the whole vegetation period. A positive effect of the treatment on both tuber quality and yield was also observed.

Key words: black scurf, Colorado beetle, efficiency, imidacloprid, pencycuron, potato, seed dressing, wireworms

WSTĘP

Rynek zapraw jest obecnie dynamicznie rozwijającym się działem ochrony roślin na świecie. Stosowanie zaprawiania bulw w intensywnych technologiach uprawy ziemniaka stało się zabiegiem nieodzownym. Zaprawianie jest zabiegiem bardzo skutecznym i chroniącym rośliny przed agrofagami od wczesnej fazy ich rozwoju. Szczególnie ważne to jest w przypadku rizoktoniozy, jej najgroźniejsza forma — gnicie kielków odpowiedzialna jest za niską obsadę na plantacji oraz osłabione rośliny produkujące zdrobniały plon (Osowski, Kapsa, 2000). Stosowanie zapraw w ochronie ziemniaka wymaga użycia specjalistycznego sprzętu w postaci zaprawiarek. Obecnie w produkcji ziemniaka duże znaczenie ma jakość otrzymanego surowca. W przemyśle spożywczym preferowane są bulwy wyrównane, bez objawów chorób na skórce oraz o nieuszkodzonym miąższu przez szkodniki. Natomiast w nasiennictwie znaczenie mają bulwy wolne od chorób grzybowych i wirusowych.

Przy założeniu, że wykonujemy wszystkie zabiegi ochronne na plantacji w okresie wegetacji (herbicydy, insektycydy, fungicydy) ich łączna liczba w zależności od panujących warunków klimatycznych może być znaczna. W wyniku postępu technologicznego i uwzględnieniu aspektów ochrony środowiska dąży się obecnie do zmniejszenia liczby zabiegów przez produkcję preparatów selektywnych oraz uniwersalnych, składających się z więcej niż jednej substancji aktywnej jako rozszerzone spektrum działania na agrofagi. Przy zaprawianiu bulw można mówić o aspekcie ekologicznym, ponieważ na 1 ha zużywa się tylko ok. 50 l cieczy roboczej. Otrzymuje się przy tym zadowalający stopień pokrycia bulw preparatem w granicach 80–90%. (Erlichowski i in., 1998).

Oczekiwaniom tym może sprostać zaprawa insektycydowo-fungicydowa Prestige 290 FS, która stosowana jest do zaprawiania sadzeniaków na mokro przed sadzeniem. Zaprawa jest mieszaniną dwóch substancji aktywnych, pencykuronu — fungicydu kontaktowego oraz imidachloprydu — insektycydu systemicznego w formie koncentratu zawiesinowego (Pawińska i in., 1995). W sezonie wegetacyjnym składnik fungicydowy chroni ziemniaki przed skutkami rizoktoniozy (braki wschodów i zdrobnienie bulw), a insektycydowy zabezpiecza rośliny przed stonką przez okres 12 tygodni od posadzenia. Długość działania zapraw znacznie obniża koszty ochrony plantacji przez zmniejszenie ilości późniejszych zabiegów (w programie ochrony plantacji z zaprawianiem bulw, więc oszczędzamy na 2 zabiegach insektycydowych).

Celem badań wykonywanych w latach 1999–2001 było określenie skuteczności biologicznego działania zaprawy Prestige 290 FS (pencykuron + imidachlopryd) w ograniczeniu chorób grzybowych oraz jej wpływu na zasiedlenie roślin przez stonkę, a także możliwość ograniczenia uszkodzeń bulw powodowanych przez drutowce.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1999–2001 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Oddział w Boninie i gospodarstwie indywidualnym w Niekłonicach (w 2000 r.). Ocenę skuteczności biologicznego działania zaprawy insektycydowo-fungicydowej w ograniczaniu strat powodowanych przez rizoktoniozę (*Rhizoctonia solani*)

szkodniki glebowe (*Elateridae*) oraz stonkę (*Leptinotarsa decemlineata*) wykonano w doświadczeniu łanowym. Przed sadzeniem sprawdzono liczebność występujących w glebie drutowców, wykonując analizy gleby z odkrywek glebowych według metodyki podawanej przez Wnuka (1990). Glebę przesiewano przez sito glebowe o średnicy oczek 2 mm i wybierano znajdujące się stadia larwalne. Z badanej powierzchni pola (1 ha) pobrano po przekątnej 32 próby glebowe. Po policzeniu larwy zostawiano na polu. W sezonie na poletkach badano liczbę roślin zasiedlonych przez stonkę ziemniaczaną, a następnie na badanej kombinacji i kontroli wyznaczano 4 x 10 roślin, maksymalnie zasiedlonych przez szkodnika. Zawsze na tych samych oznaczonych roślinach oceniano: liczebność larw, liczbę chrząszczy, stopień zniszczenia blaszki liściowej w 4-stopniowej skali: (0, 0–15, 16–30 i > 30%). Odmiany ziemniaka (Mila, Orlik, Cedron) zaprawiano w trakcie sadzenia przy użyciu zaprawiarki (w koszu zasypowym sadzarki (S-222), stosując dawkę 100 ml preparatu /100 kg bulw.

Doświadczenie łanowe zakładano pasowo. W trakcie sezonu wegetacyjnego wykonano na 100 wyznaczonych roślinach obserwacje wschodów ziemniaka oraz sprawdzano przyczyny braku wschodów. Przed zbiorem ziemniaków pobrano próby z 10 roślin, w 4 powtórzeniach. Po zbiorze oceniano wielkość i strukturę plonu (frakcje), stopień uszkodzenia bulw przez drutowce oraz na umytych bulwach zdrowotność bulw (rizoktonioza). Bulwy z objawami żerowania drutowców liczono w sztukach, natomiast porażenie ospowatością zaliczono do 6 kategorii porażenia, w zależności od wielkości powierzchni porażonej (0 — bulwy zdrowe, 1 — bulwy porażone od 0,1 do 3%, 2 — bulwy porażone od 4 do 9%, 3 — bulwy porażone od 10 do 22%, 4 — bulwy porażone od 23 do 48% i 5 — bulwy porażone od 49 do 100%). Dla każdego testowanego genotypu wyliczono indeks porażenia według wzoru Townsend-Heubergera

$$\%po = \left(\frac{\sum_0^i (n \times v)}{i \times N} \right) \times 100$$

v — klasa porażenia,

i — najwyższa klasa porażenia,

n — liczba bulw w każdej klasie,

N — całkowita liczba badanych bulw,

po — porażenie.

Uzyskane wyniki porażenia bulw przez rizoktoniozę i uszkodzeń powodowanych przez drutowce poddano analizie wariancji (ANOVA), przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, a wartości średnie testowano testem t-Studenta w celu określenia istotności różnic między kombinacjami. Dane procentowe (% porażenia rizoktoniozą) przed analizą wariancji poddano transformacji według wzoru $y = \arcsin \sqrt{x}$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki badań nad zastosowaniem zaprawy fungicydowo-insektycydowej, wykazały wysoką jej skuteczność w ochronie bulw ziemniaka przed rizoktoniozą oraz uszkodzeniami powodowanymi przez larwy drutowców i stonkę. Stwierdzono dodatni wpływ na wielkość i jakość uzyskanego plonu bulw ziemniaków.

Badana zaprawa w dawce 100 ml na 100 kg bulw wyraźnie zmniejszyła straty we wschodach, ponieważ zapobiegała gniciu kiełków (najbardziej szkodliwej formy rizoktoniozy). Mimo iż nie stwierdzono istotnych różnic, średnie wschody na kombinacji zaprawianej wyniosły 95,3%, natomiast w badaniu kontrolnym 89% (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ zaprawiania na wschody roślin (%) w badanych latach 1999–2001
Influence of seed dressing on the plant emergence (%) in 1999–2001

Kombinacja Treatment	Odmiana Cultivar			Średnia z lat Mean of the years
	Mila	Orlik	Cedron	
	1999	2000	2001	
Prestige 290 FS 100 ml·100 kg	99	93	94	95,3
Kontrola Untreated	98	85	84	89,0
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	—	—	—	8,687 (n.i.)

Podana wartość NIR dotyczy danych transformowanych
 LSD for transformed data

Tabela 2

Wpływ zaprawy na porażenie bulw ospowatością w badanych latach 1999–2001
Influence of seed dressing on the black scurf tuber infection in 1999–2001

Kombinacja Treatment	Ospowatość bulw * Black scurf (<i>sclerotium formation</i>)						Średnia za lata Mean for years
	1999		2000		2001		
	indeks index	transf. transf.	indeks index	transf. transf.	indeks index	transf. transf.	
Prestige 290 FS 100 ml/100 kg	3,0	5,07 a	5,5	8,93 a	1,0	5,74 a	3,16%
Kontrola Untreated	31,0	33,65 b	37,3	35,05 b	32,9	35,01 b	33,73%
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	-	21,61	-	9,67	-	2,34	

* Indeks porażenia (% porażenia) wg wzoru Townsed-Heubergera

* Infection index (% infection) according to Townsed-Heuberger formula

Podana wartość NIR dotyczy danych transformowanych

LSD for transformed data

Wyliczony po zbiorze indeks porażenia bulw ospowatością wykazał niższe porażenie w badanych latach w kombinacji z zaprawą i wynosił średnio 3,16%, natomiast w kontroli 33,7%. Podobne wyniki otrzymała Pepelnjak (2001), gdzie tylko 1–2% bulw zaprawionych była infekowana sklerocjami grzyba oraz Wróbel i wsp. (1998), który w kombinacji

z zaprawianiem stwierdził średnie porażenie bulw ospowatością (u trzech odmian) w wysokości 2,8%, natomiast w badaniu kontrolnym 25,9% porażenia. Analiza statystyczna na danych transformowanych wykazała istotność różnic w obrębie badanej cechy — porażenia bulw (tab. 2). Uszkodzenie bulw przez larwy drutowców było różne w badanych latach. Doświadczenie w 1999 roku zlokalizowano na glebie bielcowej ze skłonnością do przesuszania. Warunki te nie sprzyjały rozwojowi szkodnika i dlatego zaobserwowano jego niższe zasiedlenie (poniżej progu szkodliwości tzn. poniżej 11 szt./m²). Doświadczenie w 2000 i 2001 roku przeprowadzono na glebie bielcowej. Na tych obiektach doświadczalnych poczyniono błędy agrotechniczne (duże zachwaszczenie, szczególnie perzem *Elymus repens*), które sprzyjały rozwojowi szkodników. Analiza gleby na obecność szkodników glebowych wykazała obecność drutowców w liczbie 17 larw/m² w 2000 i 18 larw/m² w 2001 roku. Stanowiło to znaczne przekroczenie progu szkodliwości podawanego przez Wnuka (1990). Zastosowanie zaprawy wpłynęło w istotny sposób na wzrost ilości bulw nieuszkodzonych przez drutowce w kolejnych latach badań i wynosił 0,35% bulw uszkodzonych w plonie ogólnym w 1999, 2% w 2000 oraz 0,6% w 2001 roku (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ zaprawiania na uszkodzenie bulw powodowanych przez drutowce
Influence of seed dressing on the tuber damage to caused by wireworms

Lata Years	Kombinacja Treatment	Uszkodzenia miąższu bulw przez drutowce Injury of tuber pulp by wireworms		
		% bulw w plonie damaged tubers in yield (%)	średnia liczba bulw uszkodzonych mean number of damaged tubers	stwierdzone gatunki species recognized
1999	Prestige 290 FS	0,35	0,25 a	<i>Agriotes lineatus</i>
	kontrola	6,4	4,5 b	<i>Selatosomus aeneus</i>
	NIR _{0,05}	—	2,38	
	LSD _{0,05}			
2000	Prestige 290 FS	2	0,2 a	<i>Agriotes obscurus</i>
	kontrola	17	2,0 b	<i>Agriotes sputator</i>
	NIR _{0,05}	—	0,672	
	LSD _{0,05}			
2001	Prestige 290 FS	0,6	0,75 a	<i>Agriotes obscurus</i>
	kontrola	11	11,25	<i>Agriotes sputator</i>
	NIR _{0,05}	—	2,054	
	LSD _{0,05}			

Ochronne działanie zaprawy insektycydowo-fungicydowej przeciwko drutowcom i stoncy ziemniaczanej potwierdziły badania Pepelnjak (2001), Igrc-Barcic (2000) oraz Pawińskiej (1995), gdzie imidachlopyrd zabezpieczał rośliny przed szkodnikami ok. 11–12 tygodni od daty sadzenia. Najwyższe efekty zwalczania stonki ziemniaczanej uzyskano na kombinacji z zaprawianiem bulw. Intensywność żerowania stonki, wyrażona procentem zniszczenia blaszki liściowej (ZBL), na kombinacji z Prestige 290 FS wynosiła średnio dla lat 1999–

2001 — 1,5%, natomiast na kontroli 19,3%. Pawińska (1995) na kombinacjach chronionych imidachlopydem wykazała zniszczenie blaszki liściowej rzędu 0,3–3%, natomiast na poletkach niechronionych od 11,3–53,2% powierzchni liści. Ponadto na kombinacji z zaprawianiem chrząszcze ginęły (porażenie układu nerwowego przez imidachlopyd) przed złożeniem jaj. To wyjaśnia brak postaci larwalnych na tych roślinach. Dorosłe chrząszcze obecne na roślinach w trakcie sezonu letniego były osobnikami nalatującymi (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ zaprawiania na nasilenie występowania stonki ziemniaczanej i zniszczenie blaszki liściowej (%)
(sumarycznie dla 40 roślin)

Influence of seed dressing on the incidence of Colorado beetle and the degree of leaf destruction (%)
(total for 40 plants)

Rok Year	Kombinacja Treatment	Dni od sadzenia Days after planting										Zniszczenie blaszki liściowej (%) Leaf destruction (%)
		40		50		60		70		85		
		liczebność stonki population of Colorado beetle										
		L	CH	L	CH	L	CH	L	CH	L	CH	
1999	Prestige 290 FS	0	1	0	1	0	4	0	6	0	4	2
	kontrola control	25	12	49	14	58	25	38	35	36	51	21
2000	Prestige 290 FS	0	0	0	0	0	1	0	2	1	3	1
	kontrola control	22	0	89	2	45	3	39	7	38	6	19
2001	Prestige 290 FS	0	1	0	1	0	2	0	4	2	2	1,5
	kontrola control	12	2	35	6	31	12	28	22	19	19	18
Średnia za lata Mean for years	Prestige 290 FS	0	0,7	0	0,7	0	2,3	0	4	1	3	1,5
	kontrola control	19,6	4,7	58	7,3	48	13	35	21	31	25,3	19,3

L — Larwy/ larvae

CH — Chrząszcze/ beetles

Tabela 5

Wpływ zaprawy na plonowanie ziemniaka w latach 1999–2001
Influence of seed dressing on tuber yield in 1999–2001

Kombinacja Treatment	Plon bulw (t/ha) Tuber yield (t/ha)		
	Bonin — 1999 rok/year	Nieklonice — 2000 rok/year	Bonin — 2001 rok/year
Prestige 290 FS	31,5 a	30,5 a	35,4 a
Kontrola Control	25,9 b	25,5 b	28,5 b
NIR _{0,05}	1,7	1,6	1,8
LSD _{0,05}			

Zaprawianie bulw wpłynęło istotnie na zmniejszenie strat plonu. W kombinacji, w której stosowano Prestige 290 FS w dawce 100 ml/100 kg bulw stwierdzono wzrost

plonu o 22% w 1999 roku, 19% w 2000 roku oraz 20% w 2001 roku w stosunku do kontroli (tab. 5).

WNIOSKI

1. Zaprawa Prestige 290 FS w dawce 100 ml/100 kg bulw skutecznie chroniła uprawy ziemniaka przed stonką ziemniaczaną, drutowcami oraz ospowatością bulw.
2. Długi okres działania zaprawy pozwala ograniczyć liczbę późniejszych zabiegów nalistnych insektycydami przeciwko stonce ziemniaczanej.
3. Zastosowanie zaprawy pozwala wyeliminować zabiegi przeciw drutowcom, stosowane przed sadzeniem ziemniaków.
4. Zaprawa Prestige 290 FS zalecana jest do stosowania w integrowanych programach ochrony plantacji ziemniaka.

LITERATURA

- Erlichowski T., Urbanowicz J., Pawińska M. 1998. Metody aplikacji a skuteczność działania zaprawy fungicydowo-insektycydowej w uprawie ziemniaka. *Progr. Plant. Prot.* 38 (2): 512 — 514.
- Furlan L., Toffanin F. 1998. Effectiveness of new insecticides used as seed dressing (imidacloprid and fipronil) against wireworms. *Proceedings of Giornate Fitopatologiche*, 3–7 May 1998, Italy: 195 — 200.
- Igrc-Barcic J., Dobronić R., Maceljski M., Barčić J. 2000. Effects of seed potato tuber treatment with imidacloprid on some soil and foliar insects in Croatia. *Anzeiger für Schädlingkunde* 73 (2): 41 — 48.
- Osowski J., Kapsa J. 2000. Występowanie ospowatości bulw ziemniaka w Polsce w latach 1987–1998. *Ochrona Ziemniaka. Konferencja Kołobrzeg*, 4–5.04.2000; IHAR Oddział Bonin: 59 — 63.
- Pawińska M., Turska E. 1995. Zastosowanie imidaklopridu w ochronie plantacji ziemniaka. *Mat. XXXV Sesji Naukowej IOR, Cz. I. Referaty*: 296 — 302.
- Pepelnjak M. 2001. Treating of seed potato tubers with Prestige. *Proceedings of the 5th Slovenian Conference on Plant Protection, Catez ob Savi*, 6–8 March, Slovenia: 371 — 375.
- Wnuk A. 1990. *Entomologia dla rolników. Cz. I. Ogólna*. AR Kraków, skrypty: 15.
- Wróbel S., Erlichowski T. 1998. Możliwość zastosowania zaprawy fungicydowo-fungicydowej w uprawie ziemniaka. *Ochrona Ziemniaka. Konferencja Kołobrzeg*, 21–22.04.1998; IHAR Oddział Bonin: 29 — 32.

BARBARA SAWICKA¹**PIOTR PSZCZÓLKOWSKI**²¹Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza, Lublin²Stacja Doświadczalna Oceny Odmian Uhnin, Dębowa Kłoda

Próby ograniczenia zachwaszczenia łąnu ziemniaka w uprawie pod osłonami

Część III. Wpływ zachwaszczenia łąnu na plon ogólny i handlowy bulw

Attempts to control infestation of potato canopy cultivated under shields

Part III. The effect of weed overgrowth in the stand upon the total and market yield of tubers

Za pomocą analizy regresji określono zależności między stopniem zachwaszczenia plantacji ziemniaka a plonem ogólnym i handlowym bulw, uzyskanym w latach 1996–1998 w doświadczeniu polowym na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, kompleksu żytanego dobrego. Schemat i warunki badań zamieszczono w części I pracy. Stwierdzono istotną zależność plonu ogólnego i handlowego bulw od świeżej i suchej masy chwastów oznaczanej przed zbiorem bulw. W każdej metodzie pielęgnowania związek pomiędzy spadkiem plonu ogólnego i handlowego a wzrostem zawartości suchej masy chwastów miał charakter paraboliczny, 2°. Powietrznie suchą masą chwastów okazała się dokładniejszym miernikiem, wyznaczającym ich wartości progowe w uprawie ziemniaka niż świeża masa, czy liczba chwastów.

Słowa kluczowe: herbicydy, odmiany, sposoby pielęgnacji, uprawa pod osłoną, wskaźniki zachwaszczenia, ziemniak

Regression analysis was applied to evaluate the dependencies between the level of potato plantation weeding and total and commercial yield of tubers achieved in 1996–1998 in the field experiment performed on the soil formed of light loamy sands classified as a good rye complex. Experimental methods and study conditions were described in Part I of the paper. Significant dependence of both the total and commercial tuber yield on fresh and dry matter of weeds determined before tuber harvest was found. The relationship between the decrease of the total or commercial yield and the increase of the content of dry matter of weeds was of parabolic character in each control system. Air-dry matter of weeds appeared to be a more estimate than fresh matter (or weed number) to assess yield losses. It can be used to determine weed threshold values for potato crops

Key words: control systems, cultivars, cultivations under shield, herbicides, indexes, potato, weed, weed infestation

WSTĘP

Straty w plonie ziemniaka z powodu zachwaszczenia ocenia się w Polsce na 10 do 80%. Do nich należałoby dodać jeszcze szkody wynikające z ograniczania dostępu światła, wody i składników pokarmowych; żywicielskiej roli chwastów w stosunku do chorób i szkodników; utrudniania zbioru; wzrost uszkodzeń mechanicznych bulw oraz pogorszenie ich jakości (Radecki, 1977; Kołpak i in., 1988; Pomykalska, 1991; Ceglarek i Zarzecka, 1992; Sawicka i Skalski, 1996, Zarzecka, 1997). Z badań Barralisa (1977), Radeckiego (1977), Pomykalskiej (1991), Sawickiej (1996), Zarzeckiej (2000) wynika, iż istnieje ścisła zależność między plonem ogólnym a masą i liczbą chwastów. Większość przeprowadzonych dotąd badań nad zachwaszczeniem dotyczyła odmian średnio wczesnych, średnio późnych bądź późnych (Radecki, 1977; Kołpak i in., 1988; Pawłowski i in., 1991; Pomykalska, 1991; Sawicka, 1996), natomiast jest niewiele doniesień na temat nasilenia zachwaszczenia i jego wpływu na plon ogólny i handlowy, w odniesieniu do odmian bardzo wczesnych, o krótkim okresie wegetacji. Stąd też niniejsza praca miała na celu określenie, czy i w jakim stopniu różne sposoby ochrony plantacji bardzo wczesnych odmian ziemniaka, uprawianych pod osłonami, przed zachwaszczeniem mogą ograniczać ujemne zależności między plonem ogólnym i handlowym bulw a stopniem ich zachwaszczenia.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 1996–1998 w polowej stacji doświadczalnej w Parczewie na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, kompleksu żyniego dobrego, o lekko kwaśnym odczynie. Schemat i warunki prowadzenia doświadczenia omówiono w I części pracy. Wyniki oceny zachwaszczenia, przeprowadzonej przed zbiorem, a dotyczące: ogólnej liczby chwastów, liczby chwastów jedno- i dwuliściennych, świeżej i powietrznie suchej ich masy oraz plonu ogółem i handlowego (o średnicy >4 cm), z uwagi na dużą zmienność w latach badań, poddano analizie regresji wielorakiej, oddzielnie dla każdego sposobu pielęgnowania. Parametry funkcji określano metodą najmniejszych kwadratów, a weryfikację istotności testem t Studenta. Zmienność analizowanych wyników badań oceniono za pomocą: średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego, współczynnika zmienności V, obliczonego wg wzoru:

$$V = \frac{S}{x} \times 100\%$$

gdzie:

S — odchylenie standardowe

x — średnia arytmetyczna

Współczynnik zmienności, będący ilorazem bezwzględnej miary zmienności cechy, jako wielkość niewymiarowa pozwala na porównywanie zróżnicowania zarówno kilku zbiorowości pod względem tej samej cechy, jak i tej samej zbiorowości pod względem kilku cech. Charakterystykę statystyczną badanych zmiennych zamieszczono w tabeli 1.

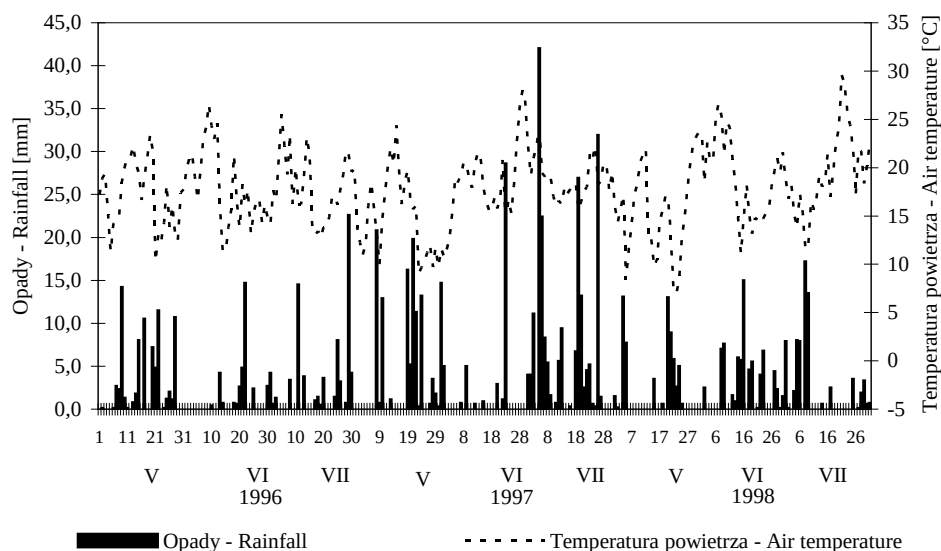
Tabela 1

Statystyczna charakterystyka zmiennych zależnych i niezależnych (Średnia dla lat 1996–1998)
Statistical characteristics of dependent and independent variables (Mean for 1996–1997)

Sposoby pielęgnacji Weed control systems*	Średnia arytmetyczna Arithmetical means	Odchylenie standardowe Standard deviations	Współczynnik zmienności Variability coefficient
plon ogólny bulw w t·ha ⁻¹ total yield of tubers in t·ha ⁻¹			
A	27,4	10,2	37,3
B	32,5	11,8	36,3
C	34,6	13,0	37,6
D	35,1	12,8	36,5
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	0,5	—	—
plon handlowy bulw w t·ha ⁻¹ commercial yield of tubers in t·ha ⁻¹			
A	24,4	11,1	45,4
B	29,0	12,8	44,1
C	31,6	13,9	44,0
D	32,0	13,8	43,1
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	0,6	—	—
ogólna liczba chwastów na 1 m ² total number of weeds per 1 m ²			
A	46	43	92,9
B	43	44	103,3
C	58	52	89,5
D	37	31	85,2
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	9	—	—
liczba chwastów jednoliściennych na 1 m ² number of monocotyledonous weeds per 1 m ²			
A	28	31	111,1
B	19	30	162,2
C	34	31	90,4
D	22	25	114,2
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	6	—	—
liczba chwastów dwuliściennych na 1 m ² number of dicotyledonous weeds per 1 m ²			
A	18	22	119,6
B	24	22	90,9
C	24	24	100,8
D	15	12	82,8
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	5	—	—
świeża masa chwastów na 1 m ² fresh matter of weeds on 1 m ²			
A	93	143	153,8
B	83	100	120,5
C	116	200	172,4
D	93	100	107,5
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	15	—	—
powietrznie sucha masa chwastów w g·m ⁻² air-dry matter of weeds in g·m ⁻²			
A	34	33	97,1
B	32	10	31,3
C	43	27	62,8
D	34	32	94,1
NIR; LSD $\alpha \leq 0,05$	9	—	—

A — pielęgnacja mechaniczna; Mechanical weed control systems; B — Afalon; C — Racer; D — Afalon + Command

Zależności między plonem ogółem i handlowym, a wskaźnikami zachwaszczenia rozpatrywano w zakresie odchylenia standardowego od średniej arytmetycznej. Przebieg pogody w latach badań był bardzo zróżnicowany, co ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Przebieg temperatur powietrza i opadów w okresie maj-lipiec wg stacji meteorologicznej COBORU w Uhninie w latach 1996–1998

Fig. 1. Daily air temperatures and rainfall in May–July, 1996–1998, according to meteorological station COBORU in Uhnin

WYNIKI BADAŃ

Wielkość plonu ogółem, jak i handlowego bulw w doświadczeniu była zróżnicowana sposobami pielęgnacji ziemniaka (tab. 1). Najwyższy plon ogółem i handlowy bulw, w porównaniu z obiektem kontrolnym, zapewniała pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z udziałem mieszaniny preparatów: Afalon 50 WP + Command 480 EC. Należy jednak zaznaczyć, iż różnica w plonie ogółem między tą kombinacją a obiektem pielęgnowanym przy użyciu herbicydu Racer 25 EC mieściła się w granicach błędu, zaś w przypadku plonu handlowego była nieistotna. Z uwagi jednak na znaczną zmienność zachwaszczenia w latach badań, wywołaną zróżnicowaniem warunków atmosferycznych, co ilustrują statystyczne charakterystyki zmiennych niezależnych w tabeli 1, podjęto próbę oszacowania ich wpływu na plon ogółem i handlowy bulw. Współczynniki regresji wyliczone dla poszczególnych kombinacji pielęgnowania okazały się zróżnicowane, co ilustrują tabele 2–3 oraz rysunki 2–7.

Tabela 2

Zależność między plonem ogólnym bulw a wskaźnikami zachwaszczenia ziemniaka
Relationships between the total yield of tubers and weediness indexes of potato crops

Sposoby pielęgnacji Weed control system*	Równania regresji Regression equations	Poziom istotności Significance level	Współczynnik determinacji Coefficient of determination (%)
ogólna liczba chwastów na 1 m ² total number of weeds per 1 m ²			
A	$y = 31,682 - 0,094x$	0,0005	39,8
B	$y = 36,470 - 0,082x$	0,0086	30,7
C	$y = 39,303 - 0,081x$	0,0053	32,5
D	$y = 39,899 - 0,134x$	0,0053	32,4
liczba chwastów jednoliściennych na 1 m ² number of monocotyledonous weeds per 1 m ²			
A	$y = 31,144 - 0,137x$	0,0004	40,9
B	$y = 35,734 - 0,118x$	0,0091	30,5
C	$y = 40,143 - 0,168x$	0,0006	39,6
D	$y = 39,166 - 0,182x$	0,0020	35,9
liczba chwastów dwuliściennych na 1 m ² number of dicotyledonous weeds per 1 m ²			
A	$y = 29,278 - 0,0105x$	0,0059	22,4
B	$y = 34,404 - 0,100x$	0,0113	18,9
C	$y = 36,976 - 0,101x$	0,1120	18,9
D	$y = 38,522 - 0,223x$	0,0090	20,1
świeża masa chwastów na 1 m ² fresh matter of weeds per 1 m ²			
A	$y = 22,320 + 0,10843x - 0,001743x^2$	0,0004	44,9
B	$y = 23,418 + 0,01504x - 0,000226x^2$	0,0000	64,7
C	$y = 31,562 + 0,05795x - 0,000606x^2$	0,0165	22,5
D	$y = 28,916 + 0,01192x - 0,000194x^2$	0,0006	44,2
powietrznie sucha masa chwastów w g·m ⁻² air-dry matter of weeds in g·m ⁻²			
A	$y = 21,667 + 0,02827x - 0,010433x^2$	0,0000	64,6
B	$y = 23,711 + 0,08261x - 0,063916x^2$	0,0000	74,4
C	$y = 28,084 + 0,03048x - 0,011269x^2$	0,0000	65,3
D	$y = 27,677 + 0,02928x - 0,007162x^2$	0,0000	70,5

* Oznaczenia jak w tabeli 1

* For explanations see Table 1

Przeprowadzona analiza regresji plonu ogółem i handlowego bulw oraz ogólnej liczby chwastów, w zakresie od 1 do 110 szt·m⁻², wykazała ujemną, liniową zależność między zmiennymi, we wszystkich sposobach pielęgnacji ziemniaka (tab. 2–3, rys. 2–3). To ujemne oddziaływanie zachwaszczenia najbardziej niwelowało, w przypadku, tak plonu ogółem, jak i handlowego zastosowanie pielęgnacji mechaniczno-chemicznej z udziałem preparatu Racer 25 EC. Obniżka plonu wywołana wzrostem ogólnej liczby chwastów o 10 szt·m⁻², w metodzie mechanicznej wynosiła 0,94 t; w pielęgnacji z udziałem preparatu Afalon 50 WP — 0,82 t; z użyciem preparatu Racer 25 EC — 0,81 t; z udziałem mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC — 1,34 t·ha⁻¹. W przypadku natomiast plonu handlowego spadek plonu bulw, wywołany wzrostem zachwaszczenia w kolejnych metodach pielęgnacji, wynosił odpowiednio: 1,04 t; 1,0 t; 0,91 t i 1,67 t·ha⁻¹. Należy jednak podkreślić, że współczynniki determinacji tych równań nie były wysokie,

co oznacza, że do obniżenia plonu mogły przyczynić się również inne, nie brane pod uwagę w analizie regresji czynniki środowiska.

Wzrost liczebności chwastów jednoliściennych o 10 szt. m^{-2} , w zakresie 3–65 szt. m^{-2} , powodował również ujemny, liniowy spadek plonu bulw ogółem, przy czym najbardziej ograniczała go pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z użyciem preparatu Afalon 50 WP, gdzie spadek plonu wynosił 1,18 t z ha, a odpowiednio mniej inne sposoby pielęgnacji: mechaniczny — o 1,37 t; z użyciem herbicydu Racer 25 EC — 1,68 t; z udziałem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC — 1,81 t ha^{-1} (tab. 2). Podobną ujemną zależność obserwowano między liczbą jednoliściennych gatunków chwastów a plonem handlowym (tab. 3). W kolejnych sposobach pielęgnacji spadek bulw handlowych stanowił odpowiednio: 1,35 t; 1,47 t; 1,81 t i 2,13 t ha^{-1} . Zależności te cechowały się jednak niskimi współczynnikami determinacji.

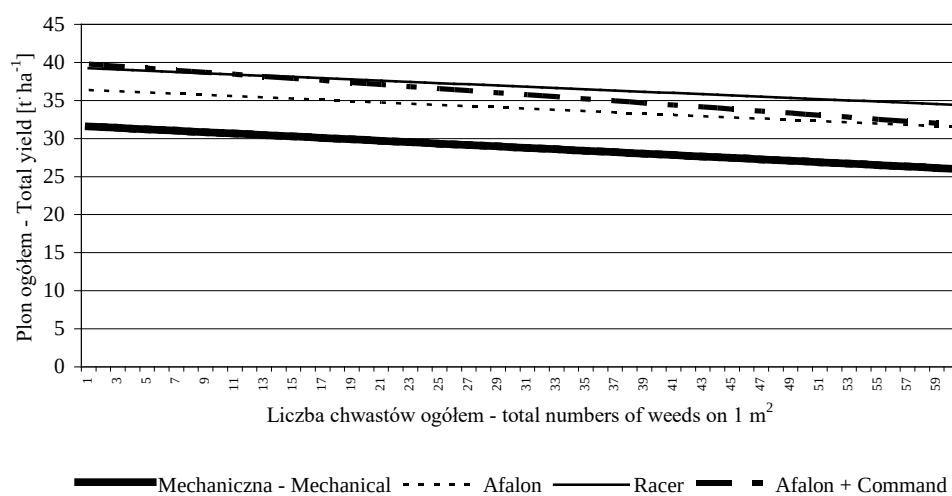
Tabela 3

Zależności między plonem handlowym bulw a wskaźnikami zachwaszczenia ziemniaka
Relationships between market yield of tubers and weediness indexes for potato crops

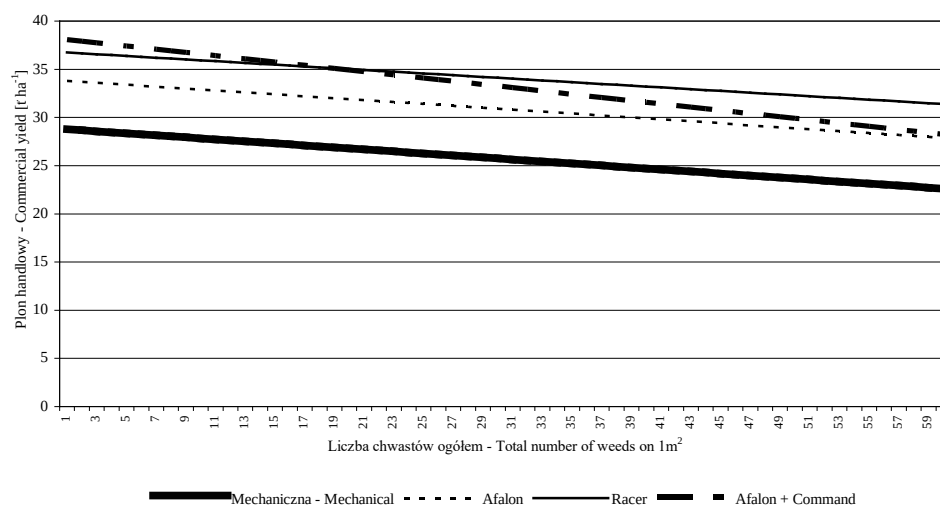
Sposoby pielęgnacji Weed control system*	Równania regresji Regression equations	Poziom istotności Significance level	Współczynnik determinacji Coefficient of determination (%)
ogólna liczba chwastów na 1 m^2 total number of weeds per 1 m^2			
A	$y = 28,875 - 0,1043x$	0,0004	40,6
B	$y = 33,890 - 0,0999x$	0,0031	34,4
C	$y = 36,832 - 0,0907x$	0,0036	33,9
D	$y = 38,248 - 0,1667x$	0,0013	37,2
liczba chwastów jednoliściennych na 1 m^2 number of monocotyledonous weeds per 1 m^2			
A	$y = 28,145 - 0,1474x$	0,0004	40,5
B	$y = 32,734 - 0,1353x$	0,0058	32,2
C	$y = 37,546 - 0,1809x$	0,0005	39,8
D	$y = 37,078 - 0,2132x$	0,0007	38,9
liczba chwastów dwuliściennych na 1 m^2 number of dicotyledonous weeds per 1 m^2			
A	$y = 26,374 - 0,1263x$	0,0368	24,7
B	$y = 31,703 - 0,1387x$	0,0428	23,9
C	$y = 34,473 - 0,1223x$	0,0070	21,4
D	$y = 37,024 - 0,3056x$	0,0291	25,7
świeża masa chwastów na 1 m^2 fresh matter of weeds on 1 m^2			
A	$y = 19,481 + 0,10656x - 0,00165x^2$	0,0058	37,3
B	$y = 19,300 + 0,01677x - 0,000264x^2$	0,0000	63,3
C	$y = 28,285 + 0,06580x - 0,000714x^2$	0,0180	22,0
D	$y = 25,645 + 0,01347x - 0,000238x^2$	0,0009	42,9
powietrznie sucha masa chwastów w $g \cdot m^{-2}$ air-dry matter of weeds in $g \cdot m^{-2}$			
A	$y = 18,483 + 0,0259x - 0,00865x^2$	0,0000	59,8
B	$y = 19,808 + 0,0896x - 0,00717x^2$	0,0000	72,2
C	$y = 24,708 + 0,0326x - 0,01224x^2$	0,0000	63,9
D	$y = 24,725 + 0,0297x - 0,00711x^2$	0,0000	66,9

* Oznaczenia jak w tabeli 1

* For explanations see Table 1



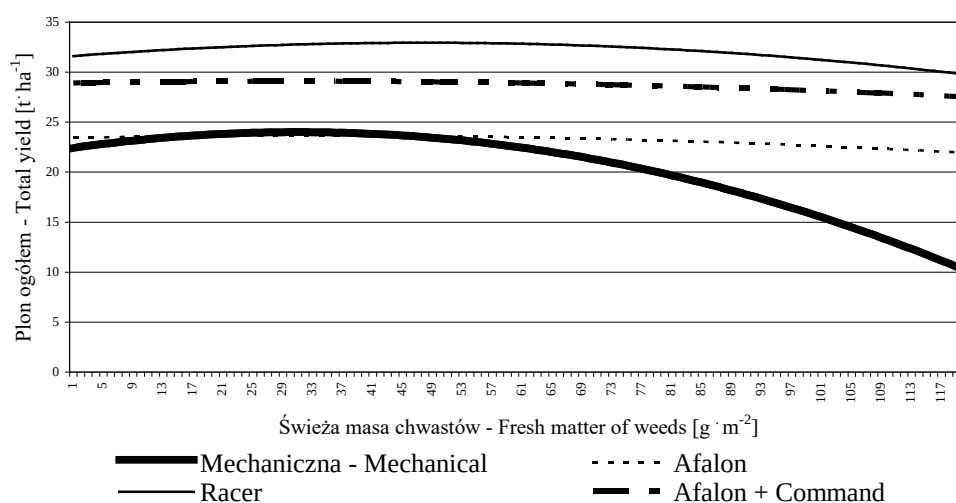
Rys. 2. Zależność między plonem bulw ogółem a ogólną liczbą chwastów
Fig. 2. Relationships between the total yield of tubers and the total number of weeds



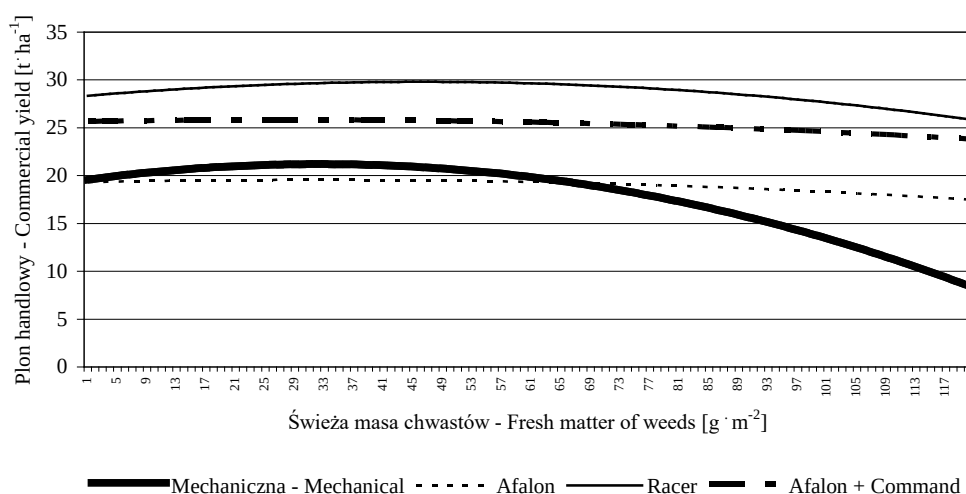
Rys. 3. Zależność między plonem handlowym bulw a ogólną liczbą chwastów
Fig. 3. Relationships between commercial yield of tubers and the total number of weeds

Wzrost zachwaszczenia ładu chwastami dwuliściennymi o 10 szt. $\cdot$ m⁻², w zakresie 1–48 szt. $\cdot$ m⁻², przyczynił się do liniowego spadku plonu ogółem w pielęgnacji mechanicznej o 1,05 t; w pielęgnacji z użyciem preparatu Afalon 50 WP i Racer 25 EC — o 1,00 t i w kombinacjach z mieszaniną preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC — aż o 2,23 t $\cdot$ ha⁻¹; w przypadku zaś plonu handlowego obniżenie to w kolejnych sposobach pielęgnacji wynosiło odpowiednio: 1,26 t; 1,39 t; 1,22 t i 3,06 t $\cdot$ ha⁻¹. Zatem stosowanie w pielęgnacji preparatu Racer 25 EC przyczyniło się do najmniejszego spadku plonu ogółem i handlowego bulw. Współczynniki determinacji omawianych równań nie były jednak wysokie. Oznacza to, że do spadku plonu, tak ogólnego, jak i handlowego mogły przyczynić również inne, nieuwzględnione w modelu funkcji parametry. Ponadto należy liczyć się z tym, że roślinność segetalna nie jest bezpośrednią przyczyną tego zjawiska. Stwarza ona, zwłaszcza przy wysokich opadach okresu maj-czerwiec, sprzyjające warunki rozwoju *Phytophthora infestans*, jak i innych chorób grzybowych pod osłonami, które ograniczają asymilację roślin i poprzez to uniemożliwiają uzyskanie przez bardzo wczesne odmiany ziemniaka maksymalnej masy plonu.

Zarówno ogólna liczba, jak i liczba chwastów jedno- i dwuliściennych wywarły, jak wynika z wielkości współczynników determinacji, mniejszy wpływ na wielkość plonu ogółem, jak i plonu handlowego bulw niż świeża i sucha masa chwastów. Spadek plonu ogółem i handlowego pod wpływem świeżej i suchej masy chwastów przyjął w doświadczeniu charakter paraboliczny — 2°. Zależności te posłużyły do obliczenia maksymalnej masy chwastów, która nie wpływa ujemnie na plon.



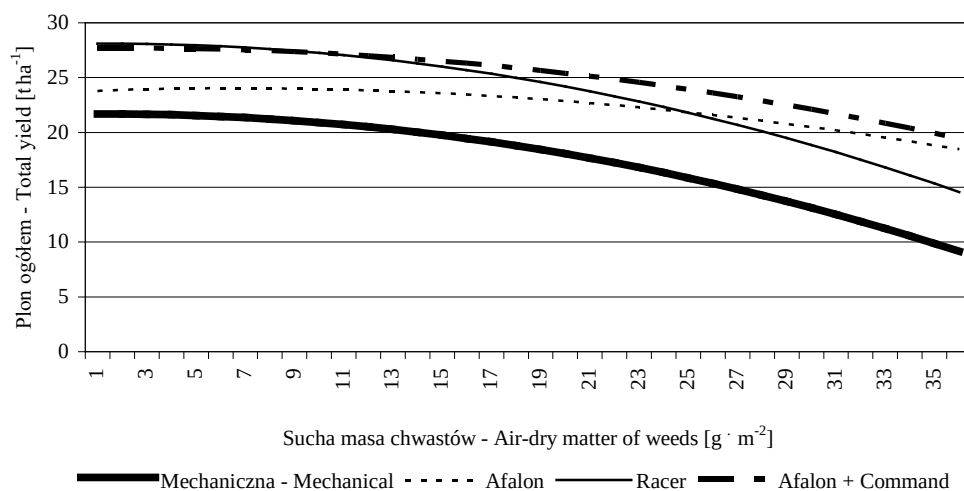
Rys. 4. Zależność między plonem bulw ogółem a świeżą masą chwastów
Fig. 4. Relationships between the total yield of tubers and fresh matter of weeds



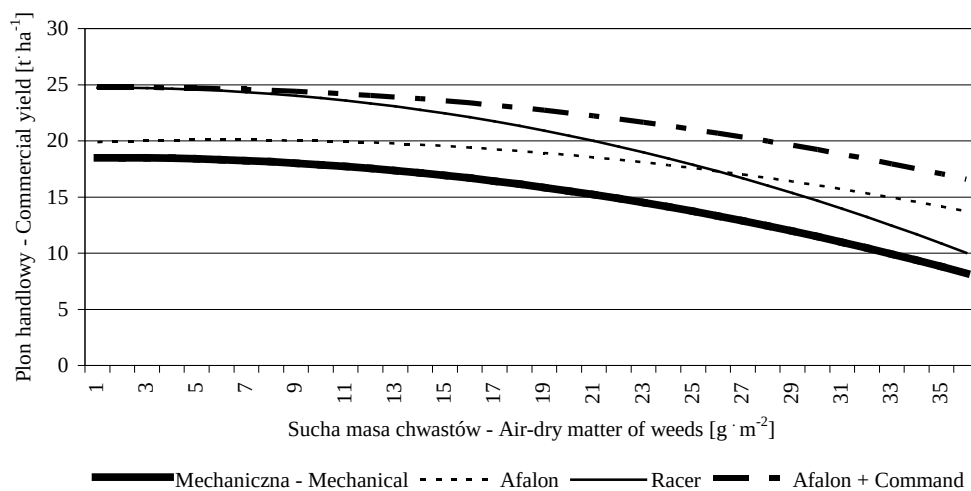
Rys. 5. Zależność między plonem handlowym bulw a świeżą masą chwastów
Fig. 5. Relationships between commercial yield of tubers and fresh matter of weeds

Rozpatrując zależności między plonem ogółem i handlowym a świeżą masą chwastów, w zakresie odchylenia standardowego od średniej arytmetycznej, za najbardziej wiarygodną przyjęto zależność paraboliczną w przypadku pielęgnacji mechaniczno-chemicznej z udziałem herbicydu Afalon 50 WP, gdzie współczynnik determinacji wynosił ponad 60%. Wyliczona z równań regresji świeża masa chwastów, do poziomu, której plon nie ulega obniżeniu, wynosiła 332 g — w przypadku plonu ogólnego i 317 g·m⁻² — w przypadku plonu handlowego bulw (tab. 1–2, rys. 4–5).

Do określania strat masy plonu ogólnego, jak i handlowego najbardziej jednak przydatnym wskaźnikiem okazała się sucha masa chwastów. Spadek plonu pod wpływem wzrostu tej masy chwastów, w zakresie odchylenia standardowego od średniej arytmetycznej, przyjął charakter paraboliczny we wszystkich metodach pielęgnacji ziemniaka (tab. 2–3, rys. 6–7). Zależności te posłużyły do obliczenia tolerowanej masy chwastów, która nie powoduje spadku plonu. W przypadku plonu ogółem wynosiła ona w pielęgnacji mechanicznej — 98 g; w pielęgnacji mechaniczno-chemicznej z użyciem herbicydu Afalon 50 WP — 64 g; w pielęgnacji z udziałem preparatu Racer 25 EC — 135 g, w pielęgnacji z mieszaniną herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC — 204 g·m⁻²; zaś w przypadku plonu handlowego wartości te wynosiły odpowiednio: 146 g, 62 g, 133 g i 209 g·m⁻². Współczynnik determinacji tych zależności wynosił, ponad 60%, co pozwala uważać przyjętą metodę za wiarygodną.



Rys. 6. Zależność między plonem bulw ogółem a suchą masą chwastów
 Fig. 6. Relationships between the total yield of tubers and air-dry matter of weeds



Rys. 7. Zależność między plonem handlowym bulw a suchą masą chwastów
 Fig. 7. Relationships between commercial yield of tubers and air-dry matter of weeds

DYSKUSJA

Stosowanie w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka herbicydów tuż po sadzeniu w połączeniu z wcześniejszą pielęgnacją mechaniczną nie spowodowało niestety całkowitego wyeliminowania chwastów. Scalla (1990) oraz Ackley i wsp. (1996) dowiedli, iż podczas działania herbicydów na chwasty następuje proces selekcji, dzięki której przeżywają rośliny najmniej wrażliwe na preparat. W ich opinii każda populacja chwastów jest mniej lub bardziej niejednorodna i proces wytwarzania odporności może mieć różną intensywność i szybkość. Jak wykazały badania fizjologiczno-biochemiczne różnice między odpornymi i wrażliwymi na herbicyd roślinami danego gatunku chwastu polegają na tempie przyswajania i rozkładania herbicydu w tkankach i na różnym rozmieszczeniu w glebie systemu korzeniowego (selektywność pobierania) (Scalla, 1990; Gauvrit, 1996; Starck i in., 1995; Kacperska, 1998). Dużą rolę odgrywa również ich lokalizacja w komórkach i tkankach. U roślin odpornych na dany herbicyd nie jest on przemieszczany lub przemieszcza się w małych ilościach do wierzchołków wzrostu, bardzo wrażliwych na substancje toksyczne. Dominującą rolę w selektywności działania tych związków odgrywa jednak zdolność rośliny do ich detoksykacji (Starck i in., 1995; Kacperska, 1998). W opinii Gauvrit'a (1996) zjawisko powstawania odporności chwastów na herbicydy będzie się nasilać. Już dziś jest ono znacznie poważniejsze niż się przypuszcza, a przeżywanie chwastów na plantacjach po zabiegu usiłuje się przypisać niedokładnemu zabiegowi lub niskiej jakości preparatu.

Ogólna liczba chwastów na jednostce powierzchni w łanie uprawianych odmian ziemniaka przekraczała próg szkodliwości chwastów przyjęty przez Pomykałską (1991) oraz Pawłowskiego i wsp. (1991). Ujemne oddziaływanie zachwaszczenia na plon najbardziej niwelowało stosowanie pielęgnacji mechaniczno-chemicznej z udziałem preparatu Racer 25 EC, najmniej zaś ograniczała je pielęgnacja z użyciem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC. Wysoka skuteczność preparatu Racer 25 EC, którego substancją aktywną jest flurochloridon — inhibitor syntezy karotenoidów, w ograniczaniu liczby chwastów mogła wynikać z tempa przyswajania i rozkładu substancji czynnej herbicydu w tkankach poszczególnych gatunków chwastów, bowiem jak wynika z badań Maykuhusa (1988), Ceglarka i Zarzeckiej (1992) oraz Ackleya i wsp. (1996) formy wrażliwe przyswajają więcej flurochloridonu, niż formy odporne danego gatunku, ponadto substancja ta może wchodzić we współdziałanie z innymi preparatami stosowanymi w ochronie ziemniaka i mieć bezpośredni wpływ na wzrost roślin. W dostępnej literaturze brak jest natomiast doniesień na temat efektów stosowania mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC w uprawie ziemniaka. Jedynie Sawicka (2002), w badaniach nad słonecznikiem bulwiastym, dowiodła, iż mieszanina herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC powoduje wprawdzie największe uszkodzenia chwastów jedno- i dwuliściennych, ale jej efekt plonotwórczy jest niewielki, co wynika z zahamowania początkowego wzrostu rośliny uprawnej. Zmiany te, mimo, iż ustąpiły po kilku tygodniach spowodowały nieodwracalne uszkodzenia w aparacie asymilacyjnym, gdyż substancja aktywna preparatu Command 480 EC — chlomazone, hamuje biosyntezę pigmentów (Tomlin, 1997). Efekt fitotoksyczności ma szczególne znaczenie w uprawie

odmian o najkrótszym okresie wegetacji, które mogą reagować spodkiem plonu i zdrobnieniem bulw (zbyt krótki czas na odbudowę chlorofilu). Rola i wsp. (1999) donoszą natomiast o bardzo wysokiej skuteczności mieszanin zarówno preparatu Command 480 EC, jak i Command 360 SC, często stosowanych w Unii Europejskiej, z innymi herbicydami w ograniczaniu zachwaszczenia w łanie rzepaku jarego. Z kolei preparat Afalon 50 WP, znany z dobrego ograniczania zachwaszczenia (Kołpak i in., 1988; Zarzecka, 1997; Sawicka, 2002), którego substancją aktywną jest linuron, w opinii Tomlina (1997) hamuje proces fotosyntezy w jego początkowej fazie, blokując fotolizę wody, zaś w fazie świetlnej fotosyntezy, działa jak inhibitor transportu elektronów umożliwiając powstawanie aktywnych form tlenu, reagujących z lipoproteidowymi składnikami błon cytoplazmatycznych, co w efekcie uszkadza strukturę chloroplastów. Szybkie ustąpienie zmian fitocydalnych, wywołanych działaniem tego herbicydu zawdzięcza się krótkotrwałemu oddziaływaniu stresu i wczesnej fazie wzrostu roślin, w której szybko zachodzą procesy restytucji (Hess, 1985; Kirkwood, 1991; Gauvrit, 1996). Zdaniem Tomlina (1997) oraz Pruszyńskiego i wsp. (2002) preparat Afalon 50 WP można mieszać z innymi herbicydami, m.in. z preparatem Command 480 EC. Wyższość mieszanin nad pojedynczym herbicydem podkreśla również Hess (1985), Kirkwood (1991), Gauvrit (1996) oraz Langton i wsp. (1997). Dowodzą oni, iż mieszaniny te dają większy efekt zwalczania chwastów niż w przypadku stosowania pojedynczych preparatów w mniej sprzyjających warunkach wilgotnościowych; zwalczają większe spektrum gatunków chwastów niż pojedynczy herbicyd; przyczyniają się do zmniejszenia dawek preparatów, co w efekcie ogranicza skażenie środowiska.

Straty masy bulw powstałe na skutek wzrostu zachwaszczenia o 10 szt. $\cdot$ m⁻² wynosiły od 0,8 do 1,34 t plonu ogółem i 0,91–1,67 t $\cdot$ ha⁻¹ plonu handlowego. W badaniach Pomykalskiej (1991) spadek ten dla plonu ogółem wynosił 0,9–1,2 t; w badaniach Sawickiej (1996) — 1,0–4,6 t, zaś badaniach Maykuhusa (1988) — 0,2–0,6 t $\cdot$ ha⁻¹. Należy podkreślić, iż zarówno w przypadku plonu ogółem, jak i handlowego chwasty dwuliścienne nie zawsze powodowały wyższe straty niż jednoliścienne, co należałoby tłumaczyć różną skutecznością herbicydów, zwłaszcza wobec chwastów jednoliściennych.

Świeża i sucha masa chwastów wywarły większy wpływ na wielkość plonu ogółem, jak i plonu handlowego bulw niż ogólna liczba chwastów, czy też liczba chwastów jedno- i dwuliściennych. Podobną opinię wyrażał Radomski (1977), Nelson i Thoreson (1981), Pomykalska (1991) oraz Zarzecka (2000), natomiast Sawicka (1996), analizując wyniki badań, przeprowadzone na 44 odmianach ziemniaka, miała odmienny pogląd na ten temat. Na niezwykle istotny wpływ konkurencji chwastów w stosunku do ziemniaka wskazywał już Becker (1962). Radecki (1977) dowiódł, iż ilość pobranych przez chwasty składników pokarmowych zależy głównie od masy chwastów i wyliczył, że przy zachwaszczeniu 2 t $\cdot$ ha⁻¹ powietrznie suchej masy chwasty pobierają około 115 kg NPK, co odpowiada zapotrzebowaniu 10 t plonu ziemniaka (bulwy + łęty). Z kolei Czuba i Wróbel (1983) stwierdzili, iż z dostarczonych składników pokarmowych ziemniak pobiera tylko 20–30%, a pozostałe 70–80% pobierają chwasty, jednak wskutek wzajemnej konkurencyjności roślin ziemniaka i chwastów, jak i chwastów między sobą oraz niedoboru wody w glebie

roślinność segetalna nie jest w stanie wykorzystać większej ilości składników pokarmowych. W badaniach własnych spadek plonu pod wpływem tak świeżej, jak i suchej masy chwastów przyjął charakter paraboliczny. Współczynnik determinacji układów równań 2° spełnił postulowany przez Kranza i Royle'a (1978) poziom 60%, co pozwala uważać przyjętą metodę za wiarygodną. Krzywoliniowy przebieg tych zależności wskazuje, iż do pewnego progu zachwaszczenia ładu plon ulega obniżeniu. Według Ackleya i wsp. (1996) oraz Sawickiej (1996) może to świadczyć o tym, iż masa chwastów do pewnej granicy nie jest czynnikiem w minimum i wzrost plonu dzięki niszczeniu chwastów będzie zachodzić wówczas, gdy inne czynniki plonotwórcze będą ukształtowane na odpowiednio wysokim poziomie, przy którym zachwaszczenie przyjmie charakter czynnika w minimum. Zarzecka (2000) natomiast wykazała prostoliniową, ujemną zależność plonu od świeżej, a Radecki (1977) — od suchej masy chwastów; przy czym ten ostatni liniową zależność obserwował w zakresie od 0,5–4 t·ha⁻¹ powietrznie suchej masy chwastów, gdzie zwiększenie zachwaszczenia o 0,1 t (10 g·m⁻²) powodowało spadek plonu o 0,5–0,7 t·ha⁻¹. Należy jednak zaznaczyć, iż obydwój cytowani autorzy prowadzili badania na odmianach późnych, o zupełnie odmiennym rytmie wzrostu niż odmiany bardzo wczesne.

W opinii Pomykalskiej (1991) w łanie każdej rośliny uprawnej może występować pewna liczba chwastów niezmniejszająca jej plonu. Zdaniem Nelsona i Thoresona (1981), Pawłowskiego i wsp. (1991), Zarzeckiej (1997, 2000) całkowite wyeliminowanie chwastów z roślin uprawnych nie jest możliwe, gdyż stanowią one nierozłączny składnik, agrocenoz, ale można ograniczyć ich występowanie do poziomu nieprzekraczającego progu szkodliwości, niezmniejszającego plonu. Według Pomykalskiej (1991) granicę nieszkodliwego zachwaszczenia określa „tolerowanym zachwaszczeniem”, zaś Barralis (1977) — „krytycznym zagęszczeniem” (critical density). W badaniach własnych wyliczono najwyższe tolerowane zachwaszczenie (w powietrznie suchej masie chwastów), które zależnie od sposobu pielęgnacji, wynosiło: dla plonu ogółem 64–204 g, a dla plonu handlowego 62–209 g·m⁻². Wartości te są wyższe niż wyznaczone przez Pomykalską (1991), co wynika z odmiennych warunków prowadzenia badań.

Z przeprowadzonych analiz regresji wynika, że powietrznie sucha masa chwastów jest znacznie dokładniejszym miernikiem wyznaczającym wartości progowe zachwaszczenia w uprawie ziemniaka niż świeża masa, czy też liczba chwastów. Podobnego zdania jest Barallis (1977), Pomykalska (1991) i Zarzecka (2000), którzy stwierdzili, iż szkodliwość chwastów w mniejszym stopniu zależy od ich liczby na jednostce powierzchni, niż od wytworzonej przez nie biomasy.

WNIOSKI

1. Spadek plonu pod wpływem wzrostu suchej masy chwastów przyjął charakter paraboliczny.
2. Najwyższe tolerowane zachwaszczenie, wyrażone w suchej masie chwastów, w uprawie bardzo wczesnych odmian ziemniaka na glebach lekkich przy końcu okresu wegetacji wynosiło: w przypadku plonu ogólnego: w pielęgnacji mechanicznej — 98

- g, w pielęgnacji mechaniczno-chemicznej z użyciem herbicydu Afalon 50 WP — 64 g, w pielęgnacji z udziałem preparatu Racer 25 EC — 135 g, w pielęgnacji z mieszaniną herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC — 204 g·m⁻², w przypadku plonu handlowego wartości te wynosiły odpowiednio: 146 g, 62 g, 133 g i 209 g·m⁻².
3. Większa zależność plonu bulw od masy chwastów niż ich liczby dowodzi, iż powietrznie sucha masa chwastów może być dokładniejszym miernikiem, wyznaczającym ich wartości progowe w uprawie ziemniaka.

LITERATURA

- Ackley J. A., Wilson H. P., Hines T. E. 1996. Weed management programs in potato (*Solanum tuberosum*) with rimsulfuron. *Weed Techn.* 10 (2): 354 — 358.
- Barralis G. 1977. Senils de nuisibilité des mauvaises herbes. IV. Determination et utilisation des senils de nuisibilité. *Phytoma*, 29: 290.
- Becker G. 1962. Unkraut- und Bearbeitungseinfluss bei der Kartoffelpflege. *Z. Acker Pflanzenbau*, 115 (2): 177 — 185.
- Ceglarek F., Zarzecka K. 1992. Wpływ herbicydu Racer na zachwaszczenie i plonowanie dwóch odmian ziemniaka uprawianych w rejonie Siedlec. *Zesz. Nauk. WSR-P w Siedlcach, Roln.* 31: 85 — 96.
- Czuba R., Wróbel S. 1983. Konkurencyjność chwastów w pobieraniu składników przez rośliny uprawne. *Nowe Roln.* 2: 8 — 11.
- Gauvrit C. 1996. Efficacité et sélectivité des herbicides. INRA, Paris.
- Hess D. 1985. Weed Physiology. In: *Herbicide Physiology*, Duke S. (ed.) ERC Press Inc., London: 181 — 214.
- Kacperska A. 1998. Reakcje roślin na czynniki stresowe W: *Podstawy fizjologii roślin*. Red. J. Kopcewicz, S. Lewak, PWN, Warszawa.
- Kirkwood R. C. 1991. Target sites for herbicide Action. Plenum Press, New York.
- Kołpak R., Byszewska-Wzorek A., Płodowska J. 1988. Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonu ziemniaków. *Rocz. Nauk. Rol.*, A-106 (4): 171 — 183.
- Kranz J., Royale D. L. 1978. Perspectives in mathematical modelling of plant disease epidemics. *Plant disease epidemiology*. Ed. Scott P.R. Bainbridge A. Blackwell-Sci. Public.
- Langton S. J., Harvey R. G., Albright J. W. 1997. Efficiency of clomazone applied at various timings in Soybean (*Glycine max*). *Weed Tech.* 11 (1): 105 — 109.
- Maykuhus F. 1988. Erfahrungen mit Racer bei der Unkraut bekämpfung in Kartoffeln. *Kartoffelbau*, 39 (2): 46 — 48.
- Nelson D. C., Thoreson M. C. 1981. Competition between potatoes (*Solanum tuberosum*) and weeds. *Weed Sci.* 29: 6.
- Pawłowski F., Budzyńska B., Dąbek-Gad M., Grotkowska Z. 1991. Próba ustalenia progu szkodliwości chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.B.) w uprawie ziemniaka. *Annales UMCS, E-46* (1): 1 — 6.
- Pomykalska A. 1991: Badanie nad określeniem progów szkodliwości chwastów w łanie ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol.* A-109 (2): 21 — 35.
- Pruszyński S. (red.). 2002. Zalecenia ochrony roślin na lata 2002/03. Cz. II. Rośliny rolnicze. Wyd. IOR, Poznań.
- Radecki A. 1977. Badania możliwości ograniczania zabiegów pielęgnacyjnych w uprawie ziemniaków. Cz. III. Badania zależności plonowania ziemniaków od stopnia ich zachwaszczenia. *Rocz. Nauk Rol.*, A-102 (4): 21 — 33.
- Rola H., Franek M., Widerski K., Grzbiela M. 1999. Badania nad zastosowaniem nowej formułacji chlomazonu (Command 360 CS) do zwalczania chwastów w rzepaku ozimym i jarym. *Progress in Plant Protection/Post. w Ochr. Rośl.*, 39 (2): 613 — 615.
- Sawicka B. 1996. Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. II. Wpływ zachwaszczenia łanu na plon ogólny i handlowy bulw. *Rocz. Nauk Rol.*, A-112 (1-2): 183 — 191.

- Sawicka B., Skalski J. 1996. Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. I. Skuteczność chwastobójcza herbicydu. Roczn. Nauk Rol. A-112 (1-2): 169 — 182.
- Sawicka B. 2002. Efekty stosowania herbicydów w uprawie *Helianthus tuberosus* L. Cz. II. Plon i struktura nadziemnych części roślin. Biul. IHAR, 223/224: 397 — 414.
- Scalla R. 1990. Les herbicides. Mode d'action et principes d'utilisation. INRA, Paris.
- Starck Z., Chołuj D., Niemyska B. 1995. Fizjologiczna reakcja roślin na niekorzystne czynniki środowiska. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Tomlin C. D. S. 1997. The pesticide manual. British Crop Protection Council, Farnham, Surrey.
- Zarzecka K. 1997. Wpływ pielęgnacji na zachwaszczenie, wysokość i jakość plonu bulw ziemniaka. Rozpr. Habilit., 49, Wyd. WSR-P, Siedlce.
- Zarzecka K. 2000. Zależność plonowania ziemniaka od zachwaszczenia. Fragm. Agronom., 2 (66): 120 — 134.

PIOTR PSZCZÓŁKOWSKI

Stacja Doświadczalna Oceny Odmian, Uhnin

Próby ograniczenia zachwaszczenia łąnu ziemniaka w uprawie pod osłonami Część I. Reakcja roślin na herbicydy

The attempts to control weed infestation in potatoes cultivated under shields Part I. Plant response to herbicides

Wyniki badań pochodzą z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1996–1998 na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, kompleksu żynnego dobrego. Założono je metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Badano trzy czynniki: I — technologie uprawy: a) tradycyjna technologia — jako obiekt kontrolny, b) z osłoną z folii polietylenowej, c) z agrowłókniną polipropylenową, d) z podwójną osłoną z agrowłókniny i folii polietylenowej; II — sposoby pielęgnacji ziemniaka: a) mechaniczna, b) mechaniczno-chemiczna z preparatem Afalon 50 WP w ilości $2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, c) z herbicydem Racer 25 EC w dawce $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, d) z mieszaniną herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC w ilości $1 \text{ kg} + 0,2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$; III — odmiany ziemniaka: Aster i Drop. W okresie wegetacji obserwowano pokrycie gleby roślinami uprawnymi i chwastami oraz uszkodzenia roślin powodowanych przez herbicydy. Mechaniczno-chemiczne sposoby zwalczania chwastów przyczyniły się do istotnego ograniczenia chwastów jedno- i dwuliściennych oraz zwiększenia stopnia pokrycia gleby przez rośliny uprawne w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną. Stosowanie osłon w uprawie ziemniaka wpłynęło na zwiększenie fitotoksycznych objawów na roślinach uprawnych; przy czym technologie z zastosowaniem agrowłókniny bądź folii, jako okrywy, okazały się bezpieczniejsze niż technologia pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii polietylenowej.

Słowa kluczowe: herbicydy, odmiany, sposoby pielęgnacji, technologia uprawy, uszkodzenia fitotoksyczne, ziemniak

The results were obtained in the years 1996–1998 in a field experiment carried out on a soil formed of light loamy sands, representing a good rye complex. Randomized subblocks at 3 replications were applied. The effects of three factors were examined: I – different cultivation technologies, including: a) conventional technology as a control variant, b) the use of polyethylene sheeting, c) the use of polypropylene sheeting, d) double shield using both polyethylene and polypropylene sheeting; II – different methods of potato cultivation: a) mechanical, b) mechanical-chemical with Afalon 50WP at a dose of $2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, c) with herbicide Racer EC at a dose of $2 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, d) with herbicide mixture Afalon 50 WP + Command 480 EC at a dose of $1 \text{ kg} + 0.2 \text{ l}$ (respectively) $\cdot \text{ha}^{-1}$; III – different potato cultivars: Aster and Drop. Covering of the soil by both cultivated plants and weeds as well as damage to the plants caused by herbicides were recorded throughout the vegetation period. The mechanical-chemical methods of weed control, as compared with the mechanical cultivation alone, resulted in considerable reduction of both monocotyledonous and dicotyledonous weeds as well as in increasing the ratio of soil

covering with cultivated plants. The use of shields was found to enhance the development of undesirable phytotoxic symptoms in potato plants. The technologies using either polypropylene or polyethylene sheeting applied as a cover appeared to be safer than that using a double shield containing both a polypropylene and polyethylene sheet.

Keywords: cultivation technology, herbicides, potato cultivars, phytotoxic damage, weed control systems

WSTĘP

W Europie Zachodniej, jak również i w Polsce notowany jest od pewnego czasu znaczny wzrost zainteresowania uprawą bardzo wczesnych, jadalnych odmian ziemniaka (Friessleben, 1984; Graff, 1988; Wierzbicka, 1995; Sawicka, 1997, 1998). Uprawa polowa z zastosowaniem okryw pozwala utrzymać wyższą temperaturę gleby niż w terenie otwartym. Najczęściej stosowanym materiałem osłonowym zarówno w Polsce, jak i w Europie jest agrowłóknina polipropylenowa, folia polietylenowa perforowana oraz biofolia (Graf, 1988; Wierzbicka, 1995; Rawicka, 1997). Stosowanie technologii uprawy bardzo wczesnych odmian ziemniaka z wykorzystaniem okryw „na płask” niesie ze sobą wiele korzyści, ale też i trudności. O ile główne zasady uprawy wczesnych odmian ziemniaka pod okrywkami są na ogół znane, o tyle problem zwalczania roślinności segetalnej w tej technologii uprawy stanowi odrębne zagadnienie i nadal czeka na rozwiązanie. Stąd też celem pracy było określenie wpływu technologii uprawy z wykorzystaniem różnych okryw stosowanych „na płask” i sposobów pielęgnacji na zachwaszczenie dwu bardzo wczesnych odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki badań pochodzą z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1996–1998 w polowej stacji doświadczalnej w Parczewie na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, kompleksu żyniego dobrego, o lekko kwaśnym odczynie, wysokiej zasobności w przyswajalny fosfor, potas, magnez i cynk, a średniej w mangan i niskiej w miedź i żelazo. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Badano trzy czynniki: I — technologie uprawy: a) tradycyjna technologia — jako obiekt kontrolny, b) technologia z zastosowaniem osłon z folii polietylenowej, c) technologia z użyciem agrowłókniny polipropylenowej jako okrywy, d) technologia z uprawą pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii polietylenowej; II — sposoby pielęgnacji ziemniaka, przedstawione w tabeli 1; III — odmiany ziemniaka: Aster i Drop (bardzo wczesne). Przedplonem ziemniaka był jęczmień jary. Nawożenie organiczne stosowano jesienią w formie obornika w ilości $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nawozy mineralne stosowano wiosną w ilości: 80 kg N, 80 kg P_2O_5 , 120 kg $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$. Sadzenie bulw podkielkowanych przeprowadzono w terminie od 15 do 18 kwietnia, zależnie od warunków atmosferycznych w latach badań, w rozstawie $62,5 \times 40 \text{ cm}$. Materiał sadzeniakowy był w stopniu elity. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 20 m^2 . Osłony zakładano ręcznie tuż po sadzeniu bulw, wykonaniu starannego obsypywania i bronowania oraz zastosowaniu

herbicydów. Brzegi osłon przysypano ziemią, z pozostawionej jednej nieobsadzonej redliny. Szerokość osłon wystarczała na przykrycie 3 rzędów ziemniaka.

Tabela 1

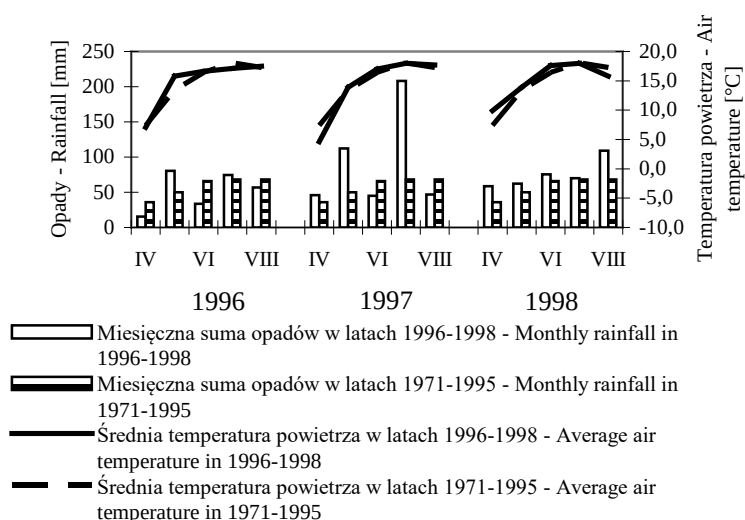
Sposoby pielęgnacji ziemniaka
Weed control systems in potato

Sposoby pielęgnacji Weed control systems	Zabiegi do wschodów ziemniaka w sposobach 1–4 Treatments preceding potato emergence in systems 1–4	Herbicyd Herbicide	Dawka na 1 ha Dose on 1 ha	Termin stosowania herbicydów Herbicides application of time
1	2–3 razy obsypywanie, bronowanie broną lekką. Ostatnie obsypywanie przed zakryciem międzyrzędzi. 2–3 ridger with light harrow. Final ridger just before covering of row spacing	—	—	—
2	1 raz obsypywanie i bronowanie broną lekką. 1 ridger with light harrow.	Afalon 50 WP	2 kg	tuż po sadzeniu ziemniaka, a przed przykryciem okrywą — just after planting of potato, and before covering with sheeting
3	1 raz obsypywanie i bronowanie broną lekką. 1 ridger with light harrow.	Racer 25 EC	2 l	tuż po sadzeniu ziemniaka, a przed przykryciem okrywą — just after planting of potato, and before covering with sheeting
4	1 raz obsypywanie i bronowanie broną lekką. 1 ridger with light harrow.	Afalon 50 WP + Command 480 EC	1 kg + 0,2 l	tuż po sadzeniu ziemniaka, a przed przykryciem okrywą — just after planting of potato, and before covering with sheeting

Osłony zdejmowano tuż przed zwarciem rośliny uprawnej w międzyrzędziach, ale pozostawiano je w redlinach celem powtórnego przykrycia roślin w razie wystąpienia przymrozków. W czasie wegetacji ziemniaka prowadzono niezbędne zabiegi pielęgnacyjne i ochrony roślin przeciwko stoncom i zarazie ziemniaka. Procentowe pokrycie gleby roślinami uprawnymi, chwastami jedno- i dwuliściennymi określono metodą agrofito-socjologiczną. Podczas wegetacji prowadzono również obserwację uszkodzeń roślin powodowanych przez herbicydy według 9-stopniowej skali EWRC (dla rośliny uprawnej: 1 — oznacza brak uszkodzeń; 9 — całkowite zniszczenie rośliny uprawnej; dla chwastów: 1 — całkowite zniszczenie chwastów; 9 — brak działania na chwasty). Pierwszą obserwację uszkodzeń fitotoksycznych roślin wykonano w 5 dni od wschodów ziemniaka, a następne w odstępach 7-dniowych (Badowski i in., 2001).

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora, a ocenę istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya.

Przebieg warunków meteorologicznych w latach badań był zmienny. Rok 1996 był ciepły i suchy, a 1997 cechował się nierównomiernym rozkładem opadów: w czerwcu był ich niedobór, zaś w maju i lipcu — nadmiar. Natomiast rok 1998 odznaczał się najbardziej optymalnymi warunkami meteorologicznymi, tak pod względem opadów, jak i temperatury powietrza (rys. 1).



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka wg stacji meteorologicznej COBORU w Uhninie (1996–1998)

Fig. 1. Rainfall and air temperature during the potato vegetation period according to the meteorological office of COBORU in Uhnin (1996–1998)

WYNIKI

Pokrycie gleby roślinami ziemniaka wynosiło przeciętnie 95,4%, chwastami jednoliściennymi — 3,0%, a chwastami dwuliściennymi — 1,6%. Udowodniono istotny wpływ technologii uprawy, sposobów pielęgnacji, odmian oraz warunków meteorologicznych w latach badań na pokrycie gleby zarówno przez roślinę uprawną, jak i chwasty (tab. 2).

Zastosowanie w uprawie ziemniaka osłon z folii oraz podwójnej osłony: z folii i agrowłókniny przyczyniło się do wzrostu pokrycia gleby, zarówno przez chwasty jedno- jak i dwuliścienne, a zmniejszenia pokrycia gleby rośliną uprawną w stosunku do technologii tradycyjnej. Jedynie zastosowanie agrowłókniny, jako okrywy w uprawie ziemniaka, nie różnicowało istotnie pokrycia gleby chwastami jednoliściennymi.

Wszystkie sposoby mechaniczno-chemicznej walki z chwastami przyczyniły się do istotnego ograniczenia chwastów jedno- i dwuliściennych oraz zwiększenia stopnia pokrycia gleby przez rośliny uprawne w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną.

Rośliny odmiany Drop pokrywały glebę w większym stopniu niż rośliny odmiany Aster, co wynikało z budowy morfologicznej badanych odmian.

Przebieg warunków meteorologicznych w latach badań w największym stopniu decydował o pokryciu gleby zarówno przez roślinę uprawną, jak i chwasty. Największe pokrycie gleby przez obie klasy chwastów, a najmniejsze przez roślinę uprawną odnotowano w 1996 roku, o najmniejszej ilości opadów w okresie wegetacji ziemniaka, co wskazuje na większą odporność chwastów na warunki stresowe. Najmniejsze pokrycie

gleby chwastami tak jedno- jak i dwuliściennymi, a największe roślinami uprawnymi obserwowano w 1998 roku, o korzystnym dla ziemniaka rozkładzie opadów (tab. 2).

Tabela 2

Pokrycie gleby przez roślinę uprawną i chwasty w %
Covering of soil by cultivated plants and weeds in %

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Chwasty Weeds		Roślina uprawna Cultivated plant
		jednoliścienne monocotyledonous	dwuliścienne dicotyledonous	
Technologia uprawy Cultivation technology	A	2,4	1,4	96,2
	B	3,5	1,7	94,8
	C	2,2	1,7	96,2
	D	4,0	1,7	94,3
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,6	0,3	0,8
Sposoby pielęgnacji Weed control systems	1	5,9	1,9	92,1
	2	2,1	1,4	96,5
	3	2,2	1,4	96,4
	4	1,9	1,4	96,5
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,6	0,3	0,8
Odmiany Cultivars	Aster	3,2	1,7	95,1
	Drop	2,8	1,5	95,7
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,3	0,2	0,4
Lata Years	1996	6,8	2,4	90,8
	1997	1,2	1,4	97,4
	1998	1,1	1,1	97,8
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,5	0,2	0,6
Terminy obserwacji Observation timings*	I	3,2	1,6	95,3
	II	3,3	1,8	94,9
	III	3,2	1,8	95,0
	IV	3,1	1,7	95,2
	V	2,3	1,2	96,5
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n**	n	n
Średnia Mean		3,0	1,6	95,4

A — Technologia tradycyjna/ Conventional technology, B — folia polietylenowa/ Polyethylene sheeting, C — Agrowłóknina/ Polypropylene sheeting, D — Agrowłóknina + folia/ Polypropylene + Polyethylene sheeting
 1 — Mechaniczny — Mechanical weed control systems, 2 — Afalon, 3 — Racer, 4 — Afalon + Command

* I termin — 5 dni po wschodach ziemniaka, kolejne terminy co 7 dni

* Ist time — 5 days after potato emergence, then — every 7 days

** Różnice nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

** Differences not significant at $\alpha \leq 0.05$.

Stopień pokrycia gleby chwastami jednoliściennymi zależał również od sposobów pielęgnacji w poszczególnych technologiach uprawy (tab. 3). W uprawie tradycyjnej udział chwastów jednoliściennych w łanie rośliny uprawnej był najniższy w pielęgnacji mechaniczno-chemicznej z udziałem preparatu Racer 25 EC oraz mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC; w uprawie pod osłoną z folii polietylenowej najmniejsze pokrycie gleby chwastami tej klasy zapewniła pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z udziałem preparatu Racer 25 EC; pod agrowłókniną — pielęgnacja z herbicydem Afalon 50 WP; pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii — pielęgnacja z udziałem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC.

Tabela 3

Wpływ technologii uprawy i sposobów pielęgnacji na pokrycie gleby przez chwasty jednoliścienne oraz ich stopień uszkodzenia w 9° skali EWRC*

Effect of cultivation technology and weed control systems on soil covering with monocotyledonous weeds and degree of the damage to weeds on a 9° scale EWRC*

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Pokrycie gleby przez chwasty jednoliścienne Covering of soil with monocotyledonous weeds				Stopień uszkodzenia chwastów jednoliściennych w skali 9° Degree of damage to monocotyledonous weeds on a 9° scale			
		sposoby pielęgnacji *** weed control systems***							
		1	2	3	4	1	2	3	4
Technologia uprawy **	A	4,6	1,8	1,6	1,6	9,0	7,0	6,0	5,5
	B	7,6	2,3	1,8	2,3	9,0	7,0	6,4	6,8
Cultivation technology**	C	3,5	1,5	1,9	1,8	9,0	7,2	6,5	6,2
	D	8,0	2,8	3,5	1,8	9,0	7,4	6,6	6,9
NIR $\alpha \leq 0,05$		1,7				0,5			
LSD $\alpha \leq 0,05$									

* 1° — Całkowite zniszczenie chwastów/ Complete weed damage, 9° — Brak działania na chwasty/ No weed response

** A — Technologia tradycyjna/ Conventional technology, B — folia polietylenowa/ Polyethylene sheeting

C — Agrowłóknina/ Polypropylene sheeting, D — agrowłóknina + folia/ Polypropylene + Polyethylene sheeting

***1 — Mechaniczny/ ***1 Mechanical weed control systems; 2 — Afalon; 3 — Racer; 4 — Afalon + Command

Pokrycie gleby chwastami dwuliściennymi, w poszczególnych technologiach uprawy ziemniaka zależało od warunków atmosferycznych w latach badań (tab. 5). Zarówno w suchym, 1996 roku, jak i bardzo wilgotnym 1997 roku, najniższe pokrycie chwastami tej klasy stwarzała tradycyjna technologia uprawy. W optymalnym w opady 1998 roku, technologicie uprawy nie wywarły istotnego wpływu na pokrycie gleby chwastami dwuliściennymi.

Średni stopień uszkodzenia rośliny uprawnej herbicydami wynosił 1,4° w 9° skali EWRC. Udowodniono istotny wpływ technologii uprawy, sposobów pielęgnacji oraz warunków meteorologicznych w latach badań na stopień uszkodzenia rośliny uprawnej (tab. 4). Najsilniejsze uszkodzenia roślin ziemniaka obserwowano pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii. Spośród ocenianych sposobów pielęgnacji łanu największe uszkodzenia roślin uprawnych obserwowano po zastosowaniu herbicydu Racer 25 EC. Objawiły się one chlorotycznymi plamami na liściach oraz przebarwieniem ich nerwów. Rośliny odmiany Aster odznaczały się nieznacznie większą podatnością na działanie herbicydów, niż rośliny odmiany Drop, co jak należy przypuszczać wynikało z odmiennej odporności odmian na czynniki stresowe wywołane stosowaniem herbicydów. Większe uszkodzenia fitotoksyczne roślin ziemniaka obserwowano w latach 1996–1997, niż w roku 1998, co wynikało z większego pobierania substancji czynnej preparatów w warunkach większego uwilgotnienia gleby w maju niż w roku 1998. Najsilniejsze uszkodzenie roślin ziemniaka obserwowano około 14 dni po wschodach roślin (w drugim terminie obserwacji). W miarę wzrostu rośliny uprawnej objawy te stopniowo zanikały (tab. 4).

Tabela 4

Stopień uszkodzenia roślin uprawnych i chwastów w 9° skali EWRC*
Degree of the damage to cultivated plants and weeds on a 9° scale EWRC*

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Rośliny uprawne Cultivated plant						Chwasty jednoliścienne Monocotyledonous weeds						Chwasty dwuliścienne Dicotyledonous weeds							
		terminy obserwacji** — observation timings**																			
		I	II	III	IV	V	Mean	I	II	III	IV	V	Mean	I	II	III	IV	V	Mean		
Technologia uprawy	A	1,1	1,5	1,3	1,2	1,1	1,2	4,7	5,0	7,9	8,3	8,6	6,9	4,4	4,9	8,0	8,3	8,6	6,8		
Cultivation technology	B	1,6	1,6	1,2	1,1	1,1	1,3	5,2	5,3	8,3	8,6	9,0	7,3	4,9	5,1	8,3	8,6	8,9	7,2		
	C	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	4,8	5,3	8,3	8,7	9,0	7,2	5,2	5,2	8,4	8,8	9,0	7,3		
	D	1,6	2,2	1,6	1,3	1,3	1,6	5,5	6,0	8,3	8,5	9,0	7,5	5,4	6,0	8,5	8,8	9,0	7,5		
NIR $\alpha\leq0,05$		0,3						0,1		0,3		0,2		0,6						0,2	
LSD $\alpha\leq0,05$																					
Sposoby pielęgnacji	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0		
	2	1,3	1,6	1,2	1,2	1,1	1,3	4,4	4,7	8,8	8,9	9,0	7,2	4,8	4,6	9,0	9,0	9,0	7,3		
Weed control systems	3	1,8	2,2	1,6	1,3	1,2	1,6	3,2	3,9	7,7	8,2	8,8	6,4	2,9	3,9	8,0	8,5	8,9	6,4		
	4	1,3	1,7	1,3	1,2	1,1	1,3	3,7	4,0	7,4	8,0	8,7	6,4	3,3	4,0	7,3	8,1	8,6	6,3		
NIR $\alpha\leq0,05$		0,3						0,1		0,6		0,2		0,6						0,2	
LSD $\alpha\leq0,05$																					
Odmiany Cultivars	Aster	1,5	1,7	1,4	1,2	1,1	1,4	5,1	5,4	8,2	8,5	8,9	7,2	5,0	5,4	8,3	8,6	8,9	7,2		
	Drop	1,4	1,6	1,3	1,2	1,2	1,3	5,1	5,4	8,2	8,5	8,8	7,2	4,9	5,3	8,4	8,7	8,9	7,2		
NIR $\alpha\leq0,05$		n***						0,1		n		n		n						n	
LSD $\alpha\leq0,05$																					
Lata Years	1996	1,6	2,2	1,4	1,2	1,0	1,5	3,0	4,0	8,7	9,0	9,0	6,7	3,0	3,7	8,7	9,0	9,0	6,7		
	1997	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,5	4,7	4,8	8,5	8,6	8,7	7,1	4,7	4,5	8,5	8,6	8,6	7,0		
	1998	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	7,5	7,4	7,4	8,0	9,0	7,9	7,2	7,7	7,8	8,4	9,0	8,0		
NIR $\alpha\leq0,05$		0,3						0,1		0,5		0,2		0,5						0,2	
LSD $\alpha\leq0,05$																					
Średnio Mean		1,4	1,7	1,4	1,2	1,2	1,4	5,1	5,4	8,2	8,5	8,9	7,2	5,0	5,3	8,3	8,6	8,9	7,2		
NIR $\alpha\leq0,05$		0,1								0,2				0,2							
LSD $\alpha\leq0,05$																					

A — Technologia tradycyjna / Conventional technology, B — Folia polietylenowa/ Polyethylene sheeting, C — Agrowłóknina/ Polypropylene sheeting, D — Agrowłóknina + Folia/ Polypropylene + Polyethylene sheeting;

1 — Mechaniczny/ Mechanical weed control systems, 2 — Afalon, 3 — Racer, 4 — Afalon + Command

* Dla rośliny uprawnej/ For cultivated plant: 9° Rośliny całkowicie zniszczone/ plants completely damaged, 1° Brak uszkodzeń/ No damage

* Dla chwastów/ For weeds: 1° — Całkowite zniszczenie chwastów/ Complete weed damage, 9° — Brak działania na chwasty / No weed response

** Oznaczenia jak w tabeli 2/ For explanations see Table 2

*** Różnice nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ / Differences not significant at $\alpha \leq 0,05$

Tabela 5

Wpływ sposobów pielęgnacji i warunków meteorologicznych w latach badań na pokrycie gleby rośliną uprawną i chwastami dwuliściennymi w %

Influence of cultivation methods and weather conditions over the experimental period on soil covering with cultivated plant and dicotyledonous weeds in %

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Pokrycie gleby przez roślinę uprawną Covering of soil with cultivated plant			Pokrycie gleby przez chwasty dwuliścienne Covering of soil with dicotyledonous weeds		
		lata years					
		1996	1997	1998	1996	1997	1998
Technologia uprawy	A	81,7	97,1	97,7	2,0	1,0	1,1
	B	94,2	97,4	97,7	2,8	1,2	1,1
Cultivation technology*	C	93,5	97,7	97,9	2,5	1,4	1,0
	D	93,9	97,6	97,9	2,3	1,8	1,0
NIR $\alpha \leq 0,05$		1,7			0,7		
LSD $\alpha \leq 0,05$							

* Oznaczenia jak w tabeli 4

* For explanations see Table 4

Średni stopień uszkodzenia chwastów jedno- i dwuliściennych wynosił 7,2° w 9° skali EWRC. Udowodniono istotny wpływ technologii uprawy, sposobów pielęgnacji oraz warunków meteorologicznych w latach badań na stopień uszkodzenia chwastów tych klas (tab. 4).

Zastosowanie osłon w uprawie ziemniaka przyczyniło się do istotnego zmniejszenia stopnia uszkodzenia chwastów tak jedno-, jak i dwuliściennych w porównaniu z technologią tradycyjną. Chwasty obydwu klas były najmniej uszkodzone w obiektach z podwójną osłoną z agrowłókniny i folii. Taki efekt obserwowano jednak tylko w początkowym okresie wzrostu ziemniaka, w późniejszym okresie różnice te uległy zatarciu. Wszystkie sposoby pielęgnacji mechaniczno-chemicznej zwiększały uszkodzenia chwastów jedno- i dwuliściennych w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną. Największe uszkodzenia fitotoksyczne obserwowano na chwastach jedno- i dwuliściennych zarówno po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC, jak i po użyciu preparatu Racer 25 EC. Warunki meteorologiczne w latach badań decydowały w dużym stopniu o nasileniu objawów fitotoksycznego działania herbicydów na chwasty jedno- i dwuliścienne. Największe objawy tych uszkodzeń obserwowano w 1996 roku, o bardzo wilgotnym maju, zaś najmniejsze w 1998 roku. Reakcja chwastów na herbicydy była największa w pierwszym terminie obserwacji, a następnie w miarę rozwoju roślin objawy te systematycznie zanikały (tab. 4).

Oddziaływanie sposobów pielęgnacji na chwasty jednoliścienne zależało od użytej technologii uprawy (tab. 3). Zastosowanie pielęgnacji mechaniczno-chemicznej z udziałem preparatu Racer 25 EC w uprawie pod folią oraz pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii dało najlepszy efekt zwalczania chwastów jednoliściennych, zaś w uprawie tradycyjnej i pod agrowłókniną tę grupę chwastów najsilniej ograniczała pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z użyciem mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC.

DYSKUSJA

Stosowane technologie uprawy oraz sposoby pielęgnacji ziemniaka wywarły zróżnicowany wpływ na rozwój chwastów i uszkodzenia fitotoksyczne roślin. Badania dowiodły, że dobre warunki termiczne w okrytej osłonami glebie sprzyjają nie tylko rozwojowi roślin ziemniaka, ale również chwastów, co potwierdzają doniesienia Wierzbickiej (1995) oraz Roztropowicz i Lutomirskiej (1997). Stopień pokrycia gleby chwastami w obiektach okrytych osłonami był znacznie wyższy, niż w obiekcie bez osłon. Lepszy rozwój chwastów pod okrywami wynikał z faktu, iż temperatura gleby pod okrywami w porównaniu z terenem otwartym jest, zdaniem Roztropowicz i Lutomirskiej (1997) o około 1–2°C wyższa, ponadto wysycenie powietrza parą wodną jest znacznie wyższe niż w terenie otwartym. Warunki te sprzyjają rozwojowi zwłaszcza gatunków chwastów ciepłolubnych.

Zastosowanie herbicydów istotnie ograniczało stopień pokrycia gleby chwastami, tak jedno- jak i dwuliściennymi, co potwierdzają badania Songina i Piramowicza (1980), Pawłowskiego i Pomykalskiej (1986), Ceglarka i Zarzeckiej (1992), Sawickiej i Skalskiego (1996). O wyższości pielęgnacji mechaniczno-chemicznej, nad pielęgnacją mechaniczną donoszą również Pawłowski i Pomykalska (1986), Ceglarek i Zarzecka (1992), Zarzecka (1998). Największe pokrycie gleby chwastami obserwowano w ciepłym i suchym roku, co potwierdza opinię Zawiaślak i wsp. (1985), iż skuteczność herbicydów doglebowych w dużym stopniu uzależniona jest od warunków wilgotnościowych gleby. Czuba i Wróbel (1983) wykazali zaś, iż chwasty są bardziej przystosowane do niekorzystnych warunków atmosferycznych i glebowych niż roślina uprawna.

Obok korzystnego wpływu stosowania mechaniczno-chemicznej walki z chwastami przy użyciu herbicydów obserwowano również niekorzystne aspekty tego sposobu pielęgnacji objawiające się między innymi uszkodzeniami fitotoksycznymi rośliny uprawnej. Należy jednak zaznaczyć, że użyte w badaniach herbicydy powodowały fitotoksyczne uszkodzenia roślin ziemniaka, to jednak w miarę upływu czasu stopniowo one zanikały. Zdaniem Zawiaślak i wsp. (1985), Ceglarka i Zarzeckiej (1992) oraz Choroszewskiego (1994) dobierając herbicyd do pielęgnacji ziemniaka należy brać pod uwagę nie tylko spektrum zwalczania chwastów, ale także toksyczne działanie preparatów na roślinę. W ich opinii herbicyd winien być selektywny i nie uszkadzać rośliny uprawnej oraz być szybko rozkładany w glebie. W badaniach własnych herbicydem wywołującym największe uszkodzenia fitotoksyczne rośliny uprawnej okazał się Racer 25 EC. W opinii Zawiaślak i wsp. (1985) herbicydy wywołujące silnie uszkodzenia fitotoksyczne ziemniaka mogą powodować zwiększenie konkurencyjności chwastów nawet do poziomu pielęgnacji mechanicznej. Jak wykazały badania fizjologiczno-biochemiczne, różnice między odpornymi i wrażliwymi na herbicyd roślinami danego gatunku chwastu polegają na tempie przyswajania i rozkładania herbicydu w tkankach (Ackley i in., 1996). W dostępnej literaturze brak jest natomiast danych na temat stosowania preparatu Command 480 EC w uprawie ziemniaka. Jedynie Rola i wsp. (1999) donoszą, że ten herbicyd jest często stosowany w krajach Unii Europejskiej (Ackley i in., 1996) i ma lepszą skuteczność w niszczeniu chwastów w mieszankach z innymi herbicydami. W ich opinii zarówno

Command 480 EC, jak i Command 360 CS (nowa formuła w postaci zawiesiny kapsuł w cieczy) nie wywierają ujemnego wpływu na plonowanie rośliny uprawnej.

W opinii Pawłowskiego i Pomykalskiej (1986), Ceglarka i Zarzeckiej (1992), Zarzeckiej (1997), Roli i wsp. (1999) herbicydy stosowane w pielęgnacji ziemniaka wywołują wprawdzie uszkodzenia rośliny uprawnej, ale są one przemijające i nie powodują obniżki plonów. Odmienne zdania jest Choroszewski (1994), który dowodzi, iż uszkodzenia te powodują obniżkę plonu bulw, oraz że przyczyniają się do jego zdrobnienia. Zwiślak i wsp. (1985) wykazali natomiast zmienną reakcję odmian na herbicydy w zależności od rodzaju i dawki herbicydu.

Stosowanie technologii uprawy ziemniaka z zastosowaniem osłon, znacznie zwiększyło objawy fitotoksycznego oddziaływania herbicydów na roślinę uprawną w porównaniu z technologią tradycyjną w terenie odkrytym. W dostępnej literaturze brak jest danych na ten temat. Należy jednak przypuszczać, że decydujący wpływ na te uszkodzenia mogła mieć temperatura powietrza pod okrywą, zwłaszcza z folii polietylenowej czy agrowłókniny polipropylenowej. Midmose (1984) podaje, że różnice temperatury pomiędzy terenem otwartym, a okrytym folią wynoszą (zależnie od usłonecznienia) od 1 do 15°C, co oznacza, że w godzinach południowych w okresie słonecznym niewielka warstwa powietrza nad glebą ogrzewa się do 35–40°C. Wysokiej temperaturze towarzyszy zwykle wysoka wilgotność powietrza (95–100%). Taki układ temperatury może być stresujący przede wszystkim dla rośliny uprawnej. W tych warunkach, jak podaje Roztropowicz i Lutomińska (1997), może dojść nawet do poparzenia roślin, co można przyjąć za efekt uszkodzeń herbicydowych. Agrowłóknina polipropylenowa jest tworzywem charakteryzującym się mniejszą niż folia polietylenowa przepuszczalnością promieniowania, dobrą przepuszczalnością pary wodnej i dużą przewiewnością (Friesleben, 1984), stąd też pod taką okrywą jest mniejsza możliwość uszkodzeń fitotoksycznych roślin. Największe uszkodzenia fitotoksyczne jak i stresy temperaturowe mogą mieć miejsce pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii polietylenowej, chociaż badania własne nie potwierdziły takiej zależności. W dostępnej literaturze brak jest również danych na ten temat. Jedynie Midmose (1984) sugeruje, iż w gorącym tropiku, w uprawie pod folią nieperforowaną ziemniak nie może rosnąć i plonować, ponieważ w kodzie genetycznym nie posiada cech przystosowania się do wysokich temperatur. Stwierdził on, że w „reżimie wysokiej temperatury” plony ziemniaka ulegają obniżeniu o około 50%, w stosunku do normalnej uprawy, zaś po oziębieniu gleby plon ulega zwiększeniu o 100%, w stosunku do poprzedniej.

Właściwości genetyczne badanych odmian wpłynęły na pokrycie gleby przez roślinę uprawną i chwasty oraz uszkodzenia fitotoksyczne roślin. Fitotoksyczność herbicydów uwarunkowana jest w dużym stopniu, zdaniem Choroszewskiego (1994), nie tylko genetyczną tolerancją odmian, lecz również zawartością substancji organicznej w glebie, ilością odpadów, terminem wykonania zabiegu oraz temperaturą powietrza w okresie ich stosowania. Sawicka i Skalski (1996) obserwowali pozytywny wpływ odmian ziemniaka, o obfitym ulistnieniu, na ograniczenie zachwaszczenia. Ten rodzaj samoobrony przed niepożądaną roślinnością zależy od tempa okrywania gleby przez części nadziemne

ziemniaka. W badaniach własnych najlepsze efekty chwastobójcze uzyskano w przypadku odmiany, która lepiej tolerowała stosowane substancje aktywne, w zastosowanych stężeniach.

WNIOSKI

1. Mechaniczno-chemiczne sposoby ograniczania chwastów przyczyniły się do istotnego ograniczenia chwastów jedno- i dwuliściennych oraz zwiększenia stopnia pokrycia gleby przez rośliny uprawne w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną.
2. W uprawie pod osłoną z folii polietylenowej najmniejsze pokrycie gleby chwastami tej klasy zapewniła pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z udziałem preparatu Racer 25 EC; pod agrowłókniną — pielęgnacja z udziałem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC.
3. Stosowanie osłon w uprawie ziemniaka wpłynęło na zwiększenie fitotoksycznych objawów na roślinach uprawnych, w porównaniu do technologii tradycyjnej, ale w miarę wzrostu ziemniaka objawy te stopniowo zanikały.
4. Technologie uprawy bardzo wczesnych odmian ziemniaka pod osłoną z agrowłókniny bądź folii okazały się bezpieczniejsze niż technologia pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii polietylenowej, zaś spośród sposobów pielęgnacji stosowanie herbicydów Afalon 50 WP i mieszaniny preparatów Afalon WP + Command 480 EC było korzystniejsze, ze względu na mniejsze uszkodzenia roślin ziemniaka przez herbicydy, niż użycie herbicydu Racer 25 EC.

LITERATURA

- Ackley J. A., Wilson H. P., Hines T. E. 1996. Weed management programs in potato (*Solanum tuberosum*) with rimsulfuron. *Weed Techn.* 10 (2): 354 — 358.
- Badowski M., Domaradzki K., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kiełoch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerbny T. 2001. Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Cz. I. Doświadczenia polowe. IUNG, Puławy.
- Ceglarek F., Zarzecka K. 1992. Wpływ herbicydu Racer na zachwaszczenie i plonowanie dwóch odmian ziemniaka uprawianych w rejonie Siedlec. *Zesz. Nauk. WSR-P w Siedlcach, Roln.* 31: 85 — 96.
- Choroszewski P. 1994. Fitotoksyczne działanie herbicydów na rośliny ziemniaka. *Ochr. Rośl.* 7: 11 — 12.
- Czuba R., Wróbel S. 1983. Konkurencyjność chwastów w pobieraniu składników przez rośliny uprawne. *Nowe Roln.*, 2, 8 — 11.
- Friessleben R. 1984. Untersuchungen zum Anbau von Speisefrühkartoffeln unter perforierter Polyathylenfolie. *Arch. Acker-u. Pflanzenbau-u. Bodenkd., Berlin*, 28, (2): 133 — 142.
- Graf G., 1988. Interessante Organisation Frühkartoffelwirtschaft in der Bretagne. *Kartoffelbau*, Jg. 39, 6: 214 — 217.
- Midmore D. J. 1984. Potato (*Solanum* ssp.) in the tropics. A soil temperature effects on emergence plant development and yield. *Field-Crops-Research*, 8 (4): 255 — 271.
- Pawłowski F., Pomykańska A. 1986. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka. Cz. I. Rozwój roślin i zachwaszczenie ziemniaka. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, E, XLI* (3): 23 — 33.
- Prośba-Białczyk U., Mydlarski M. 1998. Uprawa ziemniaków na wczesny zbiór przy zastosowaniu osłony z agrowłókniny. *Fragm. Agronom.*, 1 (57): 74 — 84.

- Rola H., Franek M., Widerski K., Grzbiela M. 1999. Badania nad zastosowaniem nowej formacji chlomazonu (Command 360 CS) do zwalczania chwastów w rzepaku ozimym i jarym. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 39 (2): 613 — 615.
- Roztropowicz S., Lutomirska B. 1997. Technologia produkcji ziemniaka na wczesny zbiór. W: *Produkcja ziemniaków. Technologia — Ekonomia — Marketing*. Red. Chotkowski J., IHAR, Bonin: 82 — 98.
- Sawicka B., Skalski J. 1996. Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. I. Skuteczność chwastobójcza herbicydu. *Rocz. Nauk. Roln. A-112*, 1-2: 169 — 182.
- Sawicka B. 1997. Stosowanie folii polietylenowej w uprawie wczesnych odmian ziemniaka a zagrożenie roślin chorobami. *Mat. Konf. Nauk.: „Ochrona ziemniaka”*. Kołobrzeg, 09-10.04: 21 — 26.
- Sawicka B. 1998. Efekty technologiczne i ekonomiczne uprawy wczesnych odmian ziemniaka pod folią polietylenową. *Rocz. AR w Poznaniu, CCCVII, Roln.* 52: 175 — 182.
- Songin W., Piramowicz W. 1980. Efektywność herbicydów Afalonu i Gramonolu przy uprawie ziemniaków wczesnych. *Rocz. Nauk Roln., A-104* (3): 113 — 123.
- Wierzbicka B. 1995. Studia nad przyśpieszoną uprawą wczesnych odmian ziemniaka. *Zesz. Nauk. AR-T Olsztyn, Agricult.* 61 B, Rozpr. habilit.
- Zarzecka K. 1997. Wpływ pielęgnacji na zachwaszczenie, wysokość i jakość plonu bulw ziemniaka. *Rozpr. habilit.*, 49, Wyd. WSR-P, Siedlce.
- Zarzecka K. 1998. Efekty zwalczania chwastów w ziemniakach w zależności od doboru herbicydów. *Pestycydy*, 2-3: 55 — 62.
- Zawiślak K., Adamiak J., Jańczak-Tabaszewska D. 1985. Fitotoksyczność herbicydów doglebowych wobec niektórych odmian ziemniaka i chwastów. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Agricultura*, 41: 125 — 137.

PIOTR PSZCZÓŁKOWSKI

Stacja Doświadczalna Oceny Odmian Uhnin

Próby ograniczenia zachwaszczenia łąnu ziemniaka w uprawie pod osłonami

Część II. Masa, liczebność i skład gatunkowy chwastów

The attempts to control weed infestation in potatoes cultivated under shields **Part II. Mass, population and species composition of weeds**

Wyniki badań pochodzą z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 1996–1998 na glebie wytworzonej z piasków gliniastych lekkich, kompleksu żytniego dobrego. Schemat badań podano w I części pracy. Oznaczono świeżą i powietrznie suchą masę chwastów, liczbę chwastów jedno- i dwuliściennych oraz ich skład florystyczny w trzech terminach: przed i po zwarcu rzędów oraz przed dojrzewaniem ziemniaka. Świeżą i suchą masę chwastów najefektywniej ograniczała pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z użyciem herbicydu Afalon 50 WP, która wykazała dużą skuteczność w eliminowaniu chwastów jednoliściennych oraz niektórych dwuliściennych, takich jak: *Centaurea cyanus*, *Stellaria media*, *Anagalis arvensis*. Zastosowanie mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC okazało się z kolei skuteczne w ograniczeniu szerokiego spektrum chwastów dwuliściennych, takich jak: *Chenopodium album*, *Raphanus raphanistrum*, *Vicia tetrasperma*, *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit*, *Spergula arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Myosotis arvensis*.

Słowa kluczowe: herbicydy, odmiany, sposoby pielęgnacji, technologia uprawy, zachwaszczenie, ziemniak

The results presented in this paper were obtained in the field experiment carried out in the years 1996–1998 on a soil formed of light loamy sands representing a good rye complex. The schema of the investigations was presented in Part I of the paper. In this part fresh and air dry weed mass, number of monocotyledonous and dicotyledonous weeds and their floristic species composition before and after plant shading and before potato maturity. Both fresh and dry weed mass were reduced most effectively by the mechanical-chemical cultivation with herbicide Afalon 50 WP. This preparation also showed a high efficiency to control monocotyledonous weeds as well as and some dicotyledonous ones like: *Centaurea cyanus*, *Stellaria media*, *Anagalis arvensis*. In turn, the mixture of Afalon 50 WP + Command 480 EC was found to be effective in reducing a broad spectrum of dicotyledonous weeds, such as *Chenopodium album*, *Raphanus raphanistrum*, *Vicia tetrasperma*, *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit*, *Spergula arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Myosotis arvensis*.

Key words: cultivars, cultivation technology, herbicides, infestation, potato, weed control systems

WSTĘP

W uprawie wczesnych odmian ziemniaka pod osłonami zakładanymi na „płask” panuje specyficzny mikroklimat, co daje szereg korzyści, ale też stwarza pewne zagrożenie dla roślin uprawnych (Sawicka, 1996, 1998; Roztropowicz i Lutomirska, 1997). Dobre warunki termiczne w okrytej glebie sprzyjają rozwojowi roślin ziemniaka, ale jeszcze bardziej rozwojowi flory segetalnej, gdyż stosowanie okryw uniemożliwia wykonywanie w czasie wegetacji roślin zabiegów mechanicznych zwalczających chwasty. Stąd też celem pracy było określenie wpływu technologii uprawy i sposobów pielęgnacji na masę, liczebność i skład gatunkowy chwastów w łanie wczesnych odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Schemat badań i warunki prowadzenia doświadczenia podano w części I pracy. Zachwaszczenie łanu ziemniaka oznaczono metodą ramkową na powierzchni 0,5 m², ramką o wymiarach 33,4 x 150 cm. Określono: świeżą i powietrznie suchą masę chwastów, liczbę chwastów jedno- i dwuliściennych oraz ich skład florystyczny. Analizę zachwaszczenia metodą ramkową wykonano w trzech terminach: przed i po zwarciu rzędów oraz przed dojrzaniem ziemniaka (Badowski i in., 2001). Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” Fischera-Snedecora, a ocenę istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów Tukeya.

WYNIKI

Przeciętnie, świeża masa chwastów wynosiła 96 g, a ich sucha masa — 36 g·m⁻². Najniższą masę chwastów zanotowano przed zwarciem rzędów, najwyższą zaś przed dojrzaniem ziemniaka, do czego przyczyniło się wtórne zachwaszczenie łanu. Istotny wpływ zarówno na świeżą, jak i suchą masę chwastów wywarły: sposoby pielęgnacji, warunki atmosferyczne w latach badań oraz współdziałanie terminów obserwacji z czynnikami eksperymentu (tab. 1).

Mechaniczno-chemiczna walka z chwastami z użyciem preparatu Afalon 50 WP przyczyniła się do istotnego ograniczenia, a pielęgnacja z udziałem herbicydu Racer 25 EC — do zwiększenia świeżej i suchej masy chwastów, w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną. Stosowanie w pielęgnacji ziemniaka mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC dało podobny efekt, jak ich mechaniczne zwalczanie. Najniższą świeżą, jak i suchą masę chwastów odnotowano w 1997 roku, najchłodniejszym i zarazem najbardziej wilgotnym, najwyższą zaś — w 1996 roku, o późnej i chłodnej wiośnie i najniższej sumie opadów. Efekt zwalczania chwastów był zależny od sposobów ich ograniczania oraz warunków meteorologicznych w latach badań. Ujemne oddziaływanie pielęgnacji z udziałem preparatu Racer 25 EC na świeżą i suchą masę chwastów odnotowano tylko w III terminie obserwacji, w zachwaszczeniu wtórnym.

Tabela 1

Świeża i sucha masa chwastów w g·m⁻²
Fresh and dry mass of weeds in g·m⁻²

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Świeża masa chwastów Fresh mass of weeds				Sucha masa chwastów Dry mass of weeds			
		terminy obserwacji observation timings			średnia mean	terminy obserwacji observation timings			średnia mean
		I*	II**	III***		I	II	III	
Technologia uprawy	A	37	63	203	101	8	11	82	34
	B	24	66	211	100	5	13	89	36
Cultivation technology	C	29	48	203	93	6	9	107	41
	D	16	45	209	90	3	8	88	33
NIR $\alpha \leq 0,05$		34			n****	19			n
LSD $\alpha \leq 0,05$									
Sposoby pielęgnacji	1	21	55	201	92	4	9	89	34
	2	27	53	170	83	5	9	82	32
Weed control systems	3	36	43	270	116	7	9	112	43
	4	21	72	185	93	4	15	83	34
NIR $\alpha \leq 0,05$		34			15	19			9
LSD $\alpha \leq 0,05$									
Odmiany	Aster	26	50	220	99	5	10	92	36
Cultivars	Drop	27	62	193	94	5	11	91	36
NIR $\alpha \leq 0,05$		n				n			n
LSD $\alpha \leq 0,05$									
Lata	1996	13	58	482	184	2	11	101	38
Years	1997	5	15	105	42	1	2	31	11
	1998	61	95	36	64	12	18	143	58
NIR $\alpha \leq 0,05$		28			12	n			7
LSD $\alpha \leq 0,05$									
Średnia — Mean		27	56	207	96	6	10	92	36
NIR $\alpha \leq 0,05$		12				7			
LSD $\alpha \leq 0,05$									

A — Technologia tradycyjna/ Conventional technology, B — Folia polietylenowa/ Polyethylene sheeting

C — Agrowłóknina/ Polypropylene sheeting, D — Agrowłóknina + Folia/ Polypropylene + Polyethylene sheeting

1 — Pielęgnacja mechaniczna/ Mechanical weed control systems, 2 — Afalon; 3 — Racer; 4 — Afalon + Command

* Przed zwarciem rzędów/ Before plant shading

** Po zwarciu rzędów/ After plant shading

*** Przed zbiorem ziemniaka/ Before potato maturity

**** Różnice nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ / differences not significant at $\alpha \leq 0,05$

W posusznym, 1996 roku najsilniej zmniejszała świeżą i suchą masę chwastów pielęgnacja z użyciem preparatu Afalon 50 WP. W pozostałych latach badań sposoby pielęgnacji nie różnicowały tej cechy (tab. 3).

Liczba chwastów jednoliściennych w doświadczeniu wynosiła przeciętnie 25,6 szt. dwuliściennych — 20,2 szt., *Equisetum arvense* — 0,8 szt.·m⁻². Najwyższą liczbę chwastów jedno- i dwuliściennych obserwowano przed zwarciem rzędów, zaś najliczniej *Equisetum arvense* wystąpiły przed zbiorem. Istotny wpływ na liczbę chwastów dwuliściennych, *Equisetum arvense* oraz sumę chwastów wywarły: sposoby pielęgnacji i warunki atmosferyczne w latach badań, zaś na liczbę chwastów jednoliściennych — wszystkie czynniki eksperymentu (tab. 2).

Użycie podwójnej osłony z agrowłókniny i folii przyczyniło się do istotnego obniżenia liczby chwastów jednoliściennych, w porównaniu z technologią tradycyjną. Pozostałe technologie uprawy pod osłonami nie różnicowały istotnie liczby chwastów tej grupy.

Najlepsze efekty w eliminowaniu chwastów jednoliściennych uzyskano w obiektach z preparatem Afalon 50 WP, zaś chwastów dwuliściennych i *Equisetum arvense* — po zastosowaniu mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC. Wpływ sposobów pielęgnacji na liczebność chwastów jednoliściennych zależał od rozwoju rośliny uprawnej. Przed zwarciem rzędów ich liczbę nie różnicowały sposoby pielęgnacji, natomiast po zawarciu rzędów i przed dojrzewaniem bulw najbardziej rozwój chwastów jednoliściennych ograniczała pielęgnacja z użyciem preparatu Afalon 50 WP, najmniej zaś — pielęgnacja z udziałem preparatu Racer 25 EC.

Właściwości genetyczne badanych odmian wywarły istotny wpływ jedynie na liczbę chwastów jednoliściennych i liczbę *Equisetum arvense*. Obiekty z odmianą Aster charakteryzowały się mniejszą liczbą chwastów jednoliściennych, a większą z liczbą *Equisetum arvense*, niż kombinacje z odmianą Drop.

Tabela 2

Liczba chwastów jedno-, dwuliściennych, liczba roślin *Equisetum arvense* oraz ogólna liczba chwastów w szt./m²

Population of monocotyledonous and dicotyledonous weeds and <i>Equisetum arvense</i> on 1 m ²									
Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Chwasty jednoliścienne Monocotyledonous of weeds				Chwasty dwuliścienne Dicotyledonous of weeds			
		terminy obserwacji — observationtimings							
		I*	II**	III***	średnia mean	I	II	III	średnia mean
Technologia uprawy Technologie of cultivation	A	46,8	23,0	18,2	29,3	27,3	15,1	16,4	19,6
	B	34,8	16,4	19,9	23,7	18,6	18,5	24,6	20,6
	C	51,0	16,9	15,9	27,9	24,4	17,9	20,0	20,8
	D	31,8	17,5	15,5	21,6	31,3	13,2	15,5	20,0
NIR $\alpha\leq0,05$		n****				n			
LSD $\alpha\leq0,05$									
Sposoby pielęgnacji Weed control systems	1	44,6	20,1	18,9	27,9	26,3	11,5	17,5	18,4
	2	35,5	11,4	8,5	18,5	32,1	21,5	19,0	24,2
	3	43,0	30,5	29,4	34,3	25,4	20,3	25,7	23,8
	4	41,2	11,9	12,7	21,9	17,7	11,5	14,4	14,5
NIR $\alpha\leq0,05$		12,5				n			
LSD $\alpha\leq0,05$									
Odmiany Cultivars	Aster	39,9	14,4	15,9	23,4	27,4	15,6	18,9	20,6
	Drop	42,2	22,6	18,8	27,9	23,4	16,7	19,3	19,8
NIR $\alpha\leq0,05$		n				n			
LSD $\alpha\leq0,05$									
Lata Years	1996	23,3	33,5	42,7	33,2	9,3	26,3	38,8	24,8
	1997	18,6	18,1	5,5	14,1	22,2	14,3	10,3	15,6
	1998	80,8	3,9	4,5	29,7	44,1	8,3	8,7	20,4
NIR $\alpha\leq0,05$		10,3				9,6			
LSD $\alpha\leq0,05$									
Średnia Mean		41,1	18,5	17,4	25,6	25,4	16,2	19,1	20,2
NIR $\alpha\leq0,05$		4,5				4,2			
LSD $\alpha\leq0,05$									

c.d. Tabela 2

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		<i>Equisetum arvense</i>				Chwasty ogółem Weeds in total			
		terminy obserwacji —observation timings							
		I	II	III	średnia mean	I	II	III	średnia mean
Technologia uprawy Cultivation technology	A	0,6	0,7	1,0	0,8	74,7	38,8	35,6	49,7
	B	0,7	0,7	0,9	0,8	54,0	35,6	45,4	45,0
	C	0,2	1,4	2,0	1,2	75,6	36,2	37,9	49,9
	D	0,1	0,5	1,2	0,6	63,2	31,2	32,2	42,2
NIR $\alpha\leq0,05$		n				19,8			
LSD $\alpha\leq0,05$		n				19,8			
Sposoby pielęgnacji Weed control systems	1	0,3	1,2	1,7	1,1	71,2	32,8	38,1	47,4
	2	0,4	0,4	0,6	0,5	68,0	33,3	28,1	43,1
	3	0,6	1,5	1,9	1,3	69,0	52,3	57,0	59,4
	4	0,2	0,2	0,8	0,4	59,1	23,6	27,9	36,9
NIR $\alpha\leq0,05$		n				19,8			
LSD $\alpha\leq0,05$		n				19,8			
Odmiany Cultivars	Aster	0,7	1,3	1,7	1,2	68,0	31,3	36,5	45,3
	Drop	0,1	0,4	0,9	0,5	65,7	39,7	39,0	48,1
NIR $\alpha\leq0,05$		n				n			
LSD $\alpha\leq0,05$		n				n			
Lata Years	1996	0,4	1,7	2,5	1,5	33,0	61,5	84,0	59,5
	1997	0,3	0,3	0,6	0,4	41,1	32,7	16,4	30,1
	1998	0,5	0,5	0,7	0,6	125,4	12,7	13,9	50,7
NIR $\alpha\leq0,05$		1,1				16,3			
LSD $\alpha\leq0,05$		1,1				16,3			
Średnia Mean		0,4	0,8	1,3	0,8	66,9	35,5	37,8	46,7
NIR $\alpha\leq0,05$		0,5				7,1			
LSD $\alpha\leq0,05$		0,5				7,1			

A — Technologia tradycyjna/ Conventional technology, B — Folia polietylenowa/ Polyethylene sheeting,

C — Agrowłóknina/ Polypropylene sheeting, D — Agrowłóknina + folia/ Polypropylene + Polyethylene sheeting

1 — Pielęgnacja mechaniczna/ Mechanical weed control systems, 2 — Afalon, 3 — Racer; 4 — Afalon + Command

* Przed zwarcie rzędów/ Before plant shading

** Po zwarcie rzędów/ After plant shading

*** Przed zbiorem ziemniaka/ Before potato maturity

**** Różnice nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ / Differences not significant at $\alpha \leq 0,05$

Najmniej chwastów obu klas oraz *Equisetum arvense* na jednostce powierzchni zaobserwowano w 1997 roku, o największej ilości opadów w okresie wegetacji, najwięcej zaś w 1996 roku, charakteryzującym się najniższą sumą opadów. Liczba chwastów w latach badań zależała również od terminów obserwacji. Największą liczbę chwastów jedno- i dwuliściennych obserwowano w roku 1998 przed zwarcie rzędów, a następnie uległa znacznemu ograniczeniu (w przypadku chwastów jednoliściennych ponad 20-krotnie).

W przypadku chwastów jednoliściennych obserwowano zależność wpływu sposobów pielęgnacji od warunków w latach badań. Zróżnicowanie ich liczby pod wpływem sposobu pielęgnacji ziemniaka obserwowano jedynie 1996 roku, odbiegającym przebiegiem warunków meteorologicznych od pozostałych lat badań. Największe ograniczenie ich liczby stwierdzono w obiektach z pielęgnacją mechaniczno-chemiczną z udziałem

preparatu Afalon 50 WP, najmniejszą zaś w kombinacji z użyciem herbicydu Racer 25 EC (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ sposobów pielęgnacji i warunków meteorologicznych na świeżą i suchą masę chwastów oraz liczbę chwastów jednoliściennych
Influence of weed control systems and meteorological conditions on fresh and dry mass of weeds and a number of monocotyledonous weeds

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Świeża masa chwastów Fresh mass of weeds (g·m ⁻²)				Sucha masa chwastów Dry mass of weeds (g·m ⁻²)				Liczba chwastów jednoliściennych Number of monocotyledonous weeds (u·m ⁻²)			
		1*	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Lata	1996	174	137	257	167	34	27	58	34	53	40	25	14
Years	1997	45	49	39	31	10	14	11	9	16	14	12	15
	1998	59	64	53	80	57	46	59	59	34	30	29	26
NIR $\alpha \leq 0,05$		34				19				13			
LSD $\alpha \leq 0,05$													

*1 — pielęgnacja mechaniczna/ Mechanical weed control systems

2 — Afalon, 3 — Racer, 4 — Afalon + Command

Rozpatrując liczbę chwastów dwuliściennych zaobserwowano ponadto współzależność technologii uprawy i warunków meteorologicznych w latach badań. Technologie uprawy jedynie w 1996 roku nie wpłynęły istotnie na zachwaszczenie plantacji gatunkami tej grupy chwastów, natomiast w 1997 roku, o największej ilości opadów, najmniej chwastów obserwowano pod podwójną okrywą z agrowłókniny i folii, zaś najwięcej pod osłoną z agrowłókniny. W 1998 roku, o najbardziej korzystnym rozkładzie opadów, najmniej chwastów tej klasy zanotowano pod osłoną z folii polietylenowej, zaś najwięcej pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii polietylenowej (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ technologii uprawy i warunków meteorologicznych w latach badań na liczbę chwastów dwuliściennych
Effect of cultivation technology and meteorological conditions on population of dicotyledonous weeds

Czynniki eksperymentalne Experimental factors		Liczba chwastów dwuliściennych Number of dicotyledonous weeds on 1 m ²		
		lata years		
		1996	1997	1998
Technologia uprawy	A	21,9	14,5	22,4
Cultivation technology*	B	30,4	19,6	11,7
	C	24,6	21,3	16,5
	D	21,6	6,4	31,9

NIR $\alpha \leq 0,05$ / LSD $\alpha \leq 0,05$

*A — Technologia tradycyjna/ Conventional technology, B — Folia polietylenowa/ Polyethylene sheeting

C — Agrowłóknina/ Polypropylene sheeting, D — Agrowłóknina + Folia/ Polypropylene + Polyethylene sheeting

Skład gatunkowy chwastów przedstawia tabela 5. W łanie ziemniaka zanotowano 7 gatunków chwastów jednoliściennych, 20 gatunków chwastów dwuliściennych oraz *Equisetum arvense*. Najliczniejszymi gatunkami z chwastów jednoliściennych były: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca* i *Setaria viridis*, a tylko sporadycznie występowały *Avena fatua* i *Poa annua*. Największą liczebność *Echinochloa crus-galli* zanotowano przed zwarcie rzędów, najmniejszą zaś przed dojrzaniem ziemniaka. Z kolei największą liczebność *Setaria viridis* i *Setaria glauca* obserwowano przed dojrzaniem ziemniaka, co było związane z biologią rozwoju tych gatunków. Technologie uprawy istotnie modyfikowały liczbę roślin *Echinochloa crus-galli* i *Setaria glauca*. Okrywa z agrowłókniny w przypadku *Echinochloa crus-galli* przyczyniła się do wzrostu liczebności tego gatunku w porównaniu z pozostałymi okrywami, natomiast nie różniła się istotnie od jego liczebności w technologii tradycyjnej. Wynika stąd, iż pod osłoną z agrowłókniny lepsze warunki wzrostu i rozwoju mają nie tylko rośliny uprawne, lecz także chwasty, a szczególnie gatunki ciepłolubne. Liczbę *Echinochloa crus-galli*, najbardziej uciążliwego gatunku z klasy jednoliściennych, najskuteczniej ograniczała pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z użyciem preparatu Afalon 50 WP, w porównaniu z mechaniczną. Zastosowanie mieszaniny herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC przyczyniło się do znacznego ograniczenia *Echinochloa crus-galli* na jednostce powierzchni, natomiast użycie herbicydu Racer 25 EC nie zmniejszało zachwaszczenia tym gatunkiem, a nawet obserwowano tendencję do wzrostu jego liczebności w porównaniu z obiektem kontrolnym. W obiektach z odmianą Aster zanotowano mniejszą liczebność gatunku *Echinochloa crus-galli* niż w kombinacjach z odmianą Drop. Należy przypuszczać, że było to związane z szybszym tempem wzrostu odmiany Aster i bardziej liściastym niż odmiana Drop pokrojem roślin, co prawdopodobnie przyczyniło się do szybszego i lepszego osłaniania gleby przez roślinę uprawną. Największe zróżnicowanie liczebności i składu gatunkowego chwastów wystąpiło w latach badań. Wpłynęły na to odmienne w latach warunki meteorologiczne w okresie wegetacji, zróżnicowana zasobność gleby w przyswajalne składniki pokarmowe oraz zmienna w latach „zasobność” gleby w nasiona chwastów. W mokrym i chłodnym 1997 roku zanotowano jedynie 3 gatunki chwastów jednoliściennych, natomiast w ciepłym 1996 roku — aż 7, w tym *Echinochloa crus-galli* bardzo licznie. O ile w pierwotnym zachwaszczeniu obserwowano bogaty skład gatunkowy chwastów jednoliściennych, o tyle w zachwaszczeniu wtórnym wystąpiły jedynie: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca* i *Setaria viridis*.

Najliczniej występującymi gatunkami z chwastów dwuliściennych okazały się *Anthemis arvensis* i *Chenopodium album*, mniej licznie zasiedlały glebę *Viola arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Cirsium arvense* i *Stellaria media*, zaś pozostałe gatunki występowały sporadycznie. Technologia uprawy z wykorzystaniem podwójnej osłony z agrowłókniny i folii przyczyniła się do zmniejszenia liczebności następujących gatunków: *Raphanus raphanistrum*, *Veronica hederifolia*, *Spergula arvensis*, *Polygonum lapathifolium*, *Myosotis arvensis*. Mechaniczne zwalczanie chwastów ograniczało jedynie występowanie *Anthemis arvensis*. Stosowanie pielęgnacji z użyciem herbicydu Afalon 50 WP zmniejszało liczbę roślin: *Stellaria media*, *Centaurea cyanus*, a było nieskuteczne wobec: *Anthemis arvensis*, *Polygonum convolvulus*, *Veronica hederifolia*.

Tabela 5

Skład gatunkowy i liczba chwastów jedno- i dwuliściennych w szt./m²
Species composition and population monocotyledonous and dicotyledonous weeds on 1 m²

Czynniki Factors		<i>Agropy- ron repens</i>	<i>Apera spica- venti</i>	<i>Avena fatua</i>	<i>Echino- chloa crus-galli</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Setaria glauca</i>	<i>Setaria viridis</i>	<i>Anagalis arvensis</i>	<i>Anthemis arvensis</i>
Technologia A		0,6	0,3	0,2	24,1	0,2	2,6	1,1	0,1	5,1
uprawy B		0,6	0,2	0,1	19,1	0,2	1,8	1,1	0,1	5,9
Cultivation C		0,8	0,1	0,0	25,5	0,0	0,2	1,2	0,2	5,8
technology D		0,9	0,1	0,0	19,1	0,0	0,3	1,2	0,1	5,7
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n**	n	n	5,6	n	0,4	n	0,1	n
Sposoby 1		0,7	0,1	0,1	24,0	0,2	1,5	1,4	0,1	3,0
pielęgnacji 2		0,5	0,1	0,0	16,2	0,0	0,6	0,7	0,1	8,8
Weed control 3		0,5	0,3	0,1	29,4	0,1	1,9	1,6	0,2	6,7
systems 4		0,5	0,2	0,1	18,7	0,0	0,8	1,0	0,1	3,9
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,5	n	n	5,6	n	0,4	0,7	0,1	2,3
Odmiany Aster		0,7	0,2	0,1	21,5	0,1	1,1	1,0	0,1	5,4
Cultivars Drop		0,8	0,1	0,1	22,4	0,1	1,3	1,3	0,1	5,7
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n	n	n	3,0	n	n	n	n	n
Lata 1996		0,3	0,5	0,3	26,2	0,3	3,1	2,9	0,2	13,5
Years 1997		1,6	0,0	0,0	11,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
1998		0,3	0,0	0,0	28,5	0,0	0,0	0,7	0,1	3,3
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,4	0,2	0,2	4,4	0,2	0,3	0,5	0,1	1,8
Terminy I		0,9	0,1	0,0	40,6	0,0	0,0	0,0	0,1	4,1
obserwacji II		0,6	0,1	0,1	15,8	0,3	0,0	0,8	0,0	6,3
Observation III		0,7	0,3	0,2	9,3	0,1	3,7	2,8	0,2	6,4
timings*										
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n	0,2	0,2	4,4	0,2	0,3	0,5	0,1	1,8
Średnia — Mean		0,7	0,2	0,1	21,9	0,1	1,2	1,2	0,1	5,6

Czynniki Factors		<i>Centaure a cyanus</i>	<i>Chenopo- dium album</i>	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Galeopsis tetrahit</i>	<i>Myosotis arvensis</i>	<i>Poligo- num convol- vulus</i>	<i>Poligo- num lapathifoli- um</i>	<i>Poligo- num aviculare</i>
Technologia A		0,9	4,5	0,5	0,0	0,0	0,4	1,5	0,4	0,1
uprawy B		0,9	4,5	1,2	0,0	0,0	0,3	1,7	0,3	0,3
Cultivation C		0,6	4,4	0,7	0,1	0,1	0,2	1,7	0,1	0,2
technology D		0,8	6,9	0,4	0,0	0,1	0,2	2,3	0,0	0,1
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n	n	0,6	n	n	0,2	n	0,2	0,2
Sposoby 1		1,0	5,3	0,6	0,0	0,2	0,2	1,9	0,1	0,1
pielęgnacji 2		0,6	4,0	0,6	0,0	0,1	0,4	2,4	0,3	0,2
Weed control 3		0,8	9,0	1,2	0,0	0,0	0,4	1,0	0,0	0,1
systems 4		0,9	1,9	0,5	0,1	0,0	0,2	1,9	0,4	0,2
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n	3,1	0,6	0,1	0,1	0,2	1,1	0,2	n
Odmiany Aster		0,7	4,7	0,7	0,0	0,0	0,4	1,9	0,3	0,1
Cultivars Drop		0,9	5,4	0,7	0,0	0,1	0,2	1,7	0,1	0,2
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,2	n	n	n	0,1	0,1	n	0,1	n
Lata 1996		1,2	3,4	0,1	0,0	0,0	0,6	1,1	0,0	0,0
Years 1997		0,0	2,7	2,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,5	0,5
1998		1,3	9,0	0,0	0,0	0,1	0,2	4,1	0,1	0,0
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,4	2,5	0,4	0,1	0,1	0,2	0,9	0,2	0,1
Terminy I		0,7	7,8	0,1	0,0	0,1	0,1	3,2	0,2	0,1
obserwacji II		0,8	3,8	1,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,3
Observation III		0,9	3,5	0,8	0,1	0,0	0,7	1,7	0,2	0,2
terms*										
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n	2,5	0,4	0,1	n	0,2	0,9	n	0,1
Średnia — Mean		0,8	5,0	0,7	0,0	0,0	0,3	1,8	0,2	0,2

c.d. Tabela 5

Czynniki Factors		<i>Stellaria media</i>	<i>Spergula arvensis</i>	<i>Veronica hederea- folia</i>	<i>Vicia hirsuta</i>	<i>Vicia cracca</i>	<i>Vicia tetrasper- ma</i>	<i>Viola arvensis</i>	<i>Raphanus raphanist- rum</i>	<i>Rumex acetosella</i>
Technologia uprawy	A	0,5	0,7	1,0	0,1	0,1	0,2	1,3	2,9	0,3
	B	0,6	0,8	0,7	0,1	0,0	0,3	0,9	3,2	0,1
Cultivation technology	C	0,5	0,4	0,6	0,1	0,0	0,3	0,5	5,5	0,1
	D	0,9	0,1	0,4	0,1	0,0	0,2	0,9	1,2	0,2
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n	0,7	0,5	n	n	n	0,5	2,1	n
Sposoby pielęgnacji	1	0,6	0,4	0,4	0,1	0,0	0,3	0,6	4,4	0,1
	2	0,4	0,6	1,4	0,1	0,1	0,6	1,1	2,9	0,3
Weed control systems	3	0,6	0,9	0,6	0,0	0,0	0,3	0,6	2,9	0,2
	4	0,9	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	1,3	2,6	0,1
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,4	0,7	0,5	n	n	0,3	0,5	n	n
Odmiany Cultivars	Aster	0,7	0,4	0,5	0,1	0,1	0,4	0,8	3,2	0,1
	Drop	0,6	0,6	0,9	0,1	0,0	0,3	1,0	3,2	0,2
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		n	n	0,3	n	n	n	n	n	n
Lata Years	1996	1,2	0,3	2,0	0,0	0,0	1,0	1,3	0,0	0,0
	1997	0,0	1,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	8,7	0,5
	1998	0,6	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	1,2	0,9	0,0
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,3	0,5	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4	1,7	0,3
Terminy obserwacji	I	0,4	0,1	0,3	0,2	0,0	0,4	1,1	6,1	0,2
	II	0,2	0,1	0,8	0,0	0,1	0,2	0,4	2,9	0,0
Observation terms*	III	1,3	1,4	0,9	0,0	0,0	0,4	1,2	0,6	0,3
NIR — LSD $\alpha \leq 0,05$		0,3	0,5	0,4	0,1	0,1	n	0,4	1,7	n
Średnia — Mean		0,6	0,5	0,7	0,1	0,0	0,3	0,9	3,2	0,2

A — Technologia tradycyjna/ Conventional technology, B — Folia polietylenowa/ Polyethylene sheeting

C — Agrowłóknina/ Polypropylene sheeting, D — Agrowłóknina + folia/ Polypropylene + Polyethylene sheeting

1 — Pielęgnacja mechaniczna/ Mechanical weed control systems, 2 — Afalon, 3 — Racer, 4 — Afalon + Command

* I — Przed zwarcie rzędów/ Before plant shading, II — Po zwarcie rzędów/ After plant shading, III — Przed zbiorem ziemniaka/ Before potato maturity

** Różnice nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ / Differences not significant at $\alpha \leq 0,05$

Z kolei pielęgnacja z udziałem preparatu Racer 25 EC eliminowała *Polygonum lapathifolium*, a ograniczała *Polygonum convolvulus* i *Viola arvensis*. Pielęgnacja z użyciem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC ograniczała występowanie następujących gatunków: *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Spergula arvensis* i *Vicia tetrasperma*. Zmienne warunki meteorologiczne, jak i glebowe w latach badań również modyfikowały liczebność chwastów dwuliściennych. W ubogim w opady, ale ciepłym i słonecznym 1996 roku zanotowano największą liczbę gatunków, takich jak: *Anthemis arvensis*, *Stellaria media*, *Veronica hederaefolia*, *Vicia tetrasperma* i *Viola arvensis*. W bardzo wilgotnym i chłodnym 1997 roku najliczniej występowały: *Cirsium arvense*, *Polygonum lapathifolium*, *Polygonum aviculare*, *Spergula arvensis*, *Raphanus raphanistrum* i *Rumex acetosella*, zaś w roku 1998, najbardziej optymalnym pod względem temperatury, jak i opadów najwięcej było: *Chenopodium album*, *Polygonum convolvulus*, *Galeopsis tetrahit* i *Vicia hirsuta*. Skład gatunkowy, jak i liczebność chwastów dwuliściennych zależały od rozwoju roślin. Przed zwarcie rzędów rośliny uprawnej najliczniej występowały: *Chenopodium album* i *Raphanus raphanistrum*.

Po zwarceniu rzędów i przed dojrzaniem ziemniaka najliczniejszym gatunkiem był *Anthemis arvensis*.

DYSKUSJA

Największą świeżą, jak i suchą masę chwastów obserwowano w okresie pełnej dojrzałości ziemniaka, do czego przyczyniło się wtórne zachwaszczenie łanu, o którym decyduje, jak donoszą Chroszewski (1994) oraz Osmer (1985), długość okresu wegetacji i nadziemna masa ziemniaka. Badania własne dowiodły, że sucha masa chwastów wzrasta aż do końca wegetacji ziemniaka i modyfikowały ją sposoby pielęgnacji ziemniaka. Z badań Pawłowskiego i Pomykalskiej (1986), wynika, iż pielęgnacja mechaniczno-chemiczna w odniesieniu do mechanicznej zmniejsza masę chwastów o około 59%, natomiast zdaniem Zarzeckiej (1997, 1998) o 71,8%-83,0%. W opinii Ceglarka i Zarzeckiej (1992) system mechaniczno-chemicznej pielęgnacji ziemniaka z zastosowaniem herbicydu Afalon 50 WP oraz Racer 25 EC skuteczniej zwalcza chwasty i zapewnia wyższe plony bulw. Badania te nie dotyczyły jednak odmian bardzo wczesnych, które jak podaje Chroszewski (1994) oraz Sawicka (1997), są szczególnie wrażliwe na działanie herbicydów.

W uprawie pod osłonami mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne można wykonać tylko po sadzeniu, przed założeniem osłon, toteż wspomaganie tego sposobu zwalczania chwastów chemicznymi zabiegami jest jedyną możliwością ograniczenia zachwaszczenia w łanie ziemniaka. Stosowanie w uprawie ziemniaka herbicydów tuż po sadzeniu w połączeniu z wcześniejszą pielęgnacją mechaniczną nie spowodowało niestety całkowitego wyeliminowania chwastów. W opinii Ceglarka i Zarzeckiej (1995), Pawłowskiego i Pomykalskiej (1986), gatunki chwastów, które przeżywają po zabiegu stanowią duże zagrożenie dla rośliny uprawnej, gdyż mogą przyczynić się do znacznych strat plonu bulw. Ogólna liczba chwastów na jednostce powierzchni w łanie uprawianych odmian ziemniaka przekraczała próg szkodliwości chwastów przyjęty przez Pomykalską (1991). Najsilniej ich liczbę ograniczała pielęgnacja z użyciem mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC. Zdaniem Pawłowskiego i Pomykalskiej (1986) oraz Pomykalskiej (1991) całkowite wyeliminowanie chwastów z roślin uprawnych jest niemożliwe, gdyż stanowią one nierozłączny składnik agrocenoz.

Uzyskane efekty nie zawsze były w pełni zgodne z wynikami innych autorów w kwestii skuteczności herbicydów, gdyż w opinii Chroszewskiego (1994), Urbanowicz i wsp. (1999) oraz Banaszkiewicza (1993), o efektywności zwalczania chwastów decyduje nie tylko dawka preparatu, ale również termin ich stosowania oraz warunki meteorologiczne i glebowe. Zdaniem Langtona i wsp. (1997) należy oczekiwać, że zjawisko powstawania odporności na herbicydy będzie się nasilać. Obecnie jest ono na pewno znacznie poważniejsze niż się przypuszcza, a przeżywanie chwastów na plantacjach po zabiegu przypisuje się niedokładnemu zabiegowi lub niskiej jakości preparatu.

Zróźnicowanie masy, liczby oraz składu gatunkowego chwastów było zdeterminowane przebiegiem warunków atmosferycznych. Wyższą ich liczebność i bogatszy skład gatunkowy obserwowano w ciepłym i suchym roku niż w latach chłodniejszych i wilgot-

niejszych. Wyniki te są zgodne z obserwacjami Pawłowskiego i Pomykańskiej (1986), Ceglarka i Zarzeckiej (1992) oraz Sawickiej (1996). Niska skuteczność preparatu Racer 25 EC w ograniczaniu suchej masy chwastów w roku o dużym niedoborze wody w glebie w kwietniu, mogła wynikać z tempa przyswajania i rozkładu substancji czynnej herbicydu w tkankach poszczególnych gatunków chwastów, bowiem badania Ceglarka i Zarzeckiej (1992) wykazały, iż odporne rośliny danego gatunku przyswajają mniej *flurochloridonu* niż formy wrażliwe. Ponadto *flurochloridon* może wchodzić we współdziałanie z innymi preparatami stosowanymi w ochronie ziemniaka i związku te mogą mieć bezpośredni wpływ na wzrost roślin, niezależnie od ich działania ochronnego.

Skład gatunkowy chwastów w łanie badanych odmian ziemniaka był dość bogaty, mimo iż eksperyment przeprowadzono na glebie lekkiej (7 gatunków jednoliściennych i 20 gatunków dwuliściennych). Skrzyczyński i Skrzyczyńska (1987) zanotowali w uprawach ziemniaka na Podlasiu aż 153 gatunki chwastów, lecz tylko 29 z nich decydowało o zachwaszczeniu, a pozostałe występowały sporadycznie. Najliczniej w badaniach własnych z gatunków jednoliściennych występował *Echinochloa crus-galli*, zaś wśród gatunków dwuliściennych — *Chenopodium album*. Do podobnych spostrzeżeń doszli Pawłowski i wsp. (1991) oraz Sawicka i Skalski (1996). Skład gatunkowy chwastów najsilniej modyfikowały zastosowane pielęgnacje. Preparat Afalon 50 WP użyty w mechaniczno-chemicznej walce z chwastami wykazał dużą skuteczność w ograniczaniu: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis*, *Centaurea cyanus*, *Stellaria media*, a brak lub słabe działanie wobec: *Anthemis arvensis*, *Polygonum convolvulus*, *Vicia tetrasperma*, *Veronica hederifolia*. Podobną skuteczność herbicydu Afalon 50 WP zaobserwowali Songin i Piramowicz (1980) oraz Sawicka i Skalski (1996).

Herbicyd Racer 25 EC, zastosowany w pielęgnacji ziemniaka okazał się skuteczny w ograniczaniu: *Polygonum convolvulus*, *Polygonum lapathifolium* i *Viola arvensis*, a nieskuteczny wobec: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Spergula arvensis*, *Myosotis arvensis*. Badania własne są zgodne z doniesieniami Ceglarka i Zarzeckiej (1992).

Badania własne potwierdzają doniesienia Gauvrita (1996) oraz Zarzeckiej (1997, 1998) o wysokiej skuteczności mieszanin herbicydowych stosowanych w uprawie ziemniaka. Użycie mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC w uprawie ziemniaka wykazało dużą skuteczność w ograniczaniu takich gatunków jak: *Chenopodium album*, *Raphanus raphanistrum*, *Vicia tetrasperma*, *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit*, *Spergula arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Myosotis arvensis*, zaś słabe działanie wobec: *Polygonum lapathifolium*, *Galium aparine*, *Viola arvensis* i *Stellaria media*. W dostępnej literaturze brak jest jednak danych dotyczących skuteczności mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC w uprawie ziemniaka. Jedynie Rola i wsp. (1999) donoszą o wysokiej skuteczności mieszanin zarówno preparatu Command 480 EC, jak i Command 360 SC z innymi herbicydami w ograniczaniu zachwaszczenia w łanie rzepaku jarego, a Langton i wsp. (1997) w uprawie soi.

WNIOSKI

1. Świeżą i suchą masę chwastów najefektywniej ograniczała pielęgnacja mechaniczno-chemiczna z użyciem herbicydu Afalon 50 WP, zaś liczbę chwastów jednoliściennych — pielęgnacja z użyciem preparatu Afalon 50 WP, a dwuliściennych — mieszanina herbicydów Afalon 50 WP + Command 480 EC.
2. Mechaniczno-chemiczny sposób pielęgnacji z udziałem preparatu Afalon 50 WP okazał się najefektywniejszy w ograniczaniu: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis*, *Centaurea cyanus*, *Stellaria media*, a nieefektywny wobec takich gatunków jak: *Anthemis arvensis*, *Polygonum convolvulus*, *Vicia tetrasperma*, *Veronica hederifolia*.
3. Herbicyd Racer 25 EC był skuteczny w ograniczaniu: *Polygonum convolvulus*, *Polygonum lapathifolium* i *Viola arvensis*, a nieskuteczny wobec: *Echinochloa crus-galli*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Spergula arvensis*, *Myosotis arvensis*.
4. Użycie mieszaniny preparatów Afalon 50 WP + Command 480 EC wykazało dużą efektywność w ograniczaniu takich gatunków jak: *Chenopodium album*, *Raphanus raphanistrum*, *Vicia tetrasperma*, *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit*, *Spergula arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Myosotis arvensis*, zaś słabe działanie wobec: *Polygonum lapathifolium*, *Galium aparine*, *Viola arvensis* i *Stellaria media*.
5. W uprawie pod osłoną z agrowłókniny należy liczyć się ze zwiększoną liczebnością takich gatunków jak: *Echinochloa crus-galli*, *Raphanus raphanistrum*, w uprawie pod folią polietylenową — ze zwiększoną populacją *Cirsium arvense* i *Spergula arvensis*, natomiast pod podwójną osłoną z agrowłókniny i folii można się spodziewać ograniczenia liczebności *Echinochloa crus-galli*, *Cirsium arvense*, *Spergula arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Polygonum lapathifolium*.

LITERATURA

- Badowski M., Domaradzki K., Filipiak K., Franek M., Gołębiowska H., Kieloch R., Kucharski M., Rola H., Rola J., Sadowski J., Sekutowski T., Zawerbny T. 2001. Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Część I. Doświadczenia polowe. IUNG, Puławy.
- Banaszkiewicz T. 1993. Zachowanie się herbicydów w roślinach. Przegląd piśmiennictwa. *Fragm. Agronom.*, 1 (37): 72 — 81.
- Ceglarek F., Zarzecka K. 1992. Wpływ herbicydu Racer na zachwaszczenie i plonowanie dwóch odmian ziemniaka uprawianych w rejonie Siedlec. *Zesz. Nauk. WSR-P w Siedlcach, Roln.*, 31: 85 — 96.
- Ceglarek F., Zarzecka K., 1995: Wpływ terminów stosowania herbicydu Racer na zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka. *Zesz. Nauk. WSR Siedlce*, 37: 71 — 83.
- Choroszewski P. 1994. Fitotoksyczne działanie herbicydów na rośliny ziemniaka. *Ochr. Rośl.* 7: 11—12.
- Langton S. J., Harvey R. G., Albright J. W. 1997. Efficacy of clomazone applied at various timings in Soybean (*Glycine max*). *Weed Techn.* 11 (1): 105 — 109.
- Gauvrit C. 1996. Efficacité et sélectivité des herbicides. INRA, Paris.
- Osmers K. 1985. Unkraut-und Ungras-bekämpfung in Kartoffeln. *Kartoffelbau*, 36 (3): 88 — 91.
- Pawłowski F., Pomykalska A. 1986. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka. Część I. Rozwój roślin i zachwaszczenie ziemniaka. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, E*, XLI (3): 23 — 33.

- Pawłowski F., Budzyńska B., Dąbek-Gad M., Grotkowska Z. 1991. Próba ustalenia progu szkodliwości chwastnicy jednostronnej (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.B.) w uprawie ziemniaka. *Annales UMCS*, E 46 (1): 1 — 6.
- Pomykańska A. 1991. Badanie nad określeniem progów szkodliwości chwastów w łanie ziemniaków. *Rocz. Nauk Roln.* A-109 (2): 21 — 35.
- Rola H., Franek M., Widerski K., Grzbiela M. 1999. Badania nad zastosowaniem nowej formulacji chlomazonu (Command 360 CS) do zwalczania chwastów w rzepaku ozimym i jarym. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 39 (2): 613 — 615.
- Roztropowicz S., Lutomirska B. 1997. Technologia produkcji ziemniaka na wczesny zbiór. W: *Produkcja ziemniaków. Technologia — Ekonomia — Marketing*. Chotkowski J. (red.), Wyd. IHAR, Bonin: 82 — 98.
- Sawicka B. 1996. Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Część II. Wpływ zachwaszczenia łanu na plon ogólny i handlowy bulw. *Rocz. Nauk Roln.*, A-112, 1/2: 183 — 191.
- Sawicka B. 1997. Stosowanie folii polietylenowej w uprawie wczesnych odmian ziemniaka a zagrożenie roślin chorobami. *Mat. Konf. Nauk.: „Ochrona ziemniaka”*. Kołobrzeg, 09.10.04: 21 — 26.
- Sawicka B. 1998. Efekty technologiczne i ekonomiczne uprawy wczesnych odmian ziemniaka pod folią polietylenową. *Rocz. AR w Poznaniu, CCCVII, Roln.* 52: 175 — 182.
- Sawicka B., Skalski J. 1996. Zachwaszczenie ziemniaka w warunkach stosowania herbicydu Sencor 70 WP. Cz. I. Skuteczność chwastobójcza herbicydu. *Rocz. Nauk. Roln.*, A-112, 1/2: 169—182.
- Skrzyczyński T., Skrzyczyńska J. 1987. Zachwaszczenie upraw ziemniaków na Podlasiu Zachodnim. *Biul. Inst. Ziemn.* 36: 103—115.
- Songin W., Piramowicz W. 1980. Efektywność herbicydów Afalonu i Gramonolu przy uprawie ziemniaków wczesnych. *Rocz. Nauk Roln.* A-104 (3): 113 — 123.
- Urbanowicz J., Erlichowski T., Pawińska M. 1999. Wpływ herbicydów na rośliny ziemniaka. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 39 (2): 718 — 720.
- Zarzecka K. 1997. Wpływ pielęgnacji na zachwaszczenie, wysokość i jakość plonu bulw ziemniaka. *Rozpr. habilit.*, 49, Wyd. WSR-P, Siedlce.
- Zarzecka K. 1998. Efekty zwalczania chwastów w ziemniakach w zależności od doboru herbicydów. *Pestycydy*, 2/3: 55 — 62.

ZBIGNIEW CZERKO

Zakład Przechowywalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Reakcja bulw ziemniaka na ściskanie podczas przechowywania przy składowaniu luzem

Reaction of potato tubers to compression during storage in a pile store

W nowoczesnych przechowalniach ziemniaki mogą być przechowywane w pryzmie o wysokości 5 m. W dolnej części pryzmy występują duże siły ściskające, które powodują deformacje i uszkodzenia ciśnieniowe widoczne po okresie przechowywania. W doświadczeniu analizowano efekt sił ściskających na powstawanie strat. Ziemniaki 4 odmian: Danusia, Mila, Kuba i Triada były ściskane w pojemnikach (prasach), które symulowały pryzmę ziemniaków o wysokości 2,5 m (pojemnik A) i 5,0 m (pojemnik B) oraz w pojemniku C bez naporu (kontrola). Pojemniki z otworami do wietrzenia ziemniaków były umieszczone w komorze przechowalni, w której utrzymywana była temperatura rekomendowana dla ziemniaków jadalnych (4°C). Po 7 miesiącach przechowywania oceniane były: ilość odcisków, powierzchnia największego odcisku, ubytki naturalne i długość kielków. Uszkodzenia ciśnieniowe były obserwowane na bulwach wszystkich badanych odmian. Średnia powierzchnia największego odcisku w pojemniku B wyniosła 413 mm², a w pojemniku A 328 mm². Ubytki naturalne najniższe były w pojemniku B i różniły się istotnie od kontroli i pojemnika A. Długość kielków występujących na odmianach umieszczonych w pojemniku B była istotnie największa i średnio dla 4 odmian wyniosła 12,8 mm. W pojemniku kontrolnym długość kielków wyniosła 9,8 mm. Ciemnienie miąższu pod uszkodzeniami nie wystąpiło w żadnym przypadku bezpośrednio po przechowaniu i po dodatkowych 4 dniach.

Słowa kluczowe: pryzma, przechowalnia, uszkodzenia ciśnieniowe, ziemniak

In modern storage houses potatoes can be stored in a bulk up to a height of 5 m. In the lower layer the potatoes are subjected to a strong pressure force. After storage lasting 7 months potatoes often become deformed and pressure-bruising. The experiment was performed on 4 potato cultivars: Danusia, Mila, Kuba, and Triada, which were squeezed in press-boxes simulating the pile height of 2.5 (box A) and 5.0 m (box B), and in the control box with no pressure (box C). The boxes with ventilating holes were placed in a storage room in which the temperature of 4°C, as recommended for table potatoes, was maintained throughout the experiment. After a 7-month storage period, the surface of the biggest pressure-bruise on the tuber, natural losses and the length of sprouts were evaluated. The pressure-bruise was clearly visible on the tubers of all investigated cultivars. In box B, the mean surface of the largest pressure-bruise for 4 cultivars was 413 mm², whereas that in box A measured 328 mm². Natural losses in particular cultivars were the smallest in box B. They were significantly larger in box A and in a control box C. Their average length for 4 cultivars was 12.8 mm. In a control box the mean length of sprouts was 9.8 mm. No changes in the form of parenchyma darkening at the site of the pressure-bruise were observed either directly after treatment or after further 4 days of storage.

Key words: pile, store, pressure-brusing, potato

WSTĘP

Przechowalnie do składowania ziemniaków luzem mają wysokość pryzmy dochodzącą do 5 m. Tak wysokie pryzmy w wyniku dużego naporu osiadają, a w dolnej części tam, gdzie występują największe siły ściskające dochodzi do uszkodzeń bulw w postaci odcisków. Pod odciskami w szczególnych przypadkach dochodzi do ciemnienia miąższu (Schorling, 2000). Na ciemnienie miąższu w bulwach pod odciskami mają wpływ zwiększone ubytki naturalne podczas przechowywania, duże odparowanie przez niedojrzałą skórkę oraz zranienia bulwy i pęknięcia komórek miąższu (Meijers, 1981). Ostateczną przyczyną ciemnienia jest utlenienie fenoli do melaniny, kiedy dużo tlenu poprzez pęknięcia dostaje się do komórek. (Burton, 1970; Duncan, 1973).

W praktyce przechowalniczej w celu ograniczania uszkodzeń ciśnieniowych zaleca się zmniejszanie wysokości pryzmy do 3,5–4,0 m dla okresu przechowywania trwającego 7–8 miesięcy, a zwiększanie wysokości pryzmy do 5,0 m dla ziemniaków przechowywanych przez 4 miesiące. Najlepszym sposobem jest przechowywanie w paletach skrzyniowych, których wysokość wynosi około 1,0 m.

Celem doświadczenia była ocena dynamiki osiadania pryzmy ziemniaków o wysokości 5,0 m w przechowalni produkcyjnej w okresie 7 miesięcy przechowywania oraz reakcja wybranych odmian ziemniaka na ściskanie w prasach symulujących wysokość pryzmy 2,5 i 5,0 m.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w dwóch częściach. W pierwszej wstępnej części zmierzono dynamikę osiadania pryzmy ziemniaków w przechowalni o składowaniu luzem na wysokość 5,0 m. Do pomiaru osiadania pryzmy ziemniaków odmiany Mila wykonano miernik składający się z liniału, którego ruchoma część stanowiąca podstawę była umieszczona w wierzchniej części pryzmy, a linijka z podziałką była umocowana na stałe do sufitu. Osiadanie pryzmy odczytywano co 7 dni przez cały sezon przechowalniczy (203 dni). Po okresie przechowywania oceniano występowanie odkształceń na różnych poziomach pryzmy.

W drugiej części wykonano zasadnicze doświadczenie. W trzech sezonach przechowalniczych w latach 1999–2002 zastosowano pojemniki (prasy) symulujące napór występujący w pryzmach ziemniaków o wysokości 2,5 m — 17,5 kN/m² (pojemnik A) i 5,0 m — 35 kN/m² (pojemnik B). oraz pojemnik kontrolny (C), w którym nie użyto dodatkowej siły nacisku. Pojemniki w kształcie prostopadłościanu o powierzchni podstawy 20 x 20 cm i wysokości 30 cm posiadały górne denko naciskane ze stałą siłą odpowiadającą ciężarowi ziemniaków o odpowiedniej wysokości.

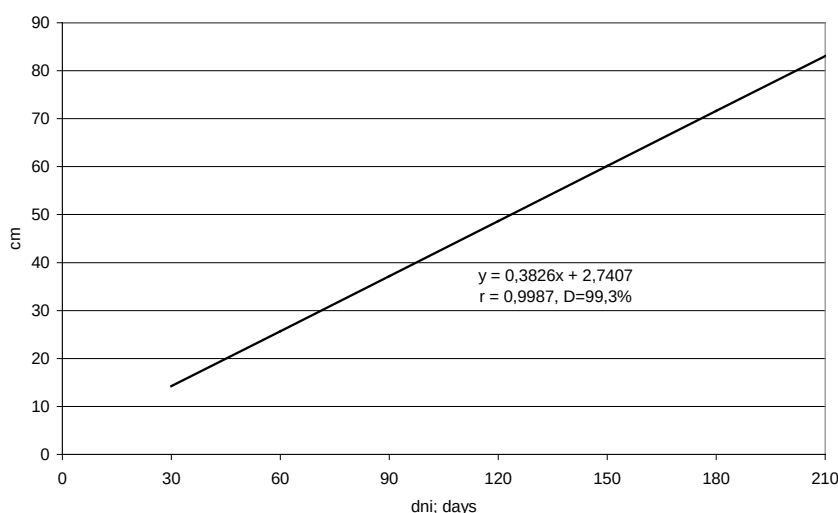
Pojemniki (prasy) posiadały otwory wentylacyjne w bocznych ściankach, w każdym o powierzchni 36 cm². Prasy zostały napełnione ziemniakami 4 odmian (Mila, Danusia, Triada, Kuba) w powtórzeniu po 18 bulw. Po to, aby badane bulwy nie stykały się z dnem i pokrywą pojemnika ułożono dodatkowe warstwy ziemniaków tworzące wypełnienie

pojemnika. Do doświadczenia wybrano zdrowe bulwy badanych odmian średniej wielkości (szerokość 4–5 cm). Przed ułożeniem do pojemników bulwy zostały zważone, każda z dokładnością do 0,01 g i ponumerowane. Pojemniki zostały wstawione do komory przechowalni, w której utrzymywane były warunki odpowiednie dla ziemniaków jadalnych (temperatura 4°C i wilgotność 87–92%).

Po okresie przechowywania (7 miesięcy) ocenione zostały ubytki naturalne każdej bulwy, ilość widocznych odcisków, powierzchnia największego odcisku (na każdej bulwie uwidaczniał się jeden dominujący głęboki odcisk i kilka płytkich) oraz oceniano intensywność kiełkowania przez pomiar długości największego kiełka. Wyniki poddano ocenie statystycznej wykonując analizę wariancji z zastosowaniem testu F „Snedecora” dla modelu stałego. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy wykorzystano test t-Studenta.

WYNIKI I DYSKUSJA

W przechowalni produkcyjnej osiadanie pryzmy ziemniaków o wysokości 5,0 m za okres 203 dni wyniosło 80 cm (16%). Osiadanie następowało proporcjonalnie do czasu przechowywania według funkcji liniowej przy współczynniku determinacji 99,3% (rys. 1.).



Rys. 1. Dynamika osiadania pryzmy ziemniaków w przechowalni o wysokości składowania 5 m
Fig. 1. Decreasing height of a tubers pile in the course of time at the initial storage height of 5 m

Na wielkość osiadania duży wpływ mają warunki przechowywania (temperatura, wilgotność oraz intensywność wietrzenia), których ostatecznym wymiarem są ubytki naturalne. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez (Hylmo i in., 1978) które pokazały, że na wielkość osiadania pryzmy duży wpływ miała wilgotność wentylowanego

powietrza oraz wielkość dawki wentylacyjnej (natężenie przepływu na 1 tonę ziemniaków). W badanej przechowalni ubytki naturalne wyniosły 6,5%, a system wentylacji charakteryzował się małą dawką wentylacyjną i długim dobowym czasem wentylacji (12 godz./dobę). W przechowalni zaopatrzonej w system nawilżania powietrza ubytki naturalne mogą być mniejsze nawet o 2%. Można oczekiwać, że w takich warunkach osiadanie przyzmy byłoby mniejsze.

Podczas rozładunku przyzmy zaobserwowano duże odkształcenia bulw w postaci odcisków na większości bulw w dolnej warstwie ziemniaków do wysokości około 70 cm. Po przekrojeniu bulwy pod odciskiem nie zaobserwowano przebarwienia mięszu podczas rozładunku przyzmy, a także dodatkowo po przechowywaniu przez 4 dni w temperaturze 10°C.

Dokładne pomiary uzyskane z doświadczenia przedstawiającego proces ściskania bulw, które było zrealizowane w pojemnikach-prasach o naporze 17,5 kN/m² (pojemnik A) i 35 kN/m² (pojemnik B) przedstawiono w tabelach 1 i 2. Bulwy wszystkich odmian, które były przechowywane w pojemniku B miały średnio więcej odcisków oraz powierzchnia odcisków była większa niż w pojemniku A. Powierzchnia największego odcisku na bulwach ściskanych w pojemniku B wyniosła średnio dla 4 odmian 413 mm² i była istotnie większa niż powierzchnia odcisku (328 mm²) powstała w pojemniku A.

Tabela 1

Liczba odcisków i powierzchnia największego odcisku na bulwach ziemniaka po przechowywaniu w pojemnikach — prasach A i B
Average number and area of the biggest pressure bruising on potato tubers after storage in press-boxes A and B

Rodzaj pojemnika Sort of box	Odmiany Cultivars	Powierzchnia największego odcisku Area of the biggest pressure-bruising (mm ²)	Liczba odcisków Average number of pressure-bruising
A	Mila	319	3,0
	Danusia	354	2,7
	Kuba	344	2,4
	Triada	294	2,6
B	Mila	412	3,2
	Danusia	452	3,1
	Kuba	412	2,7
	Triada	377	3,1
Średnie dla pojemników Mean for boxes	A	328	2,7
	B	413	3,0
NIR _{0,05} dla pojemników LSD _{0,05} for boxes		28	0,2

Liczba odcisków różniła się istotnie w badanych pojemnikach i wynosiła średnio dla 4 odmian 3 odciski w pojemniku B i 2,7 odcisków w pojemniku A. Liczba odcisków na bulwie ma związek z geometrią bulw stykających się z sobą oraz z wielkością siły nacisku. Przy większych siłach ściskających i dużym osiadaniu przyzmy powstaje większa ilość stykających się punktów na bulwie objawiająca się widocznymi odciskami.

Ubytki naturalne istotnie były mniejsze w bulwach podlegających naciskowi w pojemniku B w porównaniu do kontroli (pojemnik C) i w porównaniu do pojemnika A. Na

wielkość ubytków naturalnych zasadniczy wpływ ma wielkość powierzchni, z której następuje parowanie wody oraz niedosyt prężności pary wodnej w otaczającym powietrzu. W pojemniku B w wyniku dużego osiadania i wzrostu powierzchni stykających się bulw miały pomniejszoną o 5,1% wolną powierzchnię bulw, z której następuje parowanie. Jednak ubytki naturalne ziemniaków zmniejszyły się w pojemniku B w stosunku do pojemnika A więcej, bo o 15,3%. Drugim czynnikiem zmniejszającym ubytki naturalne była większa wilgotność w porach między bulwami. Wilgotność względna i temperatura w komorze przechowalniczej były jednakowe dla wszystkich kombinacji, także powietrze wentylowane, przepływające przez komorę przechowalniczą było o takich samych parametrach. Natomiast w okresie bez wentylacji parująca woda z ziemniaków umieszczonych w mniejszej przestrzeni (zmniejszone pory w ściśniętych ziemniakach w pojemniku B) powodowała wzrost ciśnienia pary wodnej w atmosferze otaczającej bulwę. Wyrównanie warunków termiczno-wilgotnościowych w poszczególnych prasach ściskających następowało podczas wentylacji przechowalni, czyli średnio 3 godziny na dobę. Kilkakrotny w sezonie przechowalniczym pomiar wilgotności względnej powietrza (psychrometrem aspiracyjnym) znajdującego się w porach w okresie trwającym kilkanaście godzin po wentylacji wykazał zwiększoną wilgotność w pojemniku B w stosunku do pojemnika A (odpowiednio 92 i 89%). Po okresie wietrzenia nie zaobserwowano istotnej różnicy wilgotności, w obu przypadkach wilgotność wynosiła średnio 87%.

Tabela 2

Ubytki naturalne i długość kielków na bulwach ziemniaka po przechowywaniu w pojemnikach — prasach A i B

Natural losses and length of sprouts after storage in press-boxes A and B			
Rodzaj pojemnika Sort of box	Odmiany Cultivars	Ubytki naturalne Natural losses (%)	Długość kielków Length of sprouts (mm)
C (kontrola) C (control)	Mila	5,4	6,3
	Danusia	5,5	5,8
	Kuba	4,8	12,9
	Triada	4,8	14,1
A	Mila	6,3	7,9
	Danusia	5,6	6,2
	Kuba	4,6	15,3
	Triada	4,3	16,1
B	Mila	6,3	6,2
	Danusia	4,5	6,9
	Kuba	3,4	16,8
	Triada	3,3	21,5
Średnia dla pojemników Mean for boxes	C	5,1	9,8
	A	5,2	11,4
	B	4,4	12,8
NIR _{0,05} dla pojemników LSD _{0,05} for boxes		0,4	2,0

Dłuższe kielki w ziemniakach podlegających większym naciskom (pojemniki A i B) oprócz niewyjaśnionych czynników mechaniczno-chemicznych mogły być wynikiem zwiększonej wilgotności w prasach ściśniętych większą siłą. Wiele badań wskazuje na intensywniejsze kiełkowanie w warunkach zwiększonej wilgotności (Burton i in., 1992). Wraz ze wzrostem sił ściskających zwiększenie się długości kielków szczególnie uwidoczniło się u odmiany Kuba i Triada.

W przeprowadzonym doświadczeniu nie wystąpiło ciemnienie miąższu pod odciskami bulw. Czynniki, które sprzyjają powstawaniu ciemnej plamistości pod odciskami są: wczesny zbiór bulw, duże ubytki naturalne, ale także duży turgor, odcisnięcia powodujące pęknięcie komórek, ziemniaki zebrane w skrajnych warunkach okresu wegetacji — sucho, mokro (Meijers, 1981). Dokładniejsza analiza ciśnieniowych uszkodzeń komórek bulw przeprowadzona przez Lulai (1996) pokazuje, że ciemna plamistość powstaje pod tymi odciskami na bulwie, gdzie były uszkodzone komórki miąższu a w wyniku dużego nacisku w wysokich pryzmach proces gojenia nie zachodzi lub czas gojenia wydłuża się. Badane odmiany zebrane zostały w pełnej dojrzałości technicznej kombajnem, następnie przesortowane, a do doświadczenia wybrano ziemniaki nieuszkodzone. W sezonie przechowalniczym trwającym 7 miesięcy, temperatura i wilgotność były na optymalnym poziomie (temperatura 4°C, wilgotność względna 87–92%). Także wielkość ubytków naturalnych była na niskim poziomie (3,3–6,3%).

WNIOSKI

1. W okresie przechowywania następuje osiadanie pryzmy proporcjonalnie do czasu przechowywania (po 7 miesiącach — 16%).
2. Ziemniaki podlegające większym siłom ściskającym w pojemniku B miały większą ilość odcisków i powierzchnia największego odcisku była większa o 26% w stosunku do pojemnika A.
3. Zachowanie optymalnych warunków przechowywania w trzech badanych sezonach przechowalniczych nie spowodowało powstania ciemnej plamistości pod odciskami ciśnieniowymi.

LITERATURA

- Burton W. G. 1970. Black spot. Physiological aspects. Proceedings of the Fourth Triennial Conference of the European Association for Potato Research I.N.R.A. Publ. 70/5: 79 — 92.
- Burton W. G., van Es A., Hartmans K. J. 1992. The physics and physiology of storage. In: The potato crop, Ed by Harris P., Chapman and Hall, London, 2nd edition: 608 — 709.
- Duncan H. J. 1973. Rapid bruise development in potatoes with oxygen under pressure. Potato Research 16: 306 — 310.
- Hylmo B., Johansson A., Wikberg C. 1978. A simple method to determine the drying out of the tubers in a potato pile. Abstracts of Conference Papers, 7-th Triennial Conference of the European Association for Potato Research Warsaw. 26 June — 1 July: 98 — 99.

- Lulai E. C. 1996. Cellular changes and physiological responses to tuber pressure-bruising. *American Potato Journal* 73: 197 — 209.
- Meijers C. P. 1981. Diseases and defects liable to effect potatoes during storage. In: *Storage of Potatoes. Post-harvest behaviour, storage design, storage practice, handling.* Rastowski A., A van Es, Pudoc (eds.) Wageningen: 138 — 166.
- Schorling E. 2000. Ursachen für das unterschiedliche Auftreten von Lagerdruckstellen. *Kartoffelbau*, 51. Jg. (8) 2000: 332 — 336.

SŁAWOMIR WRÓBEL

Zakład Nasiennictwa Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie

Porażenie bulw ziemniaka parchem zwykłym i rizoktoniozą w zależności od zabiegów stosowanych w nasiennictwie

Infection of seed potato tubers by common scab and black scurf depending on treatments used in seed production

W latach 1999–2001 oceniano wpływ podkielkowania bulw, stosowania oleju mineralnego oraz trzech metod niszczenia naci na porażenie bulw ziemniaka parchem zwykłym oraz ospowatością. Doświadczenie przeprowadzono na dwóch średnio wczesnych odmianach ziemniaka: Mila i Balbina, w rejonie Bonina k/Koszalina. Warunki meteorologiczne panujące w okresie wegetacji w badanych latach były różne. Zarówno wielkość, jak i rozkład opadów oraz temperatura gleby wpłynęły na zróżnicowane porażenie bulw ocenianymi chorobami. Zaobserwowano ponadto, że podkielkowanie bulw w sposób istotny wpływało na zwiększenie liczby bulw ze sklerocjami (ospowatość) oraz ograniczało porażenie bulw parchem zwykłym. Stosowanie podczas wegetacji oleju mineralnego zwiększało udział bulw z ospowatością, ograniczało porażenie parchem zwykłym oraz zmniejszało udział bulw zdrowych (bez objawów chorób) w plonie. Natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu stosowanych zabiegów niszczenia naci na porażenie bulw ocenianymi chorobami.

Słowa kluczowe: niszczenie naci, olej mineralny, parch zwykły, podkielkowanie, rizoktonioza, ziemniak

An influence of presprouting, mineral oil application and different methods of haulm destruction on tuber infection by common scab and black scurf was evaluated in the years 1999–2001. The trials were carried out in the potato fields in Bonin near Koszalin. They involved mid-early potato cultivars Mila and Balbina. The weather conditions during the growing seasons differed between the years. Both the amount of rain and the rainfall distribution as well as soil temperatures largely influenced the incidence of tuber diseases. Presprouting resulted in a significant increase of the proportion of black scurf-infected tubers, but reduced the occurrence of common scab. Application of mineral oil during the growing seasons increased the incidence of black scurf, reduced the infection with common scab and diminished the proportion of tubers with no disease symptoms within the yield. No significant effect of the treatments used to destroy haulm upon the occurrence of the surveyed diseases within the tubers was found.

Key words: black scurf, common scab, haulm destruction, presprouting, mineral oil, potato

WSTĘP

Parch zwykły i rizoktonioza (ospowatość) są chorobami skórki bardzo często występującymi na bulwach ziemniaka. Sprawcy tych chorób występują pospolicie w glebach na terenie całego kraju. Parcha zwykłego wywołują promieniowce z rodzaju *Streptomyces*, z których najbardziej rozpowszechniony jest gatunek *Streptomyces scabies*. Natomiast sprawcą rizoktoniozy jest grzyb *Thanatephorus cucumeris* (Kochman i Węgorzek, 1997) — forma doskonała, którego formą niedoskonałą jest *Rhizoctonia solani*. Tworzą się sklerocja, które są formą przetrwalnikową i porażają bulwy ziemniaka. Rozwijająca się z tych sklerocjów grzybnia poraża kielki i rośliny i wywołuje objawy rizoktoniozy w okresie wegetacji.

Znanych jest wiele czynników wpływających na stopień porażenia bulw w/w chorobami. Najbardziej poznany jest wpływ warunków meteorologicznych (opady i temperatura). Według Rudkiewicz i Zakrzewskiej (1987) nasilenie występowania parcha zależy w głównej mierze od sumy opadów w okresie od 20 maja do 20 czerwca, natomiast Lapwood (1972) twierdzi, że zależność ta występuje w okresie od czerwca do początku lipca. Głuska i Nowacki (2001) stwierdzili, że wzrost ilości opadów w czerwcu wpływa na liniowe zmniejszenie się porażenia bulw parchem zwykłym. Stosowanie preparatów chemicznych również może powodować zwiększenie porażenia parchem zwykłym. Sawicka (1994) stwierdziła, że zastosowanie herbicydu Sencor 70 WP wpływa istotnie zarówno na zwiększenie udziału bulw porażonych, jak i stopnia porażenia parchem zwykłym; mniejszy efekt uzyskiwano, gdy preparat zastosowany był przedwzchodowo.

Już w latach 70. Weber (1976) stwierdził, że duża zawartość próchnicy w glebie i obfite nawożenie organiczne ograniczają występowanie rizoktoniozy, a zwiększone opady w miesiącach VI–IX sprzyjają większemu gromadzeniu się sklerocji na bulwach. Wpływ opadów (ich wielkość i rozkład) na nasilenie porażenia bulw ospowatością potwierdzili między innymi Osowski i Kapsa (2000).

W produkcji nasiennej bardzo ważnymi elementami prawidłowej agrotechniki są: podkielkowanie, stosowanie oleju mineralnego oraz wczesne niszczenie naci ziemniaka. Zabieg podkielkowania pozwala uzyskać szybkie i równomierne wschody, przyczyniające się do zwiększenia odporności roślin na zakażenie chorobami wirusowymi przy pierwszych nalotach mszyc na plantację, a także ogranicza porażenie wschodzących kielków ziemniaka rizoktoniozą. Poza tym szybsze wschody pozwalają na wcześniejsze i dokładniejsze wykonanie selekcji negatywnej, jak również wykonanie zabiegu wczesnego niszczenia naci bez większych strat w plonie.

W przypadku wirusów nietrwałych (Y, M i S), które są przenoszone na kłujce mszyc, stosowanie ogólnie dostępnych aficydów nie przynosi tak dobrych efektów jak w przypadku wirusa liściozwoju. Zastosowanie oleju mineralnego w postaci oprysków nalistnych pozwala w znacznym stopniu ograniczyć skalę szerzenia się wirusów nietrwałych oraz ograniczyć stopień porażenia sadzeniaków (Turska i Wróbel, 1999).

Na plantacjach nasiennych wczesne niszczenie naci daje duże szanse poprawienia zdrowotności szczególnie przy prawidłowo prowadzonych innych zabiegach (Turska,

1997; Kürzinger, 1999), wpływa również na wyrównanie wielkości bulw, gdyż wstrzymuje wzrost bulw większych (uzyskujemy wyższy udział frakcji sadzeniakowej).

Do tej pory mało jest prac, opisujących wpływ zabiegów agrotechnicznych wykonywanych na plantacjach nasiennych na porażenie bulw chorobami skórki. Celem przeprowadzonych doświadczeń było określenie wpływu owych zabiegów na porażenie bulw ziemniaka przez parch zwykły i rizoktoniozę.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia zostały przeprowadzone w latach 1999–2001 w IHAR Oddział w Boninie, na dwóch średnio wczesnych odmianach ziemniaka — Balbina i Mila. Obie odmiany charakteryzują się średnią odpornością na parcha (ocena 6 wg skali 1–9). W przypadku rizoktoniozy (ospowatości) trudno mówić o odporności, czy podatności odmian, gdyż grzyb ten wytwarza na bulwach jedynie formę przetrwalnikową (Pietkiewicz i Choroszewski, 1983). Można mówić jedynie o większym lub mniejszym ich porażeniu przez patogena. Oceniano wpływ następujących zabiegów na porażenie bulw rizoktoniozą ziemniaka (ospowatość) oraz parchem zwykłym:

- podkielkowanie sadzeniaków,
- stosowanie oprysków olejem mineralnym roślin w okresie wegetacji,
- trzy sposoby niszczenia naci (mechaniczne rozbijanie naci, chemiczna desykacja, mechaniczne rozbijanie + chemiczna desykacja).

Doświadczenie założono na stuzakowych poletkach w trzech powtórzeniach. Część sadzeniaków przed sadzeniem podkielkowano przez okres 6 tygodni. W okresie wegetacji stosowano cotygodniowe opryski roślin olejem mineralnym Sunspray 850 EC. W II dekadzie sierpnia niszczone nać. Oceniano wpływ mechanicznego niszczenia naci (dwu-rzędowy rozdrabniacz łęcin Z 366/1), chemicznej desykacji (oprysk preparatem Reglone Turbo 200 SL w pełnej dawce) oraz mechaniczno-chemicznej (wstępne rozbicie łęcin przy użyciu Z 366/1, a następnie zastosowanie 1/2 dawki preparatu Reglone Turbo 200 SL). Ocenę porażenia bulw przez choroby przeprowadzano po ok. 2 tygodniach po zbiorze, na próbach (12–15 kg) losowo pobranych podczas kopania. Oceniano procent bulw z objawami porażenia rizoktoniozą (ospowatością) oraz parchem zwykłym jak również bulw zdrowych tzn. bez objawów chorób. Otrzymane wyniki poddano transformacji wg Bliss'a, a następnie przeanalizowano statystycznie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Porażenie bulw parchem zwykłym i rizoktoniozą w badanych latach było zróżnicowane. Najwyższe porażenie bulw ospowatością notowano w roku 1999 na odmianie Balbina (33,7%), natomiast najniższe w tym samym roku na odmianie Mila (5,8%). Według Pietkiewicza i Choroszewskiego (1983) mogą istnieć pewne różnice w nasileniu występowania ospowatości na bulwach pomiędzy odmianami. W pozostałych latach poziom porażenia wahał się w granicach 10–20% i był zbliżony dla obydwu odmian. Procent bulw z objawami parcha zwykłego był mniej zróżnicowany pomiędzy odmianami

niż w przypadku rizoktoniozy. Najmniej bulw porażonych zanotowano w roku 1999 na odmianie Mila (6,2%) oraz w latach 1999 (6,5%) i 2001 (6,2%) na odmianie Balbina. W roku 2000 notowano ok. 17% bulw z objawami parcha zwykłego na odm. Mila oraz ok. 14% na odm. Balbina. Udział bulw zdrowych tzn. bez objawów chorób skórki wahał się w latach pomiędzy 57% (odm. Balbina — rok 1999) a 86% (odm. Mila — roku 1999). W pozostałych latach udział bulw zdrowych wynosił ok. 71%.

Zróżnicowane porażenie bulw chorobami skórki w latach badań związane było ze zmiennymi warunkami meteorologicznymi panującymi w danym okresie wegetacji, a w szczególności ilością i rozkładem opadów w okresie letnim (czerwiec — wrzesień) oraz panującymi w tym czasie temperaturami, co potwierdzali i inni autorzy (Weber 1976; Szutkowska, 1998; Gawińska, 2000; Osowski i Kapsa, 2000).

Warunki meteorologiczne w latach 1999–2001 były bardzo zróżnicowane. Rok 1999 i 2000 charakteryzowały się podobną sumą opadów przy różnym ich rozkładzie, natomiast w roku 2001 suma opadów w okresie wegetacji była dwukrotnie większa niż w latach poprzednich. Sumy opadów w miesiącach VI, VIII i IX były ponad trzykrotnie większe w roku 2001 niż w analogicznym okresie w latach 1999 i 2000. Najcieplejszym okresem wegetacji był sezon 1999, gdzie średnia temperatura gleby na głębokości 10 cm osiągała w lipcu i sierpniu ponad 20°C. Podobny rozkład temperatur (paraboliczny) wystąpił w roku 2001, jednak średnia temperatura w poszczególnych miesiącach była o ok. 2–5°C niższa niż w roku 1999. W sezonie wegetacyjnym 2000 rozkład temperatury był mniej zróżnicowany. Średnia temperatura gleby na głębokości 10 cm wynosił w maju 14,6°C, w sierpniu 17,3°C, natomiast w miesiącach lipcu i sierpniu — 16,2°C (tab. 1).

Tabela 1

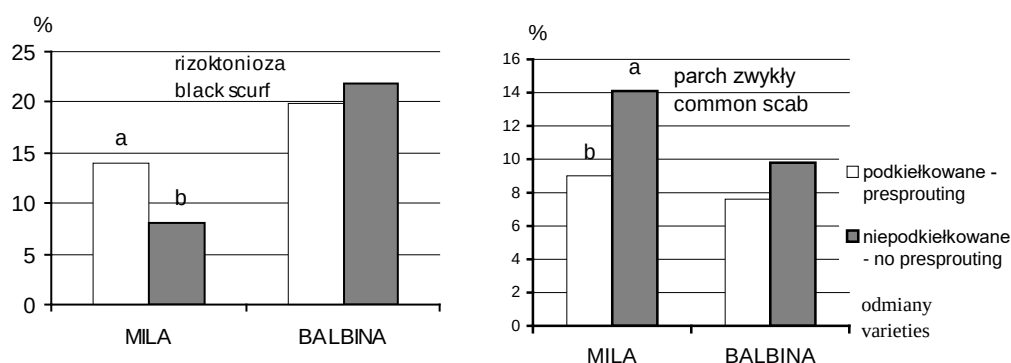
Warunki meteorologiczne w czasie wegetacji w latach 1999–2001 w Boninie
Meteorological conditions during vegetation period in Bonin in 1999–2001

Miesiąc Month	Sumy opadów (mm) Rainfall (mm)			Średnia temperatura gleby na głębokości 10 cm (°C) Mean soil temperature — depth 10 cm (°C)		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Maj May	68,0	29,3	40,8	15,9	17,6	14,4
Czerwiec June	65,3	78,2	184,2	18,3	17,6	15,6
Lipiec July	57,3	70,7	80,2	21,1	17,1	19,8
Sierpień August	61,3	43,9	143,2	20,2	17,8	18,6
Wrzesień September	44,6	63,7	196,2	18,0	14,0	13,5
Suma/Średnia Sum/Mean	296,5	285,8	644,6	18,7	16,8	16,4

Corocznie potwierdzał się negatywny wpływ zabiegu podkiełkowania na porażenie bulw rizoktoniozą. Procentowy udział bulw ze sklerocjami w kombinacji, gdzie stosowano bulwy niepodkiełkowane był istotnie niższy (8,1%) niż w kombinacji, w której sadzono bulwy podkiełkowane (14%). Najprawdopodobniej jest to związane z fizjologicznym

wiekem roślin w czasie zbioru. Rośliny wyrosłe z bulw podkiełkowanych są fizjologicznie starsze od roślin wyrosłych z bulw niepodkiełkowanych. Według Dijsta (1990) związki hamujące osadzanie się sklerocji na bulwach są aktywne podczas całego okresu wzrostu roślin, a ich aktywność maleje w czasie starzenia się roślin i zanika po zniszczeniu naci. W tym czasie wzrasta udział lotnych substancji stymulujących osadzanie się form przetrwalnikowych rizoktoniozy na bulwach.

Stwierdzono również, że wcześniejsze podkiełkowanie bulw wpływa istotnie na ograniczenie występowania parcha zwykłego w porównaniu do bulw niepodkiełkowanych. Zjawiska te potwierdzono statystycznie dla odmiany Mila (rys. 1). Ograniczenie występowania parcha jest też związane z wiekiem fizjologicznym i być może z wcześniejszym wiązaniem bulw.



Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Mean values followed by the same letter are not significantly different ($\alpha = 0.05$).

Rys. 1. Wpływ stosowania zabiegu podkiełkowania na udział bulw ze sklerocjami oraz porażenie parchem zwykłym (średnia z lat badań)

Fig. 1. Influence of initial sprouting on a proportion of tubers infected by black scurf and common scab (average for investigated years)

Stosowanie oleju mineralnego w czasie wegetacji zwiększyło udział bulw ze sklerocjami rizoktoniozy. Notowano natomiast mniej bulw z objawami parcha zwykłego (tab. 2). Obydwie zależności były słabe i nie zostały potwierdzone statystycznie. W kombinacjach, gdzie stosowano opryski olejem mineralnym udział bulw zdrowych był istotnie niższy niż w kombinacjach kontrolnych, co świadczy o korzystnym wpływie oleju na występowanie chorób na bulwach ziemniaka (tab. 2).

Pomimo zróżnicowanego porażenia bulw ziemniaka ospowatością nie stwierdzono istotnego wpływu metod niszczenia naci na wzrost liczby bulw ze sklerocjami oraz objawami parcha zwykłego, jak również bulw zdrowych (tab. 3). Zaobserwowano jedynie, że w roku 2000 niszczenie naci metodą mechaniczną i chemiczną powodowało nieznaczny wzrost liczby bulw porażonych rizoktoniozą w stosunku do obiektu kontrolnego. Może to być spowodowane spadkiem aktywności substancji hamujących tworzenie się sklerocji na bulwach po zniszczeniu naci (Dijst, 1990), jak również opóźnionym terminem zbioru (33 dni).

Tabela 2

**Wpływ stosowania oleju mineralnego na porażenie bulw rizoktoniozą i parchem zwykłym
(średnia z lat badań)**
**Influence of mineral oil application on a proportion of infected by black scurf and common scab
(average for investigated years)**

Zabieg Treatment	Mila			Balbina		
	bulwy z objawami tubers with		bulwy zdrowe disease free tubers	bulwy z objawami tubers with		bulwy zdrowe disease free tubers
	rizoktoniozy black scurf	parcha zwykłego common scab		rizoktoniozy black scurf	parcha zwykłego common scab	
Kontrola Control	9,0	12,2	76,2 a	17,7	8,9	70,7 a
Olej mineralny Mineral oil	12,8	10,7	73,5 b	24,4	8,4	64,5 b

Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Mean values followed by the same letter are not significantly different ($\alpha = 0.05$)

Tabela 3

**Wpływ zabiegów niszczenia naci na procentowy udział bulw porażonych rizoktoniozą, parchem
zwykłym oraz udział bulw „zdrowych” w latach 1999–2001**
**Influence of haulm destruction on a proportion of tubers infected with black scurf and common scab
and on that of disease-free tubers in the years 1999–2001 (%)**

Metoda Method	Mila			Balbina		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
ospowatość black scurf						
Kontrola — bez niszczenia naci Control — without haulm destruction	—	9,1	15,9	—	10,9	18,7
Chemiczna Chemical	2,9	20,0	13,6	33,4	12,8	13,3
Mechaniczna Mechanical	6,5	14,5	12,2	28,8	19,3	15,1
Mechaniczno-chemiczna Mechanical-chemical	8,1	11,0	12,4	38,3	10,4	19,1
parch zwykły common scab						
Kontrola — bez niszczenia naci Control — without haulm destruction	—	16,0	9,5	—	13,2	5,8
Chemiczna Chemical	5,7	17,1	15,4	5,0	13,4	4,9
Mechaniczna Mechanical	6,8	15,1	13,1	8,1	12,2	7,7
Mechaniczno-chemiczna Mechanical-chemical	6,1	18,0	10,1	6,4	16,5	6,5
bulwy zdrowe disease-free tubers						
Kontrola — bez niszczenia naci Control — without haulm destruction	—	72,4	73,1	—	72,3	73,3
Chemiczna Chemical	89,7	58,3	69,1	58,7	72,2	80,4
Mechaniczna Mechanical	84,5	67,7	71,8	59,8	66,2	75,7
Mechaniczno-chemiczna Mechanical-chemical	83,4	68,7	76,2	52,7	69,5	74,4

Wydłużenie okresu od zniszczenia naci do zbioru było spowodowane niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi panującymi w tym czasie. W roku 2001 zniszczenie naci powyższymi sposobami wpłynęło natomiast na zmniejszenie liczby bulw z przetrwalnikami grzyba. Zależności tych nie potwierdzono statystycznie.

WNIOSKI

1. Zarówno wielkość, jak i rozkład opadów oraz temperatura gleby w badanym okresie wpłynęły na zróżnicowane porażenie bulw ocenianymi chorobami.
2. Podkielekowanie bulw w sposób istotny wpłynęło na zwiększenie liczby bulw z ospowatością oraz ograniczało porażenie bulw parchem zwykłym.
3. Stosowanie podczas wegetacji oleju mineralnego przyczyniło się do zwiększenia udziału bulw z ospowatością, ograniczenia porażenia parchem zwykłym oraz zmniejszenia udziału bulw zdrowych (tj. bulw bez objawów chorób) w plonie.
4. Nie stwierdzono istotnego wpływu stosowanych zabiegów niszczenia naci na porażenie bulw ocenianymi chorobami.

LITERATURA

- Dijst G. 1990. Effect of volatile and unstable exudates from underground potato plant parts on sclerotium formation by *Rhizoctonia solani* AG-3 before and after haulm destruction. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 96/ 3: 155 — 170.
- Gawińska H. 2000. Występowanie parcha zwykłego (*Streptomyces* sp.) na wybranych odmianach ziemniaka w różnych warunkach środowiska. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu CCCXXI, Ogrodnictwo* 30: 33 — 38.
- Głuska A., Nowacki W. 2001. Wpływ opadów i warunków glebowych na porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*). *Mat. z Konf. „Ochrona Ziemniaka”*, Kołobrzeg 19–20.04: 72 — 76.
- Kochman J., Węgorzek W. 1997. *Ochrona roślin*. Plantpress, Kraków: 519 — 535.
- Kürzinger W. 1999. Krautminderung in Kartoffelbeständen. *Kartoffelbau* 50 (6): 224 — 226.
- Lapwood D. H. 1972. The relative importance of weather soil and seed-borne inoculum in determining the incidence of common scab in potato crops. *Plant Pathology* 3: 105 — 108.
- Osowski J., Kapsa J. 2000. Występowanie ospowatości bulw ziemniaka w Polsce w latach 1987–1998. *Mat. z Konf. „Ochrona Ziemniaka”*, Kołobrzeg 4–5.04: 59 — 63.
- Pietkiewicz J., Choroszewski P. 1983. Wstępna ocena reakcji odmian ziemniaka na niektóre choroby skórki bulw. *Biul. Inst. Ziemn.* Nr 29: 129 — 139.
- Rudkiewicz F., Zakrzewska B. 1987. Wpływ niektórych elementów pogody na porażenie bulw parchem zwykłym i ocena reakcji odmian na tę chorobę. *Biul. Inst. Ziemn.* 35: 91 — 102.
- Sawicka B. 1994. Effect of application terms of Sencor 70 WP herbicide on salubrity of 44 potato varieties. Part. I. *Streptomyces spp.* infection of potato tubers. *Rocz. Nauk Roln., Seria E, T. 24, 1/2*: 105 — 115.
- Szutkowska M. 1998. Porażanie się bulw ziemniaka parchem zwykłym zależnie od warunków wilgotnościowo-termicznych i składu granulometrycznego gleby. *Fragm. Agron.* 2 (58): 107 — 119.
- Turska E. 1997. Czynniki wpływające na poziom porażenia sadzeniaków wirusami. *Rozdział W: Produkcja ziemniaków Technologia — Ekonomia — Marketing*. Wyd. II, IHAR Bonin: 162 — 166.
- Turska E., Wróbel S. 1999. Ograniczenie szerzenia się wirusa Y (PVY) ziemniaka przy użyciu oleju Sunspray 11 E. *Progress in Plant Protection Vol. 39 (2)*: 841 — 844.
- Weber Z. 1976. Wpływ przedplonu i innych czynników na występowanie rizoktoniozy ziemniaka (*Rhizoctonia solani* K.). *Rocz. Nauk Roln., Seria E, 6/2*: 45 — 67.

BEATA TATAROWSKA**BOGDAN FLIS****EWA ZIMNOCH-GUZOWSKA**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Młochów

Ocena stabilności odporności na *Phytophthora infestans* u odmian ziemniaka

Evaluation of potato cultivars stability in resistance to *Phytophthora infestans*

W pracy zaprezentowano wstępną ocenę stabilności odporności na zarzę ziemniaka (*Phytophthora infestans*) dla grupy 22 polskich odmian ziemniaka. Badane odmiany były zróżnicowane pod względem odporności, wczesności i pochodzenia. Ocenę stabilności prowadzono w latach 2001–2002 w warunkach naturalnej silnej presji infekcyjnej w czterech miejscowościach w Polsce centralnej i południowo-wschodniej. Po przeprowadzeniu obserwacji polowych obliczono wskaźnik tempa szerzenia się choroby (rAUDPC) dla każdej odmiany. Połową ocenę odporności uzupełniono oceną porażenia sztucznie inokulowanych odciętych listków. Stwierdzono, że na tempo szerzenia się choroby istotny wpływ miały testowane czynniki (genotyp, lata, miejscowości), a także interakcja genotyp $\times$ środowisko. Aby ocenić stabilność reakcji badanych odmian posłużono się trzema parametrami statystycznymi. Pozwoliły one wyróżnić cztery grupy odmian o zróżnicowanej stabilności. W grupie odmian o najbardziej stabilnej reakcji znalazły się odmiany Jasia i Klepa (odporne wg badań COBORU) oraz Hinga i Bzura (wysoko odporne wg COBORU). Na uwagę zasługuje odmiana Jasia, która charakteryzowała się największą stabilnością (bardzo niska wariancja stabilności), a w testach listkowych nie stwierdzono porażenia w obu latach badań.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, parametry stabilności, *Phytophthora infestans*, stabilność odporności, ziemniak

The preliminary evaluation of resistance stability for late blight (*Phytophthora infestans*) in a group of 22 Polish potato cultivars is presented. The tested cultivars differed in their resistance level, maturity and origin. The evaluation of resistance stability was carried out in the years 2001–2002 under strong natural infection pressure at four locations in central and southeastern Poland. The area under disease progress curve (rAUDPC) for each cultivar was calculated on the basis of field observations. The field evaluation of stability was supplemented with evaluation of resistance of artificially inoculated detached leaflets. The area under disease progress curve was significantly influenced by the tested factors (genotypes, years and locations), and genotype-environment interaction ($G \times E$). To evaluate stability of reaction, three statistical parameters were used. These parameters allowed to distinguish four groups which differed in stability of resistance. The group with the most stable reaction consisted of cvs. Jasia and Klepa (resistant according to assessment by Research Centre for Cultivar Testing, RCCT), Hinga and Bzura (highly resistant according to RCCT). The cultivar Jasia deserves special attention. Characteristic of this cultivar is the highest stability (very low variance of stability). No infection could be observed in the leaflet tests in any the two years of studies.

Key words: genotype-environment interaction, potato, *Phytophthora infestans*, stability of resistance, stability parameters

WSTĘP

Phytophthora infestans jest organizmem heterotalicznym, należącym do królestwa *Chromista*, gromady *Oomycetes* i powodującym zarazę ziemniaka (Marcinkowska, 1997). Zaraza ziemniaka jest w skali światowej jedną z najważniejszych gospodarczo i najbardziej rozpowszechnionych chorób atakujących rośliny ziemniaka w okresie wegetacji, a także powodująca gnicie bulw w czasie przechowywania. Jej szkodliwość w Polsce jest szczególnie duża ze względu na znaczenie ziemniaka w produkcji roślinnej i korzystne dla rozwoju choroby warunki klimatyczne. W Polsce średnie straty plonu (obserwacje wieloletnie) spowodowane przez *P. infestans* wynoszą 20–25% (Pietkiewicz, 1989). Obecnie zaraza ziemniaka występuje na uprawach ziemniaka na terenie całego kraju. Ochrona chemiczna jest kosztowna i jest stosowana jedynie w stosunku do około 40% uprawianych ziemniaków. Na większości upraw chronionych chemicznie ilość zabiegów nie jest dostateczna (Kapsa, 2000). Struktura uprawy ziemniaków w Polsce wskazuje, że pola ziemniaka są na ogół niewielkie (średnia krajowa wynosi 0,6 ha) (Guzowska, 1998). Stosowanie pełnej ochrony i nowoczesnej agrotechniki nie zawsze jest możliwe, dla drobnych producentów ziemniaka. Stąd w rejonach szczególnego zagrożenia tą chorobą uprawa odmian odpornych jest jedną ze skuteczniejszych metod ograniczania strat plonu powodowanych przez zarazę ziemniaka. Patogen wywołujący zarazę ziemniaka ma duże zdolności adaptacyjne do gospodarza, na którym żeruje, a jego nowa populacja od ponad 20 lat notowana w Europie, a w tym i w Polsce ma wysoką patogeniczność w stosunku do ziemniaka. Złożona wirulencja polskich izolatów *P. infestans*, ich wysoka agresywność, a również występowanie obok siebie dwu typów kojarzeniowych A1 i A2, pozwala na seksualne rozmnażanie patogena zwiększające rekombinację czynników patogeniczności w populacji *P. infestans*, stanowi duże zagrożenie dla utrzymania odporności odmian uprawianych na większym areale (Zarzycka i Sobkowiak, 1997). Monitoring stabilności ekspresji odporności na zarazę ziemniaka odmian uprawianych na terenie kraju dostarcza wiedzę hodowcom i fitopatologom o interakcji pomiędzy genetycznie warunkowaną odpornością gospodarza a patogenem, jest również sygnałem dla producentów ziemniaka w przypadku przełamania odporności odmiany przez patogen o konieczności dostosowania programu ochrony chemicznej do tej sytuacji.

Oszacowanie genotypów pod względem stabilności wybranej cechy ilościowej (np. odporność na określony patogen) opiera się zazwyczaj na ocenie średnich wartości badanej cechy. Aby ocena cechy była bardziej miarodajna uzupełnia się ją badając ekspresję cechy w zmieniających się warunkach środowiskowych. Badanie rodzaju reakcji cechy w odpowiedzi na wpływ różnych środowisk nazywa się analizą stabilności genotypów.

W literaturze poświęconej zagadnieniom analizy stabilności genotypów występują dwie normy stabilności: stabilność w sensie biologicznym oraz stabilność w sensie rolniczym (Becker i Leon, 1988; Galek i in., 2000; Pietrzykowski i in., 1996).

Genotyp względem danej cechy jest stabilny w sensie biologicznym, jeżeli średnia wartość cechy nie zmienia się w różnych środowiskach (utrzymuje się na stałym poziomie). Zatem od odmiany stabilnej w sensie biologicznym oczekiwać będziemy utrzymywania się odporności na stałym poziomie w kolejnych latach, niezależnie od miejsca uprawy.

Stabilność w sensie rolniczym oznacza, że średnia wartość cechy zmienia się proporcjonalnie do przeciętnej reakcji w różnych środowiskach. Przeciętna reakcja jest określana za pomocą średnich środowiskowych dla danej cechy.

Jednym z celów badań prowadzonych w IHAR Młochów nad odpornością na zarazę ziemniaka jest tworzenie materiałów hodowlanych o możliwie wysokiej, utrzymującej się w czasie, stabilnej odporności naci i bulw na zarazę ziemniaka, które będą wykorzystywane w hodowli odmian. Prace monitorujące zmiany w populacji patogena prowadzone są systematycznie od 1987 roku (Zarzycka i in., 2002). Od 2001 roku prowadzone są kompleksowe badania stabilności odporności odmian ziemniaka na *P. infestans* odnoszące się do normy stabilności w sensie biologicznym.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły 22 odmiany ziemniaka. Badane odmiany były zróżnicowane pod względem poziomu odporności, długości wegetacji i pochodzenia. Wśród badanych odmian znalazło się 10 odmian późnych, 8 średnio późnych, dwie średnio wczesne, jedna wczesna oraz jedna bardzo wczesna.

Z badanych odmian ziemniaka 18 to odmiany o poziomie odporności wg COBORU od 5,5 do 8 (w skali 1–9, gdzie 9 = odporny). Cztery z badanych odmian (Irys, Albina, Mors, Rywał) to odmiany podatne, traktowane w doświadczeniu jako wzorzec podatny o poziomie odporności wg COBORU od 3 do 4 (tab. 1).

Ocena ekspresji odporności na *P. infestans* wybranej grupy 22 odmian prowadzona była w warunkach naturalnej silnej presji infekcyjnej. Doświadczenia polowe zakładano w latach 2001–2002, w czterech miejscowościach w centralnej i południowo-wschodniej Polsce, metodą losowanych bloków, w dwóch powtórzeniach. Odmiany wysadzono na 6 krzakowych poletkach w obsadzie podatnej na zarazę ziemniaka odmiany Tarpan, która była traktowana jako infektor. Ocenę porażenia przez *P. infestans* przeprowadzano w odstępach tygodniowych począwszy od momentu pojawienia się pierwszych objawów choroby z wykorzystaniem skali 9-stopniowej (Cruickshank i in., 1982), gdzie 9 oznacza brak porażenia. Porażenie odmian w obu latach oceniano określając porażenie powierzchni roślin wg Fry (1978), czyli *rAUDPC* (relatywna powierzchnia pod krzywą postępu choroby) posługując się wzorem:

$$rAUDPC = \sum_{i=1}^n [(x_{i+1} + x_i)] / 2[t_{i+1} - t_i]$$

gdzie: x_i — procent zniszczenia liści w czasie oceny

t — liczba dni między ocenami

n — liczba ocen

Wartości $rAUDPC$ są stosunkiem porażonej powierzchni roślin (czyli powierzchni pod krzywą postępu choroby) w ciągu trwania doświadczenia do całkowitej powierzchni ocenianych roślin. Niskie wartości oznaczają słabe porażenie części nadziemnej. W sezonie 2001 przeprowadzono 8 obserwacji polowych w odstępach tygodniowych poczynając od momentu pojawienia się pierwszych objawów choroby (od 26 czerwca do 27 sierpnia), zaś w sezonie 2002 przeprowadzono 9 obserwacji (od 4 lipca do 31 sierpnia).

Różne przejawy stabilności (biologicznej lub rolniczej) można badać za pomocą parametrów statystycznych uzyskanych na podstawie wyników wielokrotnej serii doświadczeń opisanych za pomocą stałego modelu multiplikatywnego (Lin i in., 1986; Becker i Leon, 1988):

$$Y_{ij} = \mu + g_i + \beta_i s_j + d_{ij} + e_{ij}$$

gdzie:

Y_{ij} — jest średnią cechy z n powtórzeń dla i -tego genotypu oraz j -tego środowiska

μ — jest średnią ogólną

g_i — jest efektem głównym i -tego genotypu

β_i — jest współczynnikiem regresji liniowej średniej Y_{ij} dla i -tego genotypu względem efektu środowiska s_j

s_j — jest efektem głównym j -tego środowiska

d_{ij} — jest odchyleniem od funkcji regresji liniowej średniej Y_{ij} względem efektu środowiska s_j

e_{ij} — jest losowym błędem średnich Y_{ij}

Dla współczynników $rAUDPC$ otrzymanych w prezentowanych badaniach, przeprowadzono analizę wariancji wykorzystując program SERGEN (Caliński i in., 1998). Dla sprawdzenia zgodności wyników ocen jak i związków między ocenami obliczono współczynniki korelacji Pearsona.

Wykorzystując wyniki uzyskane za pomocą programu SERGEN wyliczono następujące parametry stabilności: σ^2_i — wariancję stabilności (Shukla, 1972; Kudła i in., 1987), W_i — współczynnik ekowalencji (Becker, 1981; Pietrzykowski i in., 1996), $V\%$ — współczynnik zmienności (Francis i Kannenberg, 1978 a b; Węgrzyn i Sikorska, 1987; Jaskulski i Kotwica, 2000).

Dla badanych odmian przeprowadzono laboratoryjną oceną odporności odciętych listków (Zarzycka i Sujkowski, 1988). Z roślin rosnących w polu i znajdujących się przed kwitnieniem, trzykrotnie w sezonie wegetacyjnym pobierano próbki listków do badań. Z każdej odmiany oceniano po 5 listków w dwóch powtórzeniach i w obydwu latach badań.

Oderwane listki inokulowano kropłowo zawiesiną zawierającą 50 sporangiów w 1 mm³. Po 6 dniach inkubacji w temperaturze 16°C określano ich reakcję za pomocą skali 9-stopniowej, która uwzględnia nie tylko procentowe porażenie powierzchni listków, ale także intensywność zarodnikowania (9 = brak porażenia, bez zarodnikowania, zaś 1 = porażona cała oceniana powierzchnia listka, zarodnikowanie bardzo obfite) (Zarzycka i Sobkowiak, 1997).

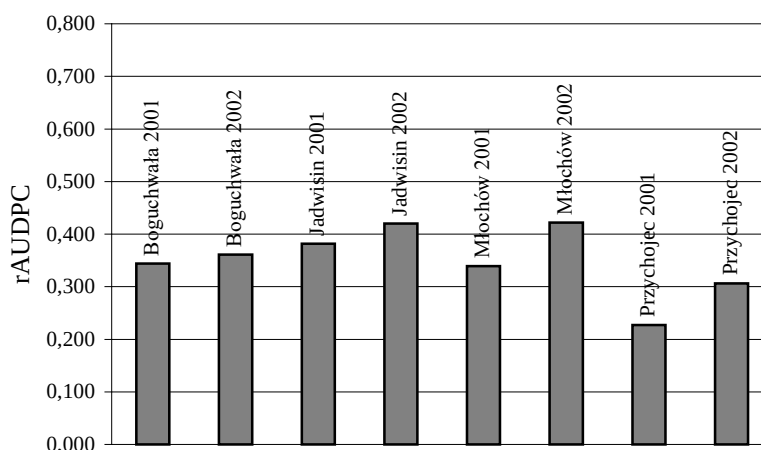
Reakcję badanych odmian porównywano z reakcją odmian wzorcowych (ocena wg COBORU): Bzura (8), Meduza (8), Sokół (3), Irys (3), oraz dwa odporne, diploidalne klony (ocena wg badań IHAR): DG 94–15 (8) i DG 94–668 (5). Liście tych odmian umieszczano w każdej kuwecie obok badanego materiału (w testach masowych jest to szczególnie ważne, gdyż pozwala na kontrolę jednorodności i skuteczności przeprowadzonych zakażeń).

Do inokulacji w 2001 i 2002 roku zastosowano izolat MP–324 *P. infestans* o złożonej wirulencji i typie kojarzeniowym A1, pochodzący z kolekcji izolatów w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Młochowie. W czasie testowania listków izolat ten wykazywał ekspresję następujących czynników wirulencji: w 2001 roku — 1.2.3.(4).(5).(6).(7).8.10.11., w 2002 roku — 1.2.3.4.6.7.(10).(11). Czynniki wymienione w nawisach miały niepełną ekspresję, tzn. z dwóch badanych listków testera porażeniu uległ tylko jeden.

WYNIKI

Ocena polowa

We wszystkich czterech miejscowościach w obu latach doświadczeń obserwowano zróżnicowany poziom porażenia badanych odmian. Generalnie porażenie odmian było wyższe w roku 2002 niż w 2001. Odnotowano to we wszystkich miejscowościach, w których prowadzono ocenę (rys. 1).



Rys. 1. Tempo szerzenia się choroby (rAUDPC) w 8 środowiskach w latach 2001–2002
Fig. 1. Area under the disease progress curve (rAUDPC) in 8 environments in 2001–2002

W 2001 roku średnia rAUDPC dla czterech miejscowości z 22 badanych odmian wynosiła 0,323, przy wahaniami od 0,227 (w Przychojcu) do 0,382 (w Jadwisinie). W roku 2002 średnia rAUDPC wyniosła 0,377, przy zakresach od 0,306 (w Przychojcu) do 0,422

(w Młochowie). Z trzech badanych miejscowości najniższe porażenie obserwowano w obu latach badań w Przychojcu ($rAUDPC = 0,227$ w 2001 roku, $rAUDPC = 0,306$ w 2002 roku). Najwyższe średnie wartości $rAUDPC$ obserwowano w 2001 roku Jadwisinie ($rAUDPC = 0,382$), zaś w 2002 roku w Młochowie ($rAUDPC = 0,422$).

Do grupy najslabiej porażonych odmian w trakcie dwuletnich badań należało siedem odmian, dla których ocena poziomu odporności wg COBORU wynosi od 6 do 8, a średnie wartości $rAUDPC$ wyniosły od 0,184 dla odm. Bzura do 0,243 dla odm. Umiak (tab. 1).

Tabela 1

Średnie wartości $rAUDPC$ dla 22 odmian ziemniaka badanych w latach 2001–2002 w czterech miejscowościach (8 środowisk)

Mean $rAUDPC$ values for 22 potato cultivars tested at 4 locations in 2001–2002 (8 environments)

Odmiana i ocena jej odporności wg COBORU ^{a/} Cultivar and its resistance level according to RCCT		Średnia wartość rAUDPC Mean rAUDPC value			Zakres średnich wartości rAUDPC w 8 środowiskach Range of rAUDPC values for 8 environments	
		2001–2002	2001	2002	minimum	maksimum
Bzura	8	0,184	0,175	0,192	0,066	0,233
Meduza	8	0,211	0,139	0,283	0,066	0,427
Koga	7	0,225	0,173	0,277	0,070	0,418
Wawrzyn	6	0,226	0,162	0,291	0,079	0,416
Dunajec	7	0,229	0,181	0,278	0,153	0,420
Grot	7	0,238	0,228	0,248	0,095	0,421
Umiak	6,5	0,243	0,169	0,316	0,082	0,416
Zeus	6	0,287	0,230	0,343	0,112	0,462
Jantar	6	0,289	0,276	0,303	0,128	0,467
Hinga	7	0,295	0,258	0,332	0,153	0,400
Nimfy	5,5	0,306	0,246	0,366	0,137	0,422
Klepa	6	0,325	0,287	0,363	0,169	0,408
Ania	6	0,341	0,344	0,338	0,252	0,436
Anielka	6	0,345	0,402	0,287	0,190	0,486
Jasia	6	0,346	0,300	0,391	0,223	0,445
Beata	6	0,352	0,407	0,298	0,230	0,493
Vistula	7	0,365	0,273	0,458	0,227	0,585
Lawina	7	0,374	0,294	0,455	0,190	0,610
Rywal	4	0,473	0,521	0,425	0,350	0,566
Mors	3	0,628	0,618	0,639	0,457	0,726
Albina	3	0,686	0,682	0,691	0,621	0,765
Irys	3	0,729	0,740	0,717	0,631	0,844
Średnia Mean	–	0,350	0,323	0,377	0,213	0,494

^{a/} W skali 1–9; 9 = najodporniejszy

^{a/} In a 9-grade scale, where 9 = the most resistant (values given by Research Centre for Cultivar Testing)

Największe tempo szerzenia się choroby odnotowano w grupie trzech odmian podatnych o odporności wg COBORU wynoszącej 3. Średnie wartości $rAUDPC$ z dwóch lat badań dla poszczególnych odmian wyniosły od 0,628 dla odm. Mors do 0,729 dla odm. Irys (tab. 1).

Dla pozostałej grupy 12 odmian, których odporność wg COBORU wynosi od 4 do 7, zakresy średnich wartości $rAUDPC$ wskazują duże lub bardzo duże zróżnicowanie tempa

szerzenia się choroby w różnych środowiskach, zaś średnie wartości *rAUDPC* z dwóch lat badań poszczególnych odmian wahały się od 0,287 (Zeus) do 0,473 (Rywal) (tab. 1).

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała, że tempo szerzenia się choroby istotnie zależało od odmiany (na co wskazuje szacunkowa wartość statystyki *F*) oraz od miejsca i roku oceny, oraz od interakcji odmiana × miejsce, odmiana × rok i odmiana × środowisko. Zatem poszczególne badane odmiany reagowały odmiennie na zmieniające się warunki środowiskowe w poszczególnych miejscowościach i latach (tab. 2).

Tabela 2

Analiza wariancji dla wartości *rAUDPC* otrzymanych dla 22 odmian ziemniaka badanych w czterech miejscowościach w dwóch latach (2001–2002)

Analysis of variance for *rAUDPC* values obtained for 22 potato cultivars tested in 4 locations in two years (2001–2002)

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Suma kwadratów Sum of squares	Średni kwadrat Mean square	Wartości statystyki <i>F</i> ^{a/} F statistic ^{a/}
Miejsce Location	3	0,4607	0,1536	13,34*
Rok Year	1	0,1283	0,1283	11,14*
Środowisko (miejsca w latach) Environment (locations in years)	3	0,0345	0,0115	6,08**
Odmiana Cultivar	21	3,8400	0,1829	59,00** ^{b/}
Odmiana × miejsce Cultivar × location	63	0,3380	0,0054	no ^{c/}
Odmiana × rok Cultivar × year	21	0,3171	0,0151	no ^{c/}
Odmiana × środowisko Cultivar × environment	63	0,1980	0,0031	1,66**
Regresja względem środowiska Regression on environment	21	0,0553	0,0026	
Odchylenie od regresji Deviation from regression	42	0,1427	0,0034	1,79**
Błąd doświadczenia Experimental error	167		0,0019	

^{a/} Poziom istotności: * — $P < 0,05$ oraz ** — $P < 0,01$

^{a/} * Significant at $P < 0,05$ and ** at $P < 0,01$

^{b/} Zastosowany model nie pozwala testować istotności zróżnicowania odmian. Przedstawiono wartość F = średni kwadrat dla odmian / średni kwadrat odmiana × środowisko, która pozwala oszacować tę istotność.

^{b/} The applied statistical model does not allow to test the effect of "cultivar". In the table, estimated F value is presented, calculated from dividing mean square for "cultivar" by mean square for "cultivar × environment".

^{c/} no — Zastosowany model nie pozwala na testowanie istotności tego efektu

^{c/} no — The applied statistical model does not allow to test this effect

W tabeli 3 przedstawiono oceny wpływu odmiany na przeciętną reakcję wraz z wartościami statystyki *F*. Istotność efektu głównego stwierdzono w 15 odmianach ziemniaka. Największy istotny udział w ogólnej zmienności cechy odnotowano dla podatnej odmiany Irys (3) i odpornej odmiany Bzura (8).

Tabela 3

Ocena wpływu odmiany na średnią wartość rAUDPC (efekt odmiany)
Evaluation of the cultivar effect on mean rAUDPC value

Odmiana i ocena jej odporności wg COBORU ^{a/} Cultivar and its resistance level according to RCCT		Ocena efektu głównego (odmiana) Estimate of the main effect	Wartości statystyki F dla efektu głównego (odmiana) ^{b/} F statistic for the main effect
Irys	3	0,379	445,90**
Albina	3	0,336	274,17**
Mors	3	0,279	111,18**
Rywał	4	0,123	31,09*
Lawina	7	0,024	13,78*
Vistula	7	0,016	0,65
Beata	6	0,002	0,01
Jasia	6	-0,004	0,32
Anielka	6	-0,005	0,05
Ania	6	-0,009	0,61
Klepa	6	-0,025	5,66
Nimfy	5,5	-0,044	4,35
Hinga	7	-0,055	63,27**
Jantar	6	-0,061	3,40
Zeus	6	-0,063	7,84
Umiak	6,5	-0,107	122,58**
Grot	7	-0,112	60,24**
Dunajec	7	-0,121	27,55*
Wawrzyn	6	-0,124	26,16*
Koga	7	-0,125	22,46*
Meduza	8	-0,139	58,69**
Bzura	8	-0,166	395,12**

^{a/} Patrz objaśnienia do tabeli 1

^{a/} See footnote to Table 1

^{b/} * Poziom istotności: — P<0,05 oraz ** – P<0,01

^{b/} * Significant at P<0,05 and ** at P<0,01

Duży efekt główny i/lub efekt główny istotny wskazuje, że odporność odmiany odbiega od przeciętnej reakcji (średniej wszystkich odmian, we wszystkich latach i miejscowościach). Może to pośrednio wskazywać na zmienną reakcję odpornościową odmian w różnych środowiskach.

Oprócz oceny efektów głównych w analizie wyników serii doświadczeń odmianowych najbardziej interesującą, zwłaszcza z punktu widzenia oceny stabilności i zdolności adaptacyjnej genotypów, jest interakcja genotypowo-środowiskowa.

Parametry oceny stabilności połowej odporności odmian na *P. infestans*

W wyniku przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono, istotny wpływ interakcji genotypowo-środowiskowej na przeciętną reakcję badanych odmian (tab. 2), oraz otrzymano oszacowania efektów wchodzących w skład stałego modelu multiplikatywnego, które pozwoliły na obliczenie różnych parametrów stabilności.

Dla uzyskanych parametrów stabilności wyliczono współczynniki korelacji. Wykazano silną dodatnią korelację ($r = 1,000$) pomiędzy współczynnikiem ekowalencji (W_i), a wariancją stabilności (δ^2_i). Parametr δ^2_i ściśle określa parametr W_i i może go zastępować. Współczynnik korelacji pomiędzy współczynnikiem zmienności ($V\%$), a wariancją stabilności (δ^2_i) wyniósł $r = 0,692^{**}$.

Analiza parametrów stabilności tempa szerzenia się zarazy ziemniaka oraz istotność interakcji odmian z miejscowościami, latami ocen i wyróżnionymi ośmioma środowiskami (dana miejscowość w danym roku) pozwoliła wyróżnić cztery grupy odmian.

Najniższymi wariancjami stabilności δ^2_i (mała zmienność w uzyskanych ocenach) charakteryzowały się odmiany Jasia, Klepa, Bzura i Hinga. Dla odmian tych wartość δ^2_i nie przekraczała 0,0008. Niskie były również wartości współczynnika zmienności. W grupie tej znalazły się odmiany odporne wg oceny COBORU (tab. 4).

Tabela 4

Parametry stabilności tempa szerzenia się choroby wyrażonego współczynnikiem $rAUDPC$ w 22 odmianach ziemniaka badanych w 4 miejscowościach w latach 2001–2002

Stability parameters of disease progress expressed by $rAUDPC$ values for 22 cultivars tested at 4 locations in 2001–2002

Grupa Group	Odmiana i ocena jej odporności wg COBORU ^{a/} Cultivar and its resistance level according to RCCT ^{a/}		Parametry stabilności Stability parameters				
			δ_i^2 ^{b/}	V% ^{c/}	statystyka F dla interakcji odmiana $\times$ ^{d/} F statistic for interaction cultivar $\times$		
					miejsce location	rok year	środowisko environment
I	Jasia	6	0,0004	7	0,27	6,09	0,25
	Klepa	6	0,0006	8	0,82	1,08	0,50
	Bzura	8	0,0006	15	0,79	4,89	0,31
	Hinga	7	0,0008	10	4,46	2,27	0,21
II	Ania	6	0,0029	15	5,74	6,70	0,59
	Nimfy	5,5	0,0032	17	0,32	2,49	1,94
	Albina	3	0,0037	8	1,15	1,26	1,83
	Irys	3	0,0038	8	0,83	4,57	1,43
	Wawrzyn	6	0,0038	25	0,09	2,38	2,59
	Zeus	6	0,0042	21	0,78	1,73	2,25
III	Koga	7	0,0045	28	0,54	0,89	3,08 *
	Grot	7	0,0053	28	5,69	1,37	0,92
	Mors	3	0,0061	11	1,30	0,40	3,09 *
	Umiak	6,5	0,0070	31	11,88 *	23,33 *	0,42
	Vistula	7	0,0072	21	0,49	11,33 *	1,66
	Jantar	6	0,0074	27	0,81	0,16	4,77 **
	Lawina	7	0,0079	22	27,00 *	67,14 **	0,19
	Dunajec	7	0,0092	38	2,06	0,90	2,33
	Meduza	8	0,0097	42	4,71	6,15	1,46
IV	Rywal	4	0,0128	22	2,25	11,52 *	2,16
	Beata	6	0,0142	31	2,39	13,73 *	2,14
	Anielka	6	0,0143	31	1,68	12,98 *	2,43

^{a/} Patrz objaśnienia do tabeli 1; ^{a/} See footnote to Table 1

^{b/} δ^2_i — wariancja stabilności wg Shukli (1972); ^{b/} δ^2_i — variance of stability according to Shukla (1972)

^{c/} V% — współczynnik zmienności wg Francisa i Kannenberga (1978); ^{c/} V% — coefficient of variability according to Francis and Kannenberg (1978)

^{d/} Poziom istotności: * — $P < 0,05$ oraz ** — $P < 0,01$; ^{d/}* Significant at $P < 0,05$ and ** at $P < 0,01$

W obu latach doświadczeń odmiany Jasia (6), Klepa (6) i Hinga (7) uległy porażeniu zarazą ziemniaka osiągając średnie wartości $rAUDPC$ w zakresie od 0,295 do 0,346. Natomiast odmiana Bzura uległa najsłabszemu porażeniu zarazą w polu wykazując $rAUDPC$ dla

dwóch lat oceny = 0,184. Dla odmian tych nie stwierdzono istotności interakcji odmiana $\times$ miejsce, odmiana $\times$ rok i odmiana $\times$ środowiska (tab. 4).

W grupie drugiej znalazło się 6 odmian (Ania, Nimfy, Albina, Irys, Wawrzyn, Zeus). Są to odmiany o stosunkowo stabilnej odporności, dla których wartość wariancji stabilności zawierała się w przedziale — 0,0029 — 0,0042, zaś współczynnik zmienności V% wahał się od 8 do 25. W grupie tej znalazły się 4 odmiany z grupy odmian odpornych, ale także 2 odmiany z grupy odmian podatnych wg COBORU (tab. 4). W odmianach podatnych Albina (3) i Irys (3) odnotowano najsilniejsze porażenie w całym doświadczeniu (tab. 1). Uzyskane parametry stabilności (zwłaszcza niskie V%) dla tych odmian wskazują, że przez dwa lata badań, ich wysoki stopień porażenia zarzą ziemniaka był stały. Odmiany Zeus (6) i Wawrzyn (6) uległy istotnie słabszemu porażeniu od zakładanego (tab. 1, 3). W tej grupie, podobnie jak w pierwszej (odmiany o najwyższej stabilności odporności), nie stwierdzono istotnego wpływu interakcji na średnie wartości $rAUDPC$.

Trzecią grupę stanowi dziewięć odmian, dla których wartości wariancji stabilności δ^2_i zawierały się w przedziale 0,0045–0,0097, a współczynniki zmienności V% wahały się od 11 do 42. Dla sześciu odmian stwierdzono istotny wpływ różnych interakcji: odmiana $\times$ miejsce (Umiak, Lawina), odmiana $\times$ rok (Umiak, Vistula, Lawina) lub interakcji odmiana $\times$ środowiska (Koga, Mors, Jantar). Nie znaleziono istotnych interakcji w trzech odmianach (Grot, Dunajec, Meduza), które miały relatywnie wysokie wartości δ^2_i . Ośiem odmian z tej grupy jest oceniane przez COBORU jako odporne (w zakresie od 6,5 do 8), a odmiana Mors jako podatna (4). Odmiany odporne Vistula i Lawina (ocenione przez COBORU na 7), uległy silniejszemu porażeniu zarzą ziemniaka niż inne odmiany oceniane na 7, a nawet 6 (tab. 1). Średnie porażenie odmian Koga, Grot, Umiak, Dunajec i Meduza w dwóch latach badań nie odbiegało od porażenia innych odmian odpowiadających im oficjalną oceną odporności. Jednak minimalne i maksymalne wartości $rAUDPC$ wskazują na dużą zmienność wyników w poszczególnych środowiskach (tab. 1). Podatna odmiana Mors uległa najsilniejszemu porażeniu w obu latach doświadczeń. U wszystkich odmian (oprócz odmian Vistula i Jantar) stwierdzano, że tempo szerzenia się choroby było istotnie różne od przeciętnej reakcji (tab. 3).

Ostatnią, czwartą grupę stanowią trzy odmiany Rywał (4), Beata (6) i Anielka (6). Dla odmian tych wartości δ^2_i były wysokie i zawierały się w przedziale 0,0128–0,0143, a współczynniki V% wahały się od 22 do 31. Odmiany te wykazują wysoce istotne różnice w tempie szerzenia się zarazy ziemniaka w zależności od roku badań (tab. 4). Odmiany należące do tej grupy uległy silnemu porażeniu w obu latach doświadczeń, ale tylko u odmiany Rywał stwierdzono istotność efektu głównego (tab. 3).

Ocena odporności w warunkach laboratoryjnych

Polową ocenę stabilności poziomu odporności odmian ziemniaka na *P. infestans* uzupełniono laboratoryjną oceną odporności odciętych listków.

Testowanie materiału prowadzone było w trzeciej dekadzie czerwca i pierwszej dekadzie lipca, ponieważ wg badań Sujkowskiego (1986) w tym terminie nie obserwuje się jeszcze spadku patogeniczności grzyba.

Odmianami najodporniejszymi w testach listkowych w trakcie dwuletnich doświadczeń i jednocześnie wykazującymi wyższy poziom odporności niż przypisany im przez COBORU (6) były odmiany: Wawrzyn (średnia 2001 — 8,9; średnia 2002 — 9,0), Jasia (średnia 2001 — 8,2; średnia 2002 — 8,9), Ania (średnia 2001 — 7,3; średnia 2002 — 6,2) i Zeus (średnia 2001 — 6,5; średnia 2002 — 8,7) (tab. 5).

Tabela 5

Reakcja odciętych listków na *P. infestans* dla 22 odmian ziemniaka badanych w latach 2001–2002
Reaction to *P. infestans* in detached leaflets of 22 potato cultivars in 2000–2002

Odmiana i ocena jej odporności wg COBORU ^{a/} Cultivar and its resistance level according to RCCT		Średnia reakcja ± standardowe odchylenie Mean reaction ± standard deviation		
		2001	2002	2001–2002
Irys	3	2,5 ± 1,3	1,8 ± 0,7	2,2 ± 1,0
Albina	3	2,1 ± 0,9	2,7 ± 1,0	2,4 ± 1,0
Mors	3	2,7 ± 1,0	2,8 ± 2,2	2,8 ± 1,6
Dunajec	7	3,9 ± 2,2	2,3 ± 1,0	3,1 ± 1,6
Anielka	6	4,0 ± 2,0	2,6 ± 0,9	3,3 ± 1,5
Rywal	4	4,1 ± 1,4	2,6 ± 1,0	3,4 ± 1,2
Hinga	7	4,1 ± 2,1	2,8 ± 0,8	3,5 ± 1,5
Beata	6	4,5 ± 1,5	2,9 ± 0,8	3,7 ± 1,2
Vistula	7	4,5 ± 2,1	3,2 ± 1,4	3,9 ± 1,8
Jantar	6	5,2 ± 2,3	3,3 ± 0,9	4,3 ± 1,6
Umiak	6,5	5,4 ± 2,5	3,1 ± 0,7	4,3 ± 1,6
Grot	7	5,4 ± 2,0	3,6 ± 1,7	4,5 ± 1,9
Bzura	8	6,5 ± 2,7	2,4 ± 1,0	4,5 ± 1,9
Koga	7	5,5 ± 1,9	3,9 ± 1,4	4,7 ± 1,7
Nimfy	5,5	5,7 ± 2,3	3,8 ± 1,6	4,8 ± 2,0
Lawina	7	6,0 ± 2,0	3,9 ± 1,6	5,0 ± 1,8
Klepa	6	6,4 ± 2,5	3,8 ± 1,7	5,1 ± 2,1
Meduza	8	6,6 ± 2,3	4,2 ± 1,4	5,4 ± 1,9
Ania	6	7,3 ± 2,3	6,2 ± 1,8	6,8 ± 2,1
Zeus	6	6,5 ± 2,5	8,7 ± 0,9	7,6 ± 1,7
Jasia	6	8,2 ± 1,3	8,9 ± 0,4	8,6 ± 0,9
Wawrzyn	6	8,9 ± 0,3	9,0 ± 0,2	9,0 ± 0,3
Średnia odmian Mean for cultivars		5,3 ± 1,9	4,0 ± 1,1	4,6 ± 1,5
		wzorce standards		
Bzura	8	3,5 ± 2,4	1,8 ± 0,9	2,7 ± 1,2
Meduza	8	8,1 ± 1,3	4,7 ± 1,1	6,4 ± 2,4
Sokół	3	4,2 ± 2,2	2,6 ± 0,7	3,4 ± 1,1
Irys	3	1,6 ± 0,9	1,3 ± 0,6	1,4 ± 0,2
DG 94–15	8	7,9 ± 1,6	8,2 ± 1,4	8,0 ± 0,2
DG 94–668	5	4,2 ± 1,8	2,7 ± 0,5	3,4 ± 1,1
Średnia wzorców Mean for standards		4,9 ± 2,9	3,6 ± 2,5	4,2 ± 1,0

^{a/} Patrz objaśnienia do tabeli 1

^{a/} See footnote to Table 1

Najsilniejszemu porażeniu w trakcie dwuletnich doświadczeń uległy odmiany oceniane przez COBORU jako podatne (3): Albina (średnia 2001 — 2,1; średnia 2002 — 2,7), Irys (średnia 2001 — 2,5; średnia 2002 — 1,8) i Mors (średnia 2001 — 2,7; średnia 2002 — 2,8). Znacznie silniejszemu porażeniu listków, niż oczekiwano uległo szereg odmian

wysoko odpornych (8): Bzura i Meduza, odpornych (7): Dunajec, Hinga, Vistula, Grot, Koga, Lawina, oraz trzy odmiany: Umiak (6,5), Beata (6) i Anielka (6) (tab. 5).

Uszeregowanie odmian pod względem porażenia listków w obu latach badań było zbliżone. Współczynnik korelacji pomiędzy wynikami 2001 i 2002 był wysoki i wyniósł $r = 0,763^{**}$.

Współczynnik korelacji pomiędzy ocenami przypisanymi badanym odmianom przez COBORU, a średnimi ocenami uzyskanymi dla tych odmian w kolejnych dwóch latach badań testów listkowych był relatywnie niski i wyniósł $r = 0,364^{**}$.

Słaby związek pomiędzy ocenami przypisanymi badanym odmianom przez COBORU, a ich średnimi ocenami wynika zapewne ze zmiennego poziomu porażenia w trakcie dwuletnich doświadczeń odmian ocenianych przez COBORU jako odporne tj: Meduza (średnia 2001 — 6,6; średnia 2002 — 4,2), Bzura (średnia 2001 — 6,5; średnia 2002 — 2,4), Klepa (średnia 2001 — 6,4; średnia 2002 — 3,8) i Lawina (średnia 2001 — 6,0; średnia 2002 — 3,9) (tab. 5).

Stosunkowo silne porażenie odmian odpornych w teście listkowym jest jednym z sygnałów możliwego przełamania ich odporności w warunkach naturalnego porażenia.

PODSUMOWANIE

Celem badań rozpoczętych w 2001 roku jest stwierdzenie, czy odporność na *P. infestans* wybranej grupy odmian utrzymuje się na stabilnym poziomie w różnych środowiskach, czyli celem jest dokonanie oceny stabilności odporności na zarazę ziemniaka w sensie biologicznym.

W pracy poszukiwane są również parametry oceny, które w najbardziej wiarygodny sposób pozwolą na prognozowanie stabilności, a więc trwałości odporności na zarazę odmian ziemniaka.

W przypadku badania stabilności odmian znana jest ich ocena odporności na *P. infestans* przypisana przez COBORU, którą można traktować jako punkt odniesienia do przeprowadzanych badań. Najbardziej wiarygodnym dowodem stabilnej, trwałej odporności odmiany na danego patogena, jest brak jej załamania w trakcie wielu lat uprawy na znacznych arealach i w różnych środowiskach. Dokonanie w trakcie dwóch lat, w warunkach uprawy polowej, oceny na ile odporność jest stabilna ma charakter wstępny. Dwuletnie badania prowadzone w czterech miejscowościach stworzyły pulę ośmiu różnych środowisk, w których obserwowano tempo szerzenia się zarazy ziemniaka. W badaniach zastosowano również laboratoryjną ocenę odporności na *P. infestans*. W testach laboratoryjnych stosuje się izolaty *P. infestans*, które charakteryzują się złożoną wirulencją i silną agresywnością. Jednak skład naturalnych populacji *P. infestans* może mieć inną patogeniczność niż izolaty stosowane w testach laboratoryjnych. W pracach uprzednio prowadzonych w IHAR Młochów korelacja wyników testów listkowych, a naturalnym porażeniem w polu wyrażonym $rAUDPC$ wynosiła 0,569** (Sieczka, 1999). Porównanie ocen z testów laboratoryjnych, polowych i przypisanych przez COBORU można uznać jako element opisujący stabilność odporności na *P. infestans*.

Na słabą stabilność odporności może wskazywać wysokie tempo szerzenia się choroby w niektórych odmianach ocenionych przez COBORU jako wysoko odporne (7). Odmiany Lawina i Vistula uległy silniejszemu porażeniu niż inne odmiany oceniane na 7. Ich wartości *rAUDPC* były wyższe lub zbliżone do grupy odmian z odpornością ocenianą na 6. Wykazano także istotny wpływ lat i miejscowości na ocenianą odporność w warunkach naturalnych, co wskazuje, że odporność dziewięciu z 22 badanych odmian silnie podlega wpływowi środowiska. Nie można również wykluczyć, że pojawiają się nowe bardziej wirulentne patotypy *P. infestans*.

Statystyczny parametr stabilności (wariancja stabilności) pozwolił na wyróżnienie odmian najbardziej stabilnie zachowujących się w badanych środowiskach. Wysokim poziomem stabilności i odporności w dwóch latach badań wykazała się odmiana Bzura. Wśród stabilnych odmian znalazły się m.in. odmiany Jasia, Klepa, Hinga ocenione przez COBORU odpowiednio na 6 i 7. Odmiany te ulegały częściowemu porażeniu w warunkach polowych. Nie wykazywały istotnych interakcji *rAUDPC* z czynnikami środowiska.

Wśród badanych odmian na uwagę zasługuje Jasia, którą charakteryzowała się największą stabilnością odporności (wariancja stabilności $\delta^2_i = 0,0004$), a w testach listkowych nie stwierdzono porażenia w obu latach badań. Średni współczynnik *rAUDPC* wyniósł 0,346, a więc był bliski przeciętnej reakcji odnotowanej w ciągu dwóch lat badań. Odmiana ta ulegała bardzo słabemu porażeniu w testach listkowych.

Odmiany Bzura (8) i Meduza (8) uległy w teście listkowym stosunkowo silnemu porażeniu, oraz wykazały największą zmienność w reakcji listków na *P. infestans* w obu latach doświadczeń. Może to być pośrednim sygnałem, że odporność ich może być przełamana przez patogena.

LITERATURA

- Becker H. C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30: 835 — 840.
- Becker H. C., Leon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, 101: 1 — 23.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. Podręcznik użytkownika programu Seren 3. Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu.
- Cruickshank G., Stewart H. E., Wastie R. L. 1982. An illustrated assessment key for foliage blight of potatoes. *Potato Res.* 25: 213 — 214.
- Francis T. R., Kannenberg L. W. 1978 a. Yield stability studies in short — season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Can. J. Plant Sci.*, 58: 1029 — 1034.
- Francis T. R., Kannenberg L. W. 1978 b. Yield stability studies in short — season maize. II. Relationship to plant-to-plant variability. *Can. J. Plant Sci.*, 58: 1035 — 1039.
- Fry W. E. 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathol.* 68: 1650 — 1655.
- Galek R., Bujak H., Kaczmarek J. 2000. Ocena stabilności cech bonitacyjnych i technologicznych w kolekcji żyta jarego na podstawie pięciu parametrów statystycznych. *Biul. IHAR*, 216: 69 — 76.
- Guzowska E. Z. 1998. Potato production and research in Poland. *Mat. Konf. International field day on potato improvement in Poland, Młochów, czerwiec 16–17, 1998*: 1 — 2
- Jaskulski D., Kotwica K. 2000. Stabilność plonowania pszenżyta jarego i jego mieszanek z łubinem żółtym w zależności od gęstości siewu i ilości opadów. *Zeszyty Naukowe A.R. w Szczecinie*, 82: 93 — 98.
- Kapsa J. 2000. Porównanie różnych programów zwalczania zarazy ziemniaka (*P. infestans*). *Mat. Konf. Ochrona ziemniaka. Kołobrzeg, kwiecień 4–5, 2000*, 44 — 51.

- Kudła M., Czembor H. J., Kudła M. M. 1987. Stabilność plonowania mutantów jęczmienia jarego. Biul. IHAR, 161: 123 — 128.
- Lin C. S., Binns M. R., Lefkovitch L. P. 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Sci., 26: 894 — 900.
- Marcinkowska J. 1997. Nowe elementy w taksonomii grzybów. Materiały z sympozjum naukowego „Fitopatologia wczoraj, dziś i jutro”. Katedra Fitopatologii SGGW, Warszawa: 29 — 45.
- Pietkiewicz J.B. 1989. Zwalczanie zarazy ziemniaka. Instr. upowsz.1/89. Ziemn. Bonin: 20 s.
- Pietrzykowski R., Mądry W., Warzecha R. 1996. Analiza stabilności i przystosowania genotypów do środowisk na podstawie serii doświadczeń wielokrotnych z kukurydzą. Biul. IHAR, 200: 33 — 39.
- Shukla G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237 — 245.
- Sieczka M. T. 1999. Identification of potatoes resistant to new strains of late blight (*P. infestans*). Final Technical Report. Project number: PL-ARS-285; FG-PO-390. (18 s.)
- Sujkowski L. S. 1986. Seasonal variation in pathogenicity of *Phytophthora infestans*. J. Phytopathol. 117: 160 — 172.
- Węgrzyn S., Sikorska H. 1987. Wysokość i stabilność plonowania czołowych europejskich odmian jęczmienia jarego. Biul. IHAR, 161: 129 — 134.
- Zarzycka H., Sobkowiak S. 1997. Ocena zmian zachodzących w polskiej populacji *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Biul. IHAR, 48: 125 — 135.
- Zarzycka H., Sujkowski L.S. 1988. Postępy w metodach oceny odporności ziemniaków na zarazę ziemniaka. Genetyczne podstawy hodowli ziemniaka. Bonin, 146 — 155.
- Zarzycka H., Sobkowiak S., Lebecka R., Tatarowska B. 2002. Kształtowanie się fenotypowej struktury populacji *Phytophthora infestans* w Polsce w ciągu 15-lecia 1987–2001. Acta Agrobotanica, 55: 389 — 400.

DANUTA BURACZYŃSKAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Podlaska w Siedlcach

Działanie nawozowe obornika i międzyplonów wsiewek stosowanych pod burak cukrowy Część III. Koncentracja suchej masy i makroskładników w biomase buraka cukrowego*

**Fertilizing effect of farmyard manure and undersown cover crops on sugar beet
Part III. Concentration of dry matter and macroelements in biomass of sugar beet**

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 1993–1996 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Zawadach, na glebie kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego, metodą split-block. Badano oddziaływanie dwóch czynników: masy przyorywanego międzyplonu wsiewki (resztki poźniwne, cała biomasa) oraz różnych form nawożenia organicznego (kontrola bez nawożenia organicznego, obornik, międzyplon wsiewka: koniczyna czerwona, lucerna chmielowa, życica wielokwiatowa, koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa, lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa) na koncentrację suchej masy i makroskładników w korzeniach i liściach buraka cukrowego. W opracowaniu porównano także wpływ obornika z oddziaływaniem międzyplonów na zawartość suchej masy i makroskładników w buraku cukrowym. Użyźnianie stanowiska całą biomasą międzyplonów, w stosunku do resztek poźniwnych, spowodowało istotny spadek zawartości suchej masy w korzeniach i liściach, a istotny wzrost koncentracji azotu ogółem i potasu w korzeniach i liściach oraz wapnia w liściach buraka cukrowego. Niezależnie od masy przyorywanego międzyplonu, formy nawożenia organicznego, w większości przypadków zwiększyły zawartość suchej masy, azotu ogółem, potasu, wapnia i sodu w korzeniach i liściach, fosforu w korzeniach oraz magnezu w liściach buraka cukrowego. Oddziaływanie resztek poźniwnych i całej biomasy międzyplonów wsiewek, w porównaniu z obornikiem, na koncentrację suchej masy, azotu ogółem i potasu w korzeniach i liściach, a także zawartość wapnia, magnezu i sodu w liściach buraka cukrowego było istotnie zróżnicowane.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, makroskładniki, międzyplon wsiewka, obornik, sucha masa, zawartość

* Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 5 PO6B 014 09 finansowanego przez KBN

The field experiment was carried out in 1993–1995 at the Agricultural Experimental Station in Zawady on the soil of strong grain-pasture complex using the split-block method. The effects of the mass of overploughed cover crop (post-harvest residue, whole biomass) and the form of organic fertilization (control without organic fertilization, farmyard manure, undersown cover crops: red clover, black medic, Italian ryegrass and red clover + Italian ryegrass, black medic + Italian ryegrass) on concentration of dry matter and macroelements in roots and leaves of sugar beet were evaluated. The influence of farmyard manure with undersown cover crop on concentration of dry matter and macroelements in sugar beet was also compared. Fertilization of the soil using the whole biomass as compared with post-harvest residue alone caused essential decrease of the quantity of dry mass in roots and leaves. Moreover essential increase of concentration of total nitrogen and potassium in roots and leaves and of calcium in leaves of sugar beet was observed. Irrespective of the amount of over ploughed cover crop the applied forms of organic fertilizers increased in most cases the concentration of dry matter, total nitrogen, potassium, calcium and sodium in sugar beet roots and leaves and that of phosphorus in roots, as well as the magnesium content of leaves. The effects the post-harvest residue and the whole biomass of undersown cover crop, as compared with those of farmyard manure, on concentration of dry mass, total nitrogen and potassium in roots and leaves as well as on the concentration of calcium, magnesium and sodium in leaves could differ significantly.

Key words: content, dry matter, farmyard manure, macroelements, sugar beet, undersown cover crop

WSTĘP

Nawożenie organiczne i mineralne jest jednym z czynników modyfikujących skład chemiczny korzeni i liści buraka cukrowego (Mazur i Koc, 1982; Kopczyński, 1986; Gutmański, 1992; Ceglarek i in., 1995; Słowiński i in., 1997). Ostatnio w rolnictwie zwiększa się zainteresowanie nawożeniem organicznym (Duer i Jończyk, 1992; Nowakowski i in., 1996; Stępień i in., 1997; Ceglarek i Buraczyńska, 2002). Zastępowanie drogiego i często szkodliwego dla naturalnego środowiska nawożenia mineralnego nawożeniem organicznym staje się ważnym celem tzw. zintegrowanej uprawy buraka cukrowego (Songin, 1992; Gutmański, 1996). Zwiększający się deficyt obornika, zwłaszcza w gospodarstwach rolniczych specjalizujących się w produkcji roślinnej i bez-inwentarzowych, spowodował potrzebę szukania innych źródeł substancji organicznej. W takich przypadkach dobrym rozwiązaniem jest stosowanie pod burak cukrowy nawozów zielonych z międzyplonów i słomy (Ceglarek i in., 1995; Gutmański, 1996; Nowakowski i in., 1996; Stępień i in., 1997; Ceglarek i Buraczyska, 2002).

W dotychczasowej literaturze jest niewiele prac przedstawiających wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego na koncentrację suchej masy i makroelementów w buraku cukrowym. Dlatego też przeprowadzono badania, których celem było określenie zmian w zawartości suchej masy i makroskładników w korzeniach i liściach buraka cukrowego w zależności od masy przyorywanego międzyplonu wsiewki i formy nawożenia organicznego. W opracowaniu porównano także działanie nawozowe obornika z oddziaływaniem międzyplonów na skład chemiczny biomasy buraka cukrowego.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 1993–1996 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Zawadach. Doświadczenie zlokalizowano na glebie kompleksu

zbożowo-pastewnego mocnego, klasy bonitacyjnej III b, o odczynie obojętnym, średniej zasobności w fosfor i magnez przyswajalny, niskiej w potas.

Doświadczenie prowadzono w układzie split-block, w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 21,6 m². W badaniach uwzględniono dwa czynniki: — masę przyorywanego międzyplonu wsiewki: resztki poźniwne, cała biomasa, — formę nawożenia organicznego: kontrola (bez nawożenia organicznego), obornik, międzyplon wsiewka: koniczyna czerwona, lucerna chmielowa, życica wielokwiatowa, koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa, lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa.

Szczegółowy opis doświadczenia oraz wartość nawozową obornika i międzyplonów wsiewek, stosowanych jesienią pod burak cukrowy, podano w pierwszej części opracowania (Ceglarek i Buraczyńska, 2002).

Podczas zbioru buraka cukrowego z każdej kombinacji pobrano średnie próby korzeni i liści, w których oznaczono zawartość suchej masy — metodą suszarkowo-wagową. W suchej masie korzeni i liści buraka cukrowego oznaczono koncentrację makroskładników następującymi metodami: azot ogółem — metodą Kjeldahla, fosfor — metodą wanadowo-molibdenową, potas, sód i wapń — metodą fotometrii płomieniowej, magnez — metodą absorpcji atomowej. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Średnie porównano testem t-Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Korzenie i liście buraka cukrowego nawożonego resztkami poźniwnymi międzyplonów wsiewek charakteryzowały się istotnie większą koncentracją suchej masy niż korzenie i liście z obiektów z przyorywaną całą biomasą międzyplonów (tab. 1). Resztki poźniwne dostarczają, bowiem do gleby mniejsze ilości masy organicznej i składników pokarmowych (Ceglarek i Buraczyńska, 2002). Ponadto korzenie roślin ulegają wolniej mineralizacji w glebie niż części nadziemne (Johnen, 1974). Niezależnie od masy przyorywanego międzyplonu, obornik, życica wielokwiatowa i mieszanki roślin motylkowatych z życicą wielokwiatową, wpływały istotnie na wzrost zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego w odniesieniu do koncentracji suchej masy w korzeniach i liściach buraka z obiektu kontrolnego. Również Kopczyński (1986) oraz Ceglarek i wsp. (1995) stwierdzili większą zawartość suchej masy w biomasie buraka cukrowego z kombinacji nawożonych obornikiem i nawozami zielonymi, niż z obiektu bez nawożenia organicznego. Z interakcji czynników doświadczenia wynika, że koncentracja suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego użyźnianego resztkami poźniwnymi życicy wielokwiatowej i mieszanek roślin motylkowatych z życicą wielokwiatową oraz całą biomasą życicy wielokwiatowej była zbliżona do zawartości suchej masy w korzeniach i liściach z obiektu z obornikiem. Natomiast resztki poźniwne roślin motylkowatych, a także cała biomasa roślin motylkowatych i ich mieszanek z życicą wielokwiatową, w odniesieniu do obornika, zmniejszyły istotnie zawartość suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego. W badaniach Słowińskiego i wsp. (1995)

nawożenie obornikiem i międzyplonami ścierniskowymi nie powodowało udowodnionych zmian w zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego.

Tabela 1

Zawartość (%) suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego (średnie z lat 1994–1996)**Content (%) of dry matter in sugar beet roots and leaves (means for 1994–1996)**

Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form	Korzenie Roots			Liście Leaves		
	masa przyorywanego międzyplonu wsiewki* mass of overploughed cover crop					
	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$
Kontrola Control	22,71	22,71	22,71	14,15	14,16	14,16
Obornik Farmyard manure	23,07	23,07	23,07	14,50	14,51	14,51
Międzyplon wsiewka Cover crop:						
Koniczyna czerwona Red clover	22,79	22,51	22,65	14,21	13,92	14,07
Lucerna chmielowa Black medic	22,82	22,56	22,69	14,26	13,96	14,11
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	23,01	23,03	23,02	14,48	14,50	14,49
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	22,97	22,84	22,91	14,42	14,28	14,35
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	23,00	22,86	22,93	14,45	14,30	14,38
Średnie Means	22,91	22,80	—	14,35	14,23	—
NIR _{0,05}						
LSD _{0,05}						
Masa przyorywanego międzyplonu wsiewki Mass of overploughed cover crop			0,05			0,04
Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form			0,13			0,10
Interakcja Interaction			0,20			0,12

* 1 — Resztki poźniwne; post-harvest residue

2 — Cała biomasa; whole biomass

W przeprowadzonym doświadczeniu korzenie buraka cukrowego, użyźnianego całą biomasa międzyplonów wsiewek odznaczały się istotnie większą zawartością azotu ogółem i potasu, niż korzenie z kombinacji nawożonych resztkami poźniwnymi (tab. 2). Uwzględniając formę nawożenia organicznego stwierdzono, że obornik, rośliny motylkowe i ich mieszanki z życicą wielokwiatową, w porównaniu z obiektem kontrolnym, zwiększyły istotnie zawartość azotu ogółem w korzeniach buraka cukrowego (od 0,09 do 0,20%). Istotny wzrost zawartości fosforu i wapnia odnotowano w korzeniach buraka cukrowego nawożonego obornikiem oraz mieszankami roślin motylkowatych z życicą wielokwiatową, potasu w korzeniach z kombinacji z obornikiem i międzyplonami wsiewek, a sodu tylko w korzeniach z obiektu z obornikiem, w odniesieniu do koncentracji tych składników w korzeniach z kombinacji kontrolnej (tab. 2, 3).

Tabela 2

**Zawartość azotu ogółem, fosforu i potasu w korzeniach buraka cukrowego (% s. m.)
(średnie z lat 1994–1996)**

**Content of total nitrogen, phosphorus and potassium in sugar beet roots (% d.m.)
(means for 1994–1996)**

Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form	N			P			K		
	masa przyorywanego międzyplonu wsiewki* mass of overploughed cover crop*								
	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$
Kontrola Control	0,65	0,66	0,66	0,11	0,11	0,11	0,68	0,68	0,68
Obornik Farmyard manure	0,79	0,78	0,79	0,14	0,13	0,14	0,75	0,75	0,75
Międzyplon wsiewka: Cover crop:									
Koniczyna czerwona Red clover	0,80	0,91	0,86	0,12	0,14	0,13	0,75	0,84	0,80
Lucerna chmielowa Black medic	0,79	0,89	0,84	0,12	0,14	0,13	0,74	0,82	0,78
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	0,71	0,74	0,73	0,12	0,13	0,13	0,71	0,76	0,74
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	0,74	0,80	0,77	0,13	0,15	0,14	0,72	0,80	0,76
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	0,71	0,79	0,75	0,12	0,15	0,14	0,72	0,78	0,75
Średnie Means	0,74	0,80	—	0,12	0,14	—	0,72	0,78	—
NIR _{0,05}									
LSD _{0,05}									
Masa przyorywanego międzyplonu wsiewki Mass of overploughed cover crop			0,03			n.i. n.s.			0,02
Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form			0,07			0,02			0,05
Interakcja Interaction			0,08			n.i. n.s.			0,06

*1 — Resztki poźniwne; post-harvest residue

2 — Cała biomasa; whole biomass

Z chwilą przyorania biomasy i następującego procesu mineralizacji wierzchnia warstwa gleby wzbogacana jest w składniki pokarmowe, z których korzysta roślina następcza (Duer i Jończyk, 1998). Analiza wariancji wykazała interakcję masy przyorywanego międzyplonu wsiewki z formą nawożenia organicznego w stosunku do zawartości azotu ogółem i potasu w korzeniach buraka cukrowego. Koncentracja azotu ogółem i potasu w korzeniach buraka cukrowego z kombinacji nawożonych całą biomasa roślin motylkowatych, w porównaniu z obornikiem, była istotnie większa.

Liście buraka cukrowego są zasobniejsze w składniki pokarmowe niż korzenie (Mazur i Koc, 1982; Słowiński i in., 1995, 1997). Nawożenie całą biomasa międzyplonów wsiewek, w porównaniu z resztkami poźniwnymi, przyczyniło się do istotnego wzrostu zawartości azotu ogółem, potasu i wapnia w liściach buraka cukrowego (tab. 4, 5).

Tabela 3

Zawartość wapnia, magnezu i sodu w korzeniach buraka cukrowego (% s. m.) (średnie z lat 1994–1996)
Content of calcium, magnesium and sodium in sugar beet roots (% d.m.) (means for 1994–1996)

Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form	Ca			Mg			Na		
	masa przyorywanego międzyplonu wsiewki* mass of overploughed cover crop*								
	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$
Kontrola Control	0,19	0,19	0,19	0,16	0,16	0,16	0,045	0,045	0,045
Obornik Farmyard manure	0,25	0,25	0,25	0,17	0,17	0,17	0,061	0,061	0,061
Międzyplon wsiewka: Cover crop:									
Koniczyna czerwona Red clover	0,22	0,23	0,23	0,16	0,18	0,17	0,050	0,056	0,053
Lucerna chmielowa Black medic	0,23	0,24	0,24	0,15	0,17	0,16	0,048	0,054	0,051
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	0,19	0,21	0,20	0,16	0,18	0,17	0,040	0,045	0,043
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa	0,24	0,26	0,25	0,17	0,19	0,18	0,043	0,049	0,046
Red clover + Italian ryegrass									
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa	0,26	0,27	0,27	0,16	0,18	0,17	0,045	0,048	0,047
Black medic + Italian ryegrass									
Średnie Means	0,23	0,24	—	0,16	0,18	—	0,047	0,051	—
NIR _{0,05}									
LSD _{0,05}									
Masa przyorywanego międzyplonu wsiewki			n.i.			n.i.			n.i.
Mass of overploughed cover crop			n.s.			n.s.			n.s.
Forma nawożenia organicznego			0,05			n.i.			0,010
Organic fertilization form						n.s.			
Interakcja			n.i.			n.i.			n.i.
Interaction			n.s.			n.s.			n.s.

*1 — Resztki poźniwe; post-harvest residue

2 — Cała biomasa; whole biomass

Niezależnie od masy przyorywanego międzyplonu wsiewki, stosowane formy nawożenia organicznego wpłynęły na istotny wzrost zawartości azotu ogółem (od 0,14 do 0,39%) i potasu (od 0,18 do 0,62%) w liściach buraka cukrowego, w odniesieniu do koncentracji tych makroskładników w liściach z obiektu bez nawożenia organicznego. Zawartość wapnia w liściach buraka z kombinacji użyźnianych roślinami motylkowatymi i życicą wielokwiatową była istotnie mniejsza (od 0,07 do 0,08%), a w liściach z obiektów nawożonych mieszankami roślin motylkowatych z życicą wielokwiatową istotnie większa (od 0,11 do 0,13%), niż w liściach z kombinacji kontrolnej. Użyźnianie stanowiska obornikiem, w porównaniu z obiektem kontrolnym, nie różnicowało istotnie zawartości wapnia i magnezu w liściach buraka cukrowego. Nawożenie międzyplonami wsiewek spowodowało istotny wzrost zawartości magnezu w liściach buraka cukrowego (od 0,03 do 0,09%), w odniesieniu do koncentracji magnezu w liściach z obiektu kontrolnego.

Tabela 4

**Zawartość azotu ogółem, fosforu i potasu w liściach buraka cukrowego (% s. m.)
(średnie z lat 1994–1996)**
**Content of total nitrogen, phosphorus and potassium in sugar beet leaves (% d.m.)
(means for 1994–1996)**

Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form	N			P			K		
	masa przyorywanego międzyplonu wsiewki* mass of overploughed cover crop*								
	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$
Kontrola Control	2,58	2,58	2,58	0,29	0,28	0,29	4,41	4,40	4,41
Obornik Farmyard manure	2,78	2,79	2,79	0,30	0,30	0,30	4,62	4,62	4,62
Międzyplon wsiewka: Cover crop:									
Koniczyna czerwona Red clover	2,84	3,10	2,97	0,28	0,32	0,30	4,90	5,15	5,03
Lucerna chmielowa Black medic	2,81	3,09	2,95	0,29	0,30	0,30	4,83	5,11	4,97
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	2,67	2,77	2,72	0,26	0,30	0,28	4,54	4,64	4,59
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	2,73	2,85	2,79	0,27	0,31	0,29	4,74	4,98	4,86
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	2,74	2,82	2,78	0,27	0,30	0,29	4,71	4,94	4,83
Średnie Means	2,74	2,86	—	0,28	0,30	—	4,68	4,83	—
NIR _{0,05}									
LSD _{0,05}									
Masa przyorywanego międzyplonu wsiewki Mass of overploughed cover crop			0,04			n.i.			0,06
Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form			0,10			n.i.			0,13
Interakcja Interaction			0,17			n.i.			0,19

*1 — Resztki poźniwne; post-harvest residue

2 — Cała biomasa; whole biomass

Zawartość sodu w liściach buraka cukrowego z kombinacji użyźnianych obornikiem, roślinami motylkowatymi i mieszkami roślin motylkowatych z życią wielokwiatową, w stosunku do obiektu kontrolnego, była istotnie większa (od 0,11 do 0,23%). Udowodniono interakcję masy przyorywanego międzyplonu wsiewki z formą nawożenia organicznego w odniesieniu do zawartości azotu ogółem, potasu, wapnia, magnezu i sodu w liściach buraka cukrowego. Ze współdziałania czynników doświadczenia wynika, że oddziaływanie resztek poźniwnych i całej biomasy międzyplonów wsiewek, w porównaniu z obornikiem, na zawartość wyżej wymienionych składników w liściach buraka cukrowego było zróżnicowane. Także Słowiński i wsp. (1997) udowodnili różnice w działaniu nawozowym obornika i międzyplonów ścierniskowych na koncentrację makroskładników w korzeniach i liściach buraka cukrowego. Wynika to z faktu, że przy-

orana masa międzyplonów rozkłada się i mineralizuje szybciej niż obornik (Miczyński i Siwicki, 1962).

Tabela 5

Zawartość wapnia, magnezu i sodu w liściach buraka cukrowego (% s. m.) (średnie z lat 1994-1996)
Content of calcium, magnesium and sodium in sugar beet leaves (% d.m.) (means for 1994-1996)

Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form	Ca			Mg			Na		
	masa przyorywanego międzyplonu wsiewki* mass of overploughed cover crop*								
	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$	1	2	$\bar{X}$
Kontrola Control	1,46	1,46	1,46	0,54	0,53	0,54	1,10	1,10	1,10
Obornik Farmyard manure	1,44	1,44	1,44	0,55	0,55	0,55	1,33	1,32	1,33
Międzyplon wsiewka: Cover crop:									
Koniczyna czerwona Red clover	1,32	1,44	1,38	0,58	0,65	0,62	1,28	1,31	1,30
Lucerna chmielowa Black medic	1,33	1,45	1,39	0,54	0,60	0,57	1,27	1,31	1,29
Życica wielokwiatowa Italian ryegrass	1,32	1,43	1,38	0,59	0,63	0,61	1,11	1,13	1,12
Koniczyna czerwona + życica wielokwiatowa Red clover + Italian ryegrass	1,56	1,57	1,57	0,65	0,64	0,65	1,21	1,28	1,25
Lucerna chmielowa + życica wielokwiatowa Black medic + Italian ryegrass	1,58	1,58	1,59	0,62	0,63	0,63	1,18	1,24	1,21
Średnie Means	1,43	1,48	—	0,58	0,60	—	1,21	1,24	—
NIR _{0,0}									
LSD _{0,05}									
Masa przyorywanego międzyplonu wsiewki Mass of overploughed cover crop	0,03			n.i. n.s.			n.i. n.s.		
Forma nawożenia organicznego Organic fertilization form	0,06			0,02			0,04		
Interakcja Interaction	0,08			0,03			0,05		

*1 — Resztki poźniwne; post-harvest residue

2 — Cała biomasa; whole biomass

WNIOSKI

1. W warunkach przeprowadzonych badań, zawartość suchej masy i makroskładników w korzeniach i liściach buraka cukrowego kształtowana była przez masę przyorywanego międzyplonu wsiewki, formę nawożenia organicznego i współdziałanie tych czynników.
2. Przyoranie pod burak cukrowy całej biomasy międzyplonów wsiewek, w odniesieniu do resztek poźniwnych, spowodowało istotny spadek zawartości suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego, a wzrost koncentracji azotu ogółem i potasu w korzeniach i liściach oraz wapnia w liściach buraka cukrowego.

3. Niezależnie od masy przyorywanego międzyplonu wsiewki, formy nawożenia organicznego wpłynęły istotnie na zawartość suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego, zawartość azotu ogółem, fosforu, potasu, wapnia i sodu w korzeniach, a także azotu ogółem, potasu, wapnia, magnezu i sodu w liściach buraka cukrowego.
4. Działanie nawozowe resztek poźniwnych i całej biomasy międzyplonów wsiewek, w porównaniu z obornikiem, na koncentrację suchej masy w korzeniach i liściach buraka cukrowego, zawartość azotu ogółem i potasu w korzeniach oraz azotu ogółem, potasu, wapnia, magnezu i sodu w liściach buraka cukrowego było istotnie zróżnicowane.

LITERATURA

- Ceglarek F., Buraczyńska D. 2002. Działanie nawozowe obornika i międzyplonów wsiewek stosowanych pod burak cukrowy. Cz. I. Wschody, obsada i plony buraka cukrowego. Biul. IHAR 222: 247 — 254.
- Ceglarek F., Gąsiorowska B., Zarzecka K. 1995. Plonowanie i wartość technologiczna buraka cukrowego w zależności od zróżnicowanego nawożenia organicznego i nawożenia mineralnego. Zesz. Nauk. WSRP Siedlce 39: 57 — 71.
- Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. *Fragm. Agron.* 1 (57): 85 — 95.
- Gutmański I. 1992. Działanie wapna, obornika i terminu zbioru na efektywność dawek azotu stosowanych pod buraki cukrowe. Cz. II. Zawartość składników pokarmowych w siewkach i liściach buraka cukrowego. Biul. IHAR 184: 105 — 118.
- Gutmański I. 1996. Niskonakładowa technologia produkcji buraka cukrowego. Praca zbiorowa. IHAR Bydgoszcz.
- Johnen B. 1974. Bildung, Menge und Umsetzung von Pflanzenwurzeln im Boden. Diss., Bonn.
- Kopczyński J. 1986. Wpływ nawozu zielonego z poplonu żyta ozimego i rzepaku na plonowanie oraz zmiany niektórych cech jakości buraka cukrowego. Rozprawy, AR Szczecin, 101.
- Mazur T., Koc J. 1982. Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego stosowanego w zmianowaniu na plon roślin i ich skład chemiczny. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, Rol. 34: 119 — 133.
- Miczyński J., Siwicki S. 1962. Międzyplony nawozowe w uprawie buraka cukrowego. Cz. III. Różne poplony ścierniskowe i ich działanie następce. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 87, 1, 63 — 89: 1962.
- Nowakowski M., Gutmański I., Szymczak-Nowak J., Kostka-Gościński D., Banaszak H. 1996. Wpływ nawożenia obornikiem, słomą oraz roślinami poplonowymi na plon i zdrowotność buraka cukrowego przy zróżnicowanej koncentracji jego uprawy w płodozmianie. Zesz. Nauk. AR Szczecin 172, Rol. 62: 429 — 435.
- Słowiński H., Prośba-Białczyk U., Pytlarz-Kozicka M., Nowak W. 1995. Wpływ nawożenia na dynamikę pobierania składników mineralnych przez buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR Wrocław 262, Rol. LXIII: 31 — 43.
- Słowiński H., Prośba-Białczyk U., Pytlarz-Kozicka M., Nowak W. 1997. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość makroskładników i cukru w buraku cukrowym. Biul. IHAR 202: 149 — 157.
- Songin W. 1992. Nawożenie organiczne w alternatywnych systemach rolnictwa. *Mat. Konf. Nauk. "Nawozy organiczne"*, AR Szczecin, z. 2: 169 — 177.
- Stępień A., Adamiak J., Adamiak E. 1997. Ekologiczne nawożenie buraka cukrowego a jakość plonów. *Mat. Konf. Nauk. "Postęp w uprawie buraka cukrowego i jakości korzeni"*, SGGW Warszawa: 132 — 133.

JANUSZ PODLEŚNY¹**ANNA PODLEŚNA**²¹ Zakład Uprawy Roślin Pastewnych² Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Wpływ różnych poziomów wilgotności gleby na rozwój i plonowanie dwóch genotypów łubinu białego (*Lupinus albus* L.)

The effect of different levels of soil moisture on development and yielding of two different genotypes of white lupine (*Lupinus albus* L.)

Badania prowadzono w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, w komorach klimatycznych. Czynnikiem I rzędu były dwa genotypy łubinu: Bardo — forma tradycyjna i Katon — forma samokończąca, a czynnikiem II rzędu zróżnicowana wilgotność gleby: 30%, 50% i 70% polowej pojemności wodnej. Zmniejszenie zawartości wody w glebie silnie ograniczało rozwój i plonowanie łubinu. Najslabiej plonował łubin odmiany Katon uprawiany w warunkach najmniejszej wilgotności gleby (30% ppw), a najlepiej odmiany Bardo w warunkach optymalnej wilgotności - 70% ppw. Obniżka plonu nasion uzyskanego z roślin rosnących w warunkach niższej wilgotności gleby wynikała z mniejszej obsady strąków na roślinie i mniejszej liczby nasion na roślinie. Samokończąca forma łubinu białego — Katon była bardziej wrażliwa na suszę niż odmiana tradycyjna — Bardo.

Słowa kluczowe: łubin biały, odmiany, stres suszy, rozwój roślin, plonowanie

The study was conducted in climatic chambers at the Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy. The experimental design included two factors: two morphologically different varieties of white lupine: Bardo (traditional form) and Katon (determinate form), and differentiated soil moisture: 30%, 50% and 70% of field water capacity. Decreased water content of the soil strongly reduced both the development and yielding of white lupine. The lowest yield was found for var. Katon that was cultivated at the lowest soil moisture (30% of field water capacity). The highest yield was obtained with var. Bardo grown at the optimal soil moisture (70% of field water capacity). The reduction of seeds yield, found for plants grown under conditions of lower soil moisture, resulted from a lower pods density per plant as well as lower number of seeds per plant. Determinate lupine var. Katon was more susceptible to water deficit in the soil than was traditional var. Bardo.

Key words: drought stress, plant development, varieties, white lupine, yielding

WSTĘP

Łubin biały ma duże wymagania wodne w okresie kiełkowania nasion. Ilość wody pobranej w tym okresie stanowi około 170% masy nasion. Jednak ze względu na dużą powierzchnię asymilacyjną, największe potrzeby wodne łubinu białego występują w okresie kwitnienia i zawiązywania strąków (Jasińska i Kotecki, 1993). Niedobór wody w glebie w tym okresie powoduje zrzucanie zawiązków pąków kwiatowych i kwiatów jeszcze przed zapłodnieniem, a także strąków. Objawia się to mniejszą liczbą strąków i nieregularnym ich rozmieszczeniem na łodydze. Warunki wilgotnościowe stanowią jeden z głównych czynników ograniczających plon nasion tego gatunku. Obecnie w Polsce uprawia się dwie zróżnicowane formy łubinu białego: tradycyjną i samokończącą. Z badań przeprowadzonych dotychczas wynika, że wymienione formy łubinu białego mają inne wymagania dotyczące agrotechniki (Podleśny, 2002; Prusiński, 1999). Wynika to ze zmienionego pokroju morfologicznego rośliny oraz innego rytmu jej rozwoju. Można sądzić, że wymienione, zróżnicowane formy łubinu mogą mieć również inne wymagania dotyczące warunków wilgotnościowych gleby.

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu zróżnicowanej wilgotności gleby na rozwój i plonowanie dwóch genotypów łubinu białego oraz porównanie ich wrażliwości na niedobór wody w glebie.

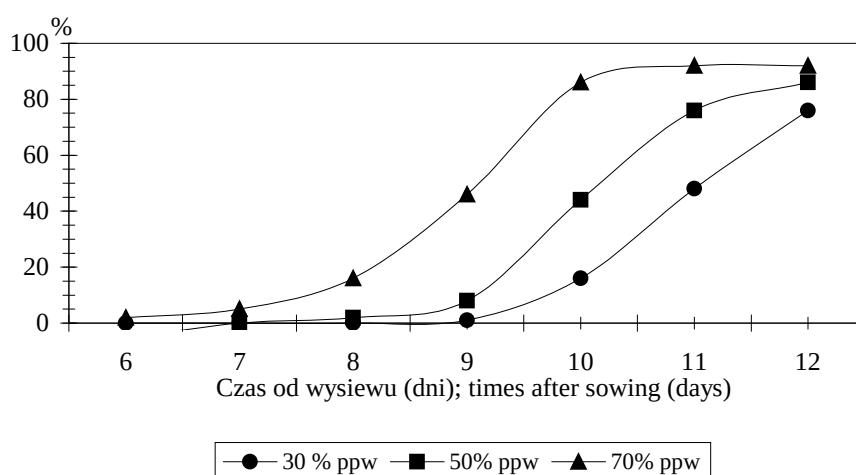
MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, w komorach klimatycznych firmy HERAUS, w 4 powtórzeniach. Do każdego wazonu Mitscherlicha, zawierającego 7 kg gleby średniozwięzłej, wysiewano po 10 nasion łubinu białego. Następnie po wschodach dokonywano przerywki pozostawiając po 5 roślin w wazonie. Czynnikiem I rzędu były dwa genotypy łubinu: Bardo — forma tradycyjna i Katon — forma samokończąca, a czynnikiem II rzędu zróżnicowana wilgotność gleby: 30, 50 i 70% polowej pojemności wodnej (ppw). W fitotronach utrzymywano warunki termiczne zbliżone do występujących w okresie wegetacji roślin w warunkach polowych. Temperatura powietrza w zależności od okresu rozwoju wynosiła od 4 do 20°C w nocy i od 7 do 26°C w dzień, wilgotność powietrza 65% w dzień i 85% w nocy oraz długość dnia od 9 do 14 godzin. W doświadczeniu prowadzono szczegółowe obserwacje wzrostu i rozwoju roślin. W okresie wschodów rośliny liczono kilkakrotnie w celu określenia dynamiki wschodów. W okresie kwitnienia zmierzono: powierzchnię liści skanerem sprzężonym z komputerem oraz indeks zieloności liści (SPAD) wykorzystując N-Tester SPAD 502. Rośliny zbierano w dwóch terminach: w okresie kwitnienia określono plon suchej masy poszczególnych organów części nadziemnej i korzeni a w okresie dojrzałości roślin określono plon nasion i cechy jego struktury. Dlatego każdy obiekt liczył podwójną liczbę wazonów, tak aby po zbiorze w I terminie część wazonów tego samego obiektu pozostawała do zbioru w II terminie. Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Uzyskane wyniki stanowiły średnią z trzech wazonów. Korzenie wydzielano poprzez płukanie całej masy glebowej na sitach. Masę korzeniową jednej

rośliny określano jako średnią z pięciu roślin. W analizie statystycznej posługiwano się półprzedziałem ufności Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Sporządzono również wykresy regresji obrazujące kształtowanie się ważniejszych cech biologicznych i użytkowych roślin w zależności od wilgotności gleby przy pomocy programu StatGraphics Plus v. 4.0.

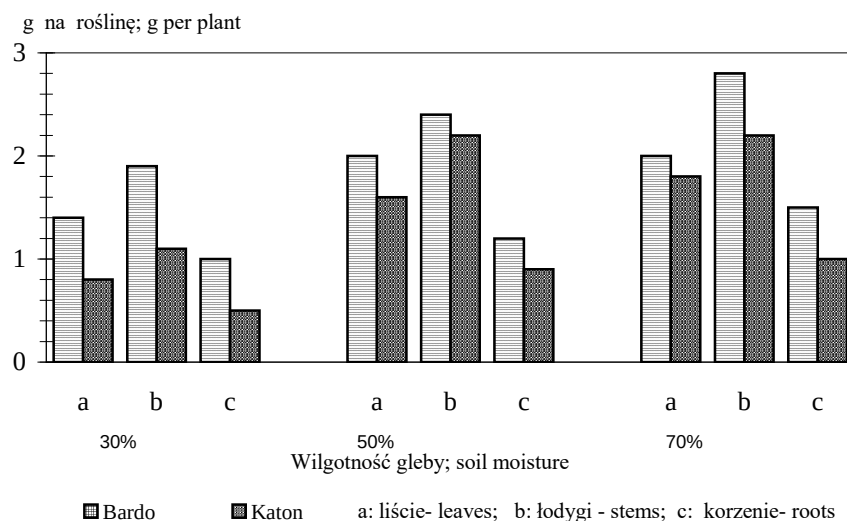
WYNIKI I DYSKUSJA

Tempo kiełkowania i wschodów łubinu uzależnione było od wilgotności gleby. Najwcześniej wschodziły rośliny w wazonach zawierających glebę najbardziej wilgotną. W wazonach zawierających najmniejszą ilość wody (30% ppw) wschody były mniej równomierne i opóźnione o około 3 dni w porównaniu do obiektów z większą wilgotnością gleby. Nie obserwowano różnicy między odmianami łubinu w odniesieniu do terminu i tempa wschodów roślin, dlatego przebieg wschodów przedstawiono na rysunku 1 wspólnie dla obydwu badanych odmian.



Rys. 1. Dynamika wschodów łubinu w zależności od wilgotności gleby
Fig. 1. Relationship between soil moisture and the dynamic of lupine emergences

Susza (30% ppw) bardzo wyraźnie ograniczała wzrost roślin, przy czym jej wpływ na rozwój łubinu był bardziej widoczny w odniesieniu do odmiany Katon niż Bardo. Rośliny obydwu badanych form łubinu rosnące w warunkach suszy zakwitały o kilka dni wcześniej niż rośliny rosnące w warunkach gleby bardziej wilgotnej (50 i 70% ppw). Wcześniejsze zakwitanie roślin rosnących w warunkach stresu powodowanego wzajemną konkurencją o wodę obserwowali także Kotecki (1990) i Podleśny (1994) w odniesieniu do innych gatunków roślin uprawnych. Zróżnicowane warunki wilgotności gleby wpływały modyfikująco również na plon suchej masy liści, łodyg i korzeni (rys. 2).

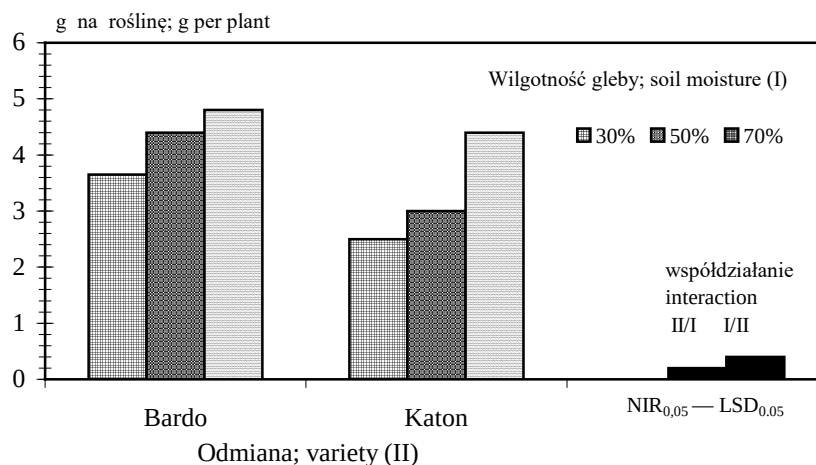


Rys. 2. Plon suchej masy łubinu białego rosnącego na glebie o różnej zawartości wody
Fig.2. Dry matter yield of white lupine grown under various soil moisture conditions

Najwyższy plon suchej masy części nadziemnej i korzeni obu odmian łubinu uzyskano z roślin uprawianych w warunkach najbardziej uwilgotnionej gleby (70%ppw). Niedobór wody w glebie wpływał bardziej ograniczająco na przyrost masy poszczególnych organów łubinu odmiany Katon — typ samokończący niż odmiany Bardo — typ tradycyjny. Plon suchej masy liści, łodyg i korzeni łubinu białego odmiany Bardo rosnącego na glebie o wilgotności 30% ppw wynosił odpowiednio: 1,4; 1,9 i 1,0 g/roślinę i był mniejszy od plonu uzyskanego na glebie o wilgotności 70% ppw odpowiednio o: 53,8; 47,8 i 46,6%. Dla odmiany Katon plon suchej masy liści, łodyg i korzeni wynosił: 0,8; 1,2 i 0,5 g/roślinę, gdy rośliny rosły na glebie najbardziej suchej (30% ppw) i był mniejszy w porównaniu z analogicznymi organami roślin rosnących na glebie najbardziej wilgotnej odpowiednio o: 61,1; 60,0 i 55,5%.

Wystąpiło współdziałanie odmiany i wilgotności gleby w odniesieniu do plonu nasion i cech jego struktury (rys. 3).

Łubin biały odmiany Bardo plonował lepiej na wszystkich poziomach wilgotności gleby niż łubin odmiany Katon. Z jednej rośliny łubinu odmiany Bardo uzyskano średnio 4,3 g, a odmiany Katon 3,2 g nasion. Wilgotność gleby miała istotny wpływ na poziom uzyskanego plonu nasion. Średnio dla dwóch badanych odmian uprawianych w warunkach 70, 50 i 30% ppw uzyskano plon nasion z jednej rośliny wynoszący odpowiednio: 4,6; 3,7 i 3,0g. Wraz ze zmniejszaniem zawartości wody w glebie zmniejszał się plon nasion obydwu odmian łubinu białego. Większą niżkę plonu na skutek niedoboru wody w glebie stwierdzono w przypadku odmiany Katon niż odmiany Bardo. Wilgotność gleby miała także istotny wpływ na kształtowanie się niektórych cech struktury plonu (tab. 1).



Rys. 3. Plon nasion łubinu białego
Fig. 3. Yield of white lupine seeds

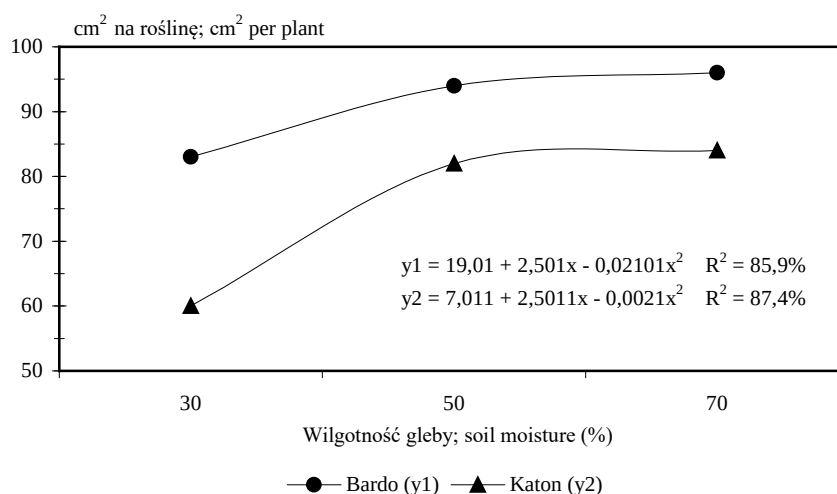
Tabela 1

Średnie wartości wybranych cech morfologicznych i użytkowych łubinu białego
Means for some morphological and usable characters of white lupine

Odmiany Varieties	Wilgotność gleby Soil moisture %	Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant	Liczba nasion na roślinie Number of seeds per plant	Masa 1000 nasion 1000 seed weight (g)	Stosunek suchej masy części nadziemnej do suchej masy korzeni (S/R) Weight ratio of aboveground parts to roots
Bardo	30	3,6	8,2	194	3,3
	50	4,1	8,8	208	3,6
	70	4,1	9,2	221	3,6
Katon	30	2,4	6,6	202	4,6
	50	3,1	7,2	231	4,5
	70	3,0	7,8	242	4,2
NIR, dla interakcji ($\alpha = 0,05$)					
LSD for interaction ($\alpha = 0.05$)					
II/I		0,20	0,82	4,22	0,24
I/II		0,44	1,14	4,84	0,86

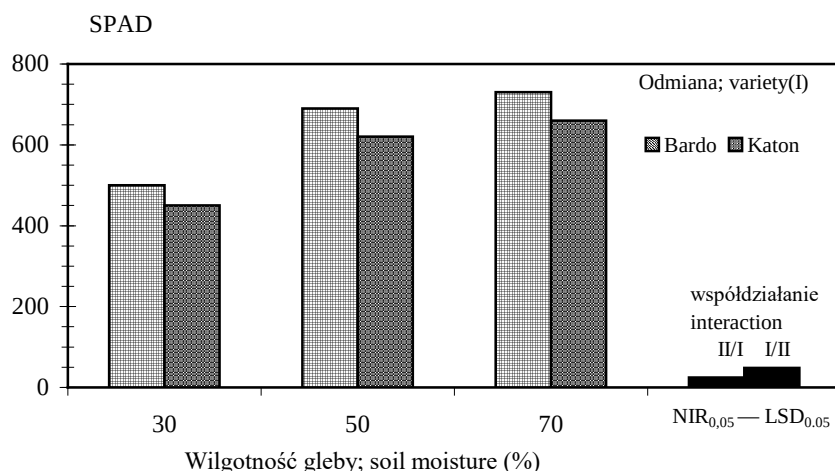
Na skutek suszy stwierdzono między innymi zmniejszenie, liczby strąków i nasion z rośliny oraz masy 1000 nasion. Podobne obserwacje dotyczące plonowania oraz zmian wartości cech struktury plonu poczynił Podleśny (2001) w badaniach dotyczących uprawy bobiku w zróżnicowanych warunkach wilgotności gleby.

Rośliny łubinu białego odmiany Bardo wytworzyły w okresie kwitnienia pędu głównego większą powierzchnię liści niż rośliny odmiany Katon (rys. 4).



Rys. 4. Zależność powierzchni liści łubinu białego od wilgotności gleby
Fig. 4. The dependence of white lupine leaf area on soil moisture

Niedobór wody w glebie wpływał ograniczająco na rozwój powierzchni liści wykształconej przez obydwie odmiany łubinu. U odmiany Bardo stwierdzono mniejszą redukcję przyrostu blaszek liściowych pod wpływem suszy niż u odmiany Katon. Negatywny wpływ suszy na kształtowanie powierzchni blaszek liściowych, ale w odniesieniu do soi stwierdzili także Hoogenboom i wsp. (1987) oraz Randal i Sinclair (1988), Samenshima i wsp. (1995) oraz Sarkar (1994). Szczegółowe pomiary wartości SPAD wykazały mniejszą zawartość chlorofilu w liściach roślin łubinu rosnącego na glebie najbardziej suchej 9 (rys. 5). Zmniejszenie powierzchni liściowej oraz zawartości chlorofilu w liściach miało przypuszczalnie wpływ na zmniejszoną produktywność fotosyntezy, a w konsekwencji zmniejszenie plonu i pogorszenie cech jego struktury. Rozumowanie takie potwierdzają badania Itoh i Kumura (1986), Bunce (1988) oraz Michałka i Borowskiego (1998) prowadzone nad uprawą soi w zróżnicowanych warunkach wilgotności podłoża. Większa wrażliwość samokończących odmian łubinu białego na niedobór wody w podłożu i związana z tym niższa plonu oraz redukcja cech jego struktury, jak również istotne zmniejszenie wartości niektórych cech morfologicznych i użytkowych w porównaniu z odmianami tradycyjnymi wynika najprawdopodobniej z większego stosunku masy części nadziemnej do masy korzeni (tab. 1). Samokończąca odmiana łubinu białego Katon wytwarzała wprawdzie w okresie kwitnienia nieco mniejszą masę części nadziemnej niż odmiana tradycyjna Bardo, ale jednocześnie masa korzeni tej odmiany była o wiele mniejsza niż odmiany Bardo. Również z badań Szukały (1999) wynika, że samokończące formy łubinu białego wytwarzają mniejszą biomasa korzeni i brodawek korzeniowych.



Rys. 5. Indeks zieloności liścia (SPAD) roślin łubinu białego rosnących na glebie o różnej wilgotności
Fig. 5. Leaf greenness index (SPAD) of white lupine plants grow in the soil of different moisture

Przypuszczenia dotyczące mniejszej odporności na suszę roślin wytwarzających dużą masę części nadziemnej i małą masę korzeniową potwierdzają badania Grzesiaka i wsp. (1998), w których wykazano, że rośliny strączkowe wytwarzające mniejszą masę korzeniową i u których stosunek masy części nadziemnej do masy korzeni (S/R) jest większy są mniej odporne na suszę. Parametr S/R jest często uwzględniany w hodowli roślin o zwiększonej odporności na suszę (Hurd, 1974; Tardieu i Katerji, 1991).

WNIOSKI

1. Poziom wilgotności gleby miał istotny wpływ na termin i równomierność wschodów badanych odmian łubinu białego. Najwcześniejsze i najbardziej równomierne wschody roślin stwierdzono na glebie najbardziej wilgotnej (70% ppw). Obydwie zróżnicowane morfologicznie odmiany łubinu białego reagowały podobnie na zmianę wilgotności podłoża w odniesieniu do terminu i równomierności wschodów roślin.
2. Zmniejszenie zawartości wody w glebie silnie ograniczało rozwój i plonowanie łubinu. Najślabiej plonował łubin odmiany Katon uprawiany w warunkach najmniejszej wilgotności gleby (30% ppw), a najlepiej odmiany Bardo w warunkach optymalnej wilgotności (70% ppw).
3. Obniżka plonu nasion uzyskanego z roślin rosnących w warunkach niższej wilgotności gleby wynikała z mniejszej obsady strąków na roślinie, mniejszej liczby nasion z rośliny oraz istotnej redukcji masy 1000 nasion.
4. Susza bardzo wyraźnie ograniczała dynamikę gromadzenia masy przez poszczególne organy łubinu. Łubin biały odmiany Katon — typ samokończący był bardziej wrażliwy na niedobór wody w glebie niż odmiany Bardo — typ tradycyjny.

5. Rośliny łubinu odmiany Bardo wytwarzały większą masę poszczególnych organów części nadziemnej i korzeni niż odmiany Katon. Niższy stosunek masy części nadziemnej do masy korzeni (S/R) roślin odmiany Bardo w porównaniu do odmiany Katon, świadczy o większej ich odporności na suszę.

LITERATURA

- Bunce J. A. 1988. Differential responses of photosynthesis to water stress in three soybean cultivars. *Plant Physiol. Biochem.* 26 (4): 415 — 420.
- Grzesiak S., Filek W., Grzesiak M. 1998. Wpływ stresu wodnego na wzrost korzeni różnych odmian roślin strączkowych różniących się wrażliwością na suszę. W: *Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych*. PAN Kraków: 63 — 68.
- Hoogenboom G., Peterson C. M., Huck M. G. 1987. Shoot growth rate soybean as affected by drought stress. *Agronomy J.* 79 (4): 598 — 607.
- Hurd E. A. 1974. Can we breed for drought resistance. In: *Drought injury and resistance in crops*. Larson K. L., Eastin J. D., (eds.). Published by Crop Science Society of America, Madison: 77 — 88.
- Itoh R., Kumura A. 1996. Acclimation of soybean plants to water deficit. II Recovery of photosynthesis and leaf water status under prolonged water deficit. *Jap. J. Crop Sci.* 55 (3): 374 — 378.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1993. Rośliny strączkowe. PWN, Warszawa: 97 — 99.
- Kotecki A. 1990. Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszankach na plon nasion peluszek uprawianych w różnych warunkach glebowych. Rozprawa habilitacyjna, AR Wrocław.
- Michałek S., Borowski E. 1998. Reakcja wybranych odmian soi (*Glycine max* L.) na suszę. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 57, t. 2: 905 — 908.
- Podleśny J. 1994. Możliwości zmniejszenia strat nasion grochu poprzez zastosowanie rośliny podporowej i różnych sposobów zbioru. R (318) IUNG Puławy.
- Podleśny J. 2001. The effect of drought on the development and yielding of two different varieties of the fodder broad bean (*Vicia faba minor*). *J. Appl. Genet.*, 42(3): 283 — 287.
- Podleśny J. 2002. Growth and yields of conventional and determinate forms of white lupine. Raport IUNG (w druku).
- Prusiński J. 1999. Impact of plant density on the yielding of white lupin (*Lupinus albus* L.). In: *Lupin in Polish and European Agriculture*. Polskie Towarzystwo Łubinowe ATR Bydgoszcz: 106 — 110.
- Randall H. C., Sinclair T. R. 1988. Sensitivity of soybean leaf development to water deficits. *Plant, Cell and Environment*, 11 (9): 835 — 839.
- Sameshima R., Sakuratani T., Takenouchi A. 1995. Relationship between transpiration rate of soybean plants (*Glycine max* Merr: cv. Enrei) and soil water content estimated by stem heat balance and heat probe methods. *J. Agricult. Meteorology*, 51 (2): 153 — 157.
- Sarkar R. K. 1994. Studies on some morpho-physiological characters in relation to drought tolerance in soybean. *Indian J. Plant Physiology*, 37 (1): 40 — 42.
- Szukała J., Czekala J. 1999. Dynamika wzrostu biomasy korzeni i brodawek oraz ich skład chemiczny u tradycyjnej i samokończącej odmiany łubinu białego. W: *Lupin in Polish and European Agriculture*. Polskie Towarzystwo Łubinowe ATR Bydgoszcz: 116 — 123.
- Tardieu F., Katerji N. 1991. Plant response to soil water reserve: consequences of the root system environment. *Irrigation Sci.* 12: 145 — 152.

ELŻBIETA PISULEWSKA**JULITA MACIEJEWICZ-RYŚ¹****HALINA GÓRAL**

Akademia Rolnicza w Krakowie

¹ Instytut Zootechniki w Krakowie

Plonowanie, zawartość składników organicznych i jakość białka długogłówkowych form koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.)

Yield, chemical composition and protein quality in long flower head forms of red clover (*Trifolium pratense* L.)

W badaniach przeprowadzonych w latach 1999–2000 porównano plon, zawartość składników organicznych i wartość odżywczą białka zielonki dwóch nowych, długogłówkowych rodów koniczyny czerwonej (9 i 84) z wzorcową odmianą Nike. Plon zielonki odmiany Nike w pierwszym roku użytkowania wynosił 16,3 kg/m², a w drugim 10,1 kg/m². Nowe rody plonowały istotnie niżej, a plon ich stanowił średnio 85% plonu odmiany Nike w pierwszym roku użytkowania i 61% w roku następnym. Zielonka rodów charakteryzowała się większym udziałem liści (46,6% i 51,8%) w porównaniu z odmianą Nike (44,2%). Zawartość białka ogółem w liściach rodów była podobna jak u odmiany Nike (odpowiednio 24,2%, 23,9% i 23,5%), a w łodygach nieco większa u rodów (12,3% i 13,7%) niż u odmiany Nike (11,5%). Liście koniczyny były bogatszym źródłem aminokwasów egzogennych (EAAI 70,4–70,8) niż łodygi (EAAI 53,7–59,4), co znalazło odbicie w wartości odżywczej białka tej frakcji roślin. Stwierdzono ścisłą ujemną zależność pomiędzy rocznym plonem zielonki i średnią zawartością białka oraz dodatnią pomiędzy rocznym plonem zielonki i zawartością lizyny.

Słowa kluczowe: długie główki, koniczyna czerwona, plon zielonki, składniki organiczne, wartość odżywcza

A field experiment was carried out in order to evaluate the yield, chemical composition and nutritive value of two red clover morphotypes (new long-flowered strains 9 and 84) and cv. Nike. It was conducted in a 2-year period (1999–2000). In the successive harvest years, cv. Nike gave the forage yield of 16.3 and 10.1 kg/m², and the yield of new morphotypes averaged 85 and 61% of these values, respectively. Leaves of long-flowered strains provided a larger part (46.6 and 51.8%, respectively) of the total forage yield compared with that of cv. Nike (44.2%). Protein content of leaves in long-flowered strains (24.2 and 23.9%, respectively) was similar to that in cv. Nike (23.5%). The stems of the strains contained slightly more protein than the stems of cv. Nike (12.3 and 13.7% vs. 11.5%). Red clover leaves were a richer source of essential amino acids than stems, and this difference was reflected by the respective EAAI values (leaves: 70.4–70.8; stems: 53.7–59.4). A negative relationship between annual

forage yield and forage protein content, and a positive relationship between annual forage yield and forage lysine content, were found.

Key words: long flower heads, red clover, forage yield, nutrients, nutritious value

WSTĘP

W Katedrze Hodowli Roślin i Nasiennictwa Akademii Rolniczej w Krakowie wytworzono nowe rody koniczyny czerwonej, różniące się długością i liczbą główek. Nowe formy uzyskano w wyniku krzyżowań krótkorurkowej koniczyny czerwonej, chętniej zapylanej przez pszczoły (Jabłoński, 1975, 2001) z odmianą Nike. Charakterystyczną cechą nowych rodów jest wydłużenie kwiatostanu, wpływające dodatnio na wiązanie nasion i równomierne dojrzewanie. Długość główek jest jednak ujemnie skorelowana z liczbą wytwarzanych główek (Góral i Spiss, 1995, 1999; Góral, 1996). Wśród nowych rodów przeprowadzono selekcję pod kątem wielkości plonu nasion z uwzględnieniem długości i liczby wytwarzanych główek (Góral i in., 2002).

Celem pracy była ocena dwóch rodów długogłówkowych, spośród 15 otrzymanych, oraz odmiany Nike pod względem cech generatywnych, wegetatywnych i zawartości składników pokarmowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 1999–2000, w Stacji Doświadczalnej Akademii Rolniczej Prusy koło Krakowa. Przedmiotem badań były dwa rody (9 i 84) koniczyny czerwonej oraz odmiana Nike. Rody wybrano losowo spośród dwóch grup materiałów hodowlanych, uzyskanych z krzyżowań wypierających form długogłówkowych i roślin odmiany Nike. Ród nr 9 stanowiło potomstwo pokolenia BC2N (dwukrotne krzyżowanie wypierające z odmianą Nike), ród 84 był potomstwem pokolenia BC1D (jednokrotne krzyżowanie wypierające z formą długogłówkową). Dwa wymienione rody i odmiana Nike zostały wysiane razem z 13 innymi rodami w dwóch mikrodoświadczeniach 20 maja 1998 roku. Jedno z doświadczeń zostało założone w celu badania plonu zielonej masy (Z), a drugie — plonu nasion (N). Poletka doświadczenia Z składały się z 2 rzędów o długości 1 m i rozstawie 0,25 m, na których wysiano nasiona w ilości odpowiadającej 15 kg/ha. Poletka doświadczenia N składały się także z 2 rzędów, o takiej samej długości i rozstawie z tym, że odległość między poletkami wynosiła 0,5 m, a ilość wysiewu odpowiadała 10 kg/ha. Doświadczenia założono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Nasiona były skaryfikowane i zaprawione Nitraginą. Przed siewem i po pokosach stosowano nawożenie K_2O (120 kg/ha) i P_2O_5 (100 kg/ha). Zbiór świeżej masy w pierwszym i drugim roku użytkowania wykonywano na początku kwitnienia (30–50% poletek z roślinami podczas wybarwiania pąków). Do zbioru nasion w doświadczeniu N pozostawiony był drugi pokos. W tym doświadczeniu pierwszy pokos zebrano podczas butonizacji. W fazie dojrzałości zmierzono długość główek (5 główek z pędów głównych na każdym poletku), policzono i ręcznie zebrano główki, wymłócono je i oceniono plon nasion. Do badań jakościowych zielonki pobrano próbki 0,5 kg z każdego poletka,

oddzielono liście od łodyg i zważono. Próbkę suszono na powietrzu w hali wegetacyjnej. Po wysuszeniu analizowano w nich zawartość podstawowych składników organicznych standardowymi metodami AOAC (1990) oraz poziom aminokwasów oznaczany na automatycznym analizatorze aminokwasów firmy Beckman. Wartość odżywcza białka wyrażono wskaźnikiem aminokwasu ograniczającego — Chemical Score (CS) oraz wskaźnikiem aminokwasów egzogennych (EAAI), obliczonych w stosunku do wzorca, którym był skład aminokwasowy jaja kurzego.

WYNIKI

W pierwszym roku użytkowania rody charakteryzowały się dłuższymi główkami, większą liczbą nasion z główki i większym plonem nasion niż odmiana Nike przy mniejszej liczbie wytwarzanych główek (tab. 1). Różnice były większe w przypadku rodu 84 niż rodu 9. W drugim roku użytkowania oba rody były gorsze od odmiany Nike także pod względem plonu nasion, z powodu znacznie zredukowanej liczby główek na poletkach, wynikającej prawdopodobnie z mniejszej trwałości rodów.

Tabela 1

Długość główek, mm (A), liczba nasion z główki (B), liczba główek z 1 m² (C) i plon nasion, g/m² (D), rodów koniczyny czerwonej w dwóch latach użytkowania
Flower length, mm (A), number of seeds per head (B), number of heads per 1 m² (C) and seed yield (D), g/m², of red clover strains in two years

Ród Strain	I rok użytkowania I harvest year (1999)				II rok użytkowania II harvest year (2000)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Nike	21,4	42,0	1372,0	81,2	22,7	47,1	1174,4	71,9
9	24,8	59,8	1176,3	102,5	27,7	46,3	936,0	46,1
84	29,2	74,2	909,1	105,1	33,9	54,8	751,3	49,8
NRI, LSD _(0,05) ¹	4,2	10,2	205,5	23,2	3,7	15,5	315,6	NI, NS

¹ Obliczono na podstawie błędu całego doświadczenia

¹ Based on the whole experiment error estimate

NI, NS — nieistotne, not significant

W I pokosie pierwszego roku użytkowania rody wytwarzały niewiele mniej świeżej masy w porównaniu z odmianą Nike (tab. 2). W kolejnych pokosach plon zielonki nowych rodów stanowił średnio 72% i 78% plonu odmiany wzorcowej. W drugim roku użytkowania obserwowano znaczne zmniejszenie plonu zielonki u rodów i odmiany Nike, zwłaszcza w I i III pokosie, przy czym rody plonowały wyraźnie słabiej niż odmiana. Średni plon zielonki rodów w I pokosie drugiego roku użytkowania wynosił tylko około 35% plonu z roku poprzedniego, a w przypadku odmiany Nike prawie 50%. W następnym pokosie plon zielonki odmiany wzorcowej wzrósł do 85% plonu z roku poprzedniego, a w przypadku rodów wynosił 81% i 60%, odpowiednio dla rodu 84 i 9. Roczny plon świeżej i suchej masy rodów stanowił średnio około 85% plonu odmiany Nike w pierwszym roku użytkowania i około 60% w roku następnym (tab. 3). Bardzo podobnie do plonu zielonki układały się w dwóch latach użytkowania wysokość roślin i liczba pędów na jednostce powierzchni. Rody charakteryzowały się zbliżoną do odmiany Nike wysokością i liczbą

wytwarzanych pędów tylko w I pokosie pierwszego roku użytkowania. W następnych pokosach i drugim roku użytkowania wartości tych cech były mniejsze u rodów niż u odmiany.

Tabela 2

Plon zielonej masy, wysokość roślin i liczba pędów na 1 m² rodów koniczyny czerwonej w dwóch latach użytkowania

Forage yield, plant height and number of shoots per 1 m² for strains of red clover in two years

Cecha Trait	Ród Strain	I rok użytkowania I harvest year (1999)			II rok użytkowania II harvest year (2000)		
		pokosy cuts			pokosy cuts		
		I (01.06)	II (14.07)	III (01.09)	I (18.05)	II (10.07)	III (29.08)
Zielona masa	Nike	7,60	5,78	2,90	3,76	4,92	1,46
Forage yield	9	7,38	4,60	2,40	2,24	2,76	0,72
kg/m ²	84	7,20	3,74	2,14	2,84	3,04	0,68
	NRI; LSD _(0,05) ¹	1,06	0,72	0,60	0,96	1,10	0,48
Wysokość	Nike	90,2	80,0	65,2	65,0	63,8	41,3
roślin	9	92,0	71,5	64,2	60,0	56,2	31,2
Plant height	84	83,0	65,5	56,2	51,2	51,2	27,5
cm	NRI; LSD _(0,05) ¹	7,2	6,5	6,5	9,5	6,4	7,7
Liczba	Nike	714,4	529,6	403,6	718,0	509,0	274,4
pędów/m ²	9	734,0	473,6	353,6	510,4	368,0	131,0
Number of	84	704,0	383,0	219,0	580,2	388,0	81,0
shoots/m ²	NRI; LSD _(0,05) ¹	124,4	108,8	74,6	113,8	NI, NS	82,4

¹ Obliczono na podstawie błędu całego doświadczenia

¹ Based on the whole experiment error estimate

NI, NS — Nieistotne, Not significant

Tabela 3

Plon zielonej i suchej masy rodów koniczyny czerwonej w dwóch latach użytkowania (suma pokosów)

Forage and dry matter yield for strains of red clover in two years (total for all cuts)

Cecha Trait	Ród Strain	I rok użytkowania I harvest year (1999)	II rok użytkowania II harvest year (2000)	Razem Total
Zielona masa	Nike	16,28	10,14	26,42
Forage yield	9	14,38	5,72	20,10
kg/m ²	84	13,18	6,56	19,74
Sucha masa	Nike	2,55	1,61	4,16
Dry matter yield	9	2,25	0,88	3,13
kg/m ²	84	2,07	1,02	3,09

W kolejnych pokosach obserwowano stopniowy wzrost zawartości suchej masy w zielonce, natomiast nie stwierdzono większych różnic ani między badanymi obiektami ani między latami użytkowania (tab. 4). Najmniej białka ogółem zawierała zielonka z I pokosu w pierwszym roku użytkowania. W dwóch kolejnych pokosach zawartość białka stopniowo wzrastała. Największe różnice w zawartości białka między pokosami obserwowano w przypadku odmiany Nike. Rody we wszystkich pokosach odznaczały się większą zawartością białka ogółem niż odmiana Nike. W drugim roku użytkowania w I i III pokosie było więcej białka niż rok wcześniej, zwłaszcza w przypadku odmiany Nike i rodu 9. Ród 84 charakteryzował się największą i najbardziej stabilną zawartością białka

z kolejnych pokosów w obu latach użytkowania. Zawartość białka ogółem była dodatnio skorelowana z udziałem liści ($r = 0,54^*$), a ujemnie z plonem zielonki ($r = -0,74^*$).

Tabela 4

Procentowa zawartość suchej masy, białka (% s.m.), włókna surowego (%s.m.), liści i łodyg w koniczynie czerwonej w zależności od rodu, pokosu i roku użytkowania
Percentage of dry matter, crude protein (%DM), crude fibre (%DM), leaves and stems of red clover as affected by strains, cutting and year of growing

% zawartości suchej masy, białka ogółem, włókna, liści i łodyg % of dry matter, crude protein, crude fibre, leaves and stems	Pokos Cut	Rok Year					
		1999			2000		
		Nike	9	84	Nike	9	84
Sucha masa (s.m.), %	I	13,96	14,12	14,38	14,08	13,93	14,18
Dry matter (DM), %	II	15,81	15,92	16,36	16,01	15,65	16,04
	III	19,89	19,86	19,82	19,89	19,82	19,78
Białko ogółem, % s.m.	I	15,40	16,86	18,96	17,73	19,27	19,63
Crude protein, %DM	II	18,05	18,52	19,67	17,74	18,06	19,28
	III	17,59	18,49	20,43	19,38	21,03	20,96
Włókno surowe, % s.m.	I	26,91	26,05	24,37	22,32	22,16	21,29
Crude fibre, %DM	II	28,76	29,79	27,23	24,82	25,29	23,62
	III	25,77	24,22	22,11	23,62	21,11	20,75
Udział liści, %	I	43,92	47,15	52,72	46,39	43,22	48,57
Percentage of leaves	II	35,14	36,30	40,59	37,09	33,49	37,37
	III	50,89	56,78	62,28	51,77	62,50	68,99
Udział łodyg, %	I	56,08	52,85	47,28	53,61	56,78	51,43
Percentage of stems	II	64,86	63,70	59,41	62,91	66,51	62,63
	III	49,11	43,22	37,72	48,23	37,50	31,01

Najwięcej włókna surowego było w II pokosie w obu latach użytkowania, a w pokosie III było go mniej niż w I (tab. 4). W II pokosie był także największy udział łodyg w zielonce. W drugim roku użytkowania było średnio mniej włókna i więcej białka. Najmniej włókna surowego zawierała zielonka rodu 84, co wynikało z większego udziału liści. Zależność między zawartością włókna surowego a udziałem liści była ujemna i istotna ($r = -0,66^*$).

Zmiany udziału liści w zielonce w zależności od pokosu przebiegały podobnie w obu kolejnych latach. Najwięcej liści było w III, a najmniej w II pokosie (tab. 4). U wszystkich badanych obiektów obserwowano podobny spadek udziału liści w II pokosie w stosunku do pokosu I (średnio o 10,3%). W III pokosie u odmiany Nike udział liści zwiększył się o 15,2% w stosunku do pokosu II, a u rodów o 21,1% w pierwszym i o 30,3% w drugim roku użytkowania. Rody zwłaszcza w pierwszym roku oraz w III pokosie drugiego roku użytkowania były bardziej ulistnione niż odmiana.

Wyraźne zróżnicowanie zawartości białka ogółem w liściach poszczególnych obiektów zaobserwowano tylko w I pokosie (tab. 5). W pierwszym roku użytkowania ród 84 zawierał o 2,3% białka więcej niż odmiana Nike, a w drugim roku użytkowania ród 9 charakteryzował się większą zawartością białka niż odmiana Nike (odpowiednio 25,92%

i 23,06%). W pozostałych pokosach zawartość białka w liściach badanych obiektów była podobna.

Tabela 5

Zawartość białka i włókna surowego (% s.m.) w liściach i łodygach w zależności od roku, pokosu i roku użytkowania
Crude protein and crude fibre content (% DM) of red clover leaves and stems as affected by strains, cuts and year of cultivation

Zawartość białka ogółem i włókna surowego Crude protein and crude fibre content	Pokos Cut	Rok Year					
		1999			2000		
		Nike	9	84	Nike	9	84
liście leaves							
Białko ogółem % s.m.	I	21,82	22,89	24,12	23,06	25,92	23,87
Crude protein % DM	II	24,72	24,87	24,69	22,82	23,38	23,17
	III	23,48	23,01	23,82	24,94	25,09	23,68
Włókno surowe % s.m.	I	19,02	18,53	18,17	16,23	15,10	17,20
Crude fibre % DM	II	19,80	19,31	20,37	17,78	17,05	17,47
	III	19,32	18,08	18,47	16,89	16,58	17,07
łodygi stems							
Białko ogółem % s.m.	I	8,42	9,35	10,95	11,40	12,21	14,05
Crude protein % DM	II	11,50	11,96	13,46	12,31	13,21	13,44
	III	11,68	12,73	14,99	13,60	14,47	15,09
Włókno surowe % s.m.	I	35,54	35,45	34,02	29,68	29,69	26,69
Crude fibre % DM	II	37,54	40,63	35,74	32,39	32,81	30,31
	III	32,25	32,06	27,95	30,65	28,45	28,69

Frakcja łodyg z I pokosu zawierała najmniej białka. W następnych pokosach zawartość białka stopniowo rosła, osiągając we wszystkich obiektach w III pokosie pierwszego roku użytkowania średnio o 3,6% więcej białka w stosunku do pokosu I. W następnym roku kierunek zmian był podobny, lecz różnice mniejsze. Nowe rody koniczyny odznaczały się w obu latach większą zawartością białka ogółem w łodygach niż odmiana Nike. Wyróżniał się pod tym względem ród 84, u którego w drugim roku użytkowania w suchej masie łodyg było więcej białka niż w pierwszym roku.

Liście koniczyny czerwonej, zbieranej w pierwszym roku użytkowania zawierały średnio o 2,2% więcej włókna surowego niż w drugim roku, natomiast nie stwierdzono wyraźnych różnic w ilości włókna w liściach pomiędzy obiektami i pokosami (tab. 5). W łodygach koniczyny z pierwszego roku użytkowania udział włókna surowego był także większy niż w roku następnym. U wszystkich obiektów było go najwięcej w II pokosie.

W liściach było więcej wszystkich aminokwasów egzogennych niż w łodygach (tab. 6). Największe różnice stwierdzono w ilości leucyny, lizyny, fenyloalaniny i metioniny. Znalazło to odbicie we wskaźnikach wartości odżywczej białka (EAAI, CS) tych części roślin. Wskaźnik aminokwasów egzogennych (EAAI) liści był większy niż łodyg o około 18% dla odmiany Nike i roku 9 i o około 29% dla roku 84 w pierwszym roku użytkowania. W roku następnym różnica między wartością odżywczą białka liści i łodyg była mniejsza i wynosiła odpowiednio 16% oraz 19%.

Tabela 6

Zawartość niezbędnych aminokwasów (g/16gN) oraz wskaźniki wartości odżywczej białka (CS i EAAI) w zależności od rodu, części rośliny i roku użytkowania

Essential amino acid content and indices of the nutritious value of red clover protein (CS, EAAI) according to the strains, part of plant and year of cultivation

Aminokwasy Amino acids	Rok Year	Koniczyna czerwona Red clover					
		Nike		Ród 9		Ród 84	
		liście leaves	łodygi stems	liście leaves	łodygi stems	liście leaves	łodygi stems
Treonina	1999	3,76	3,02	3,90	3,15	3,96	2,75
Threonine	2000	3,56	3,17	3,74	3,05	3,84	3,03
Walina	1999	5,45	4,53	5,79	4,85	5,74	4,33
Valine	2000	5,08	4,32	4,81	4,11	5,10	3,60
Izoleucyna	1999	4,07	3,20	4,32	3,38	4,42	2,92
Isoleucine	2000	4,66	3,48	4,43	3,57	4,01	3,07
Leucyna	1999	7,38	5,32	7,75	5,60	7,81	4,84
Leucine	2000	7,79	5,57	7,38	5,80	6,80	5,13
Tyrozyna	1999	2,81	2,22	2,88	2,34	2,96	2,08
Tyrosine	2000	2,95	2,50	2,84	2,43	3,09	2,47
Fenylalanina	1999	5,11	3,50	5,40	3,74	5,36	3,21
Phenylalanine	2000	5,30	3,77	5,04	3,62	5,30	3,66
Histydyna	1999	2,02	1,84	2,13	2,03	2,16	1,80
Histidine	2000	1,78	1,59	1,69	1,64	1,68	1,64
Lizyna	1999	4,87	4,25	5,12	4,62	5,06	3,94
Lysine	2000	3,53	3,10	3,23	3,09	3,32	2,96
Arginina	1999	4,22	3,11	4,47	3,53	4,50	3,09
Arginine	2000	4,13	3,2	3,97	3,22	4,08	3,12
Cystyna	1999	1,09	1,06	1,05	1,05	1,02	0,91
Cystine	2000	1,06	1,01	1,01	1,02	0,98	0,93
Metionina	1999	1,29	0,96	1,44	1,12	1,43	0,93
Methionine	2000	1,27	1,02	1,14	1,04	1,18	1,08
CS	1999	36,0	30,6	37,7	32,8	37,1	27,8
	2000	35,3	30,7	32,5	31,2	32,7	30,4
EAAI	1999	72,0	58,2	75,6	62,3	75,9	54,1
	2000	68,8	56,6	65,6	56,5	65,7	53,3

Nie stwierdzono wyraźnych różnic w zawartości większości aminokwasów egzogennych pomiędzy badanymi obiektami koniczyny czerwonej, natomiast zielonka z pierwszego roku zawierała znacznie więcej lizyny niż z drugiego roku użytkowania (tab. 6). W pierwszym roku było więcej lizyny w liściach i łodygach odmiany Nike (średnio o 24%), natomiast u rodów 9 i 84, odpowiednio o 35% i 29% niż w roku następnym. Odbiciem tego były większe wskaźniki wartości odżywczej białka (EAAI) w pierwszym roku użytkowania, a największa różnica w stosunku do drugiego roku wynosiła 10 punktów procentowych i dotyczyła frakcji liści nowych rodów koniczyny. Białko nowych rodów w pierwszym roku użytkowania było nieco lepsze (średnio o około 6%) niż odmiany Nike, natomiast w następnym roku niewielką przewagę miało białko wzorcowej odmiany Nike. Wykazano ścisłą zależność pomiędzy rocznym plonem zielonki a średnią zawartością lizyny ($r = 0,92^{**}$), natomiast korelacja między zawartością lizyny a średnią zawartością białka była ujemna, ale nieistotna ($r = -0,54$).

DYSKUSJA

Masa, skład i jakość zbieranej zielonki są uzależnione głównie od terminu zbioru, a ściślej od fazy fenologicznej roślin w momencie zbiorów, od dynamiki wzrostu poszczególnych odmian, a także od warunków glebowo-klimatycznych i sposobu zbioru (Tomaszewski, 1988; Buxton i Fales, 1994; Wilczek i in., 1999 a, b). Dostateczna ilość opadów w 1999 roku (choć nierównomiernie rozłożonych) oraz odpowiednia temperatura w sezonie wegetacyjnym spowodowały, że plon zielonki odmiany wzorcowej Nike oraz nowych rodów koniczyny był dość wysoki w stosunku do wyników doświadczeń odmianowych COBORU (Broniarz, 1999). Znaczne obniżenie plonu zielonej i suchej masy koniczyny w roku następnym było wynikiem niekorzystnych warunków pogodowych. Nadmierna ilość opadów w miesiącach letnich i niskie temperatury (w lipcu opady przekraczały średnią wieloletnią ponad trzykrotnie i były skumulowane w III dekadzie miesiąca, a średnia temperatura była niższa o 2,3°C) wpłynęły na znaczne obniżenie zarówno plonu zielonki w III pokosie jak i plonu nasion. Wilczek (1984 a) wykazał, że decydujący wpływ na plon nasion mają warunki meteorologiczne w okresie kwitnienia roślin i dojrzewania nasion, które kształtują takie elementy struktury plonu jak liczba nasion w główce, procent ich osadzania i masa 1000 nasion. W przypadku warunków skrajnie niekorzystnych dla oblotu owadów zapylających może nie dojść do zawiązania nasion (Wilczek, 1984 b).

Mniejsza liczba główek u badanych rodów koniczyny czerwonej, wynikająca z mniejszej trwałości oraz większa wrażliwość na warunki pogodowe niż odmiany Nike spowodowały, że plon nasion tych rodów zmniejszył się w drugim roku użytkowania o ponad 50%, podczas gdy u odmiany Nike tylko około 12% w stosunku do roku poprzedniego. Oba rody wykazały większy plon nasion niż odmiana Nike, przy nieznacznie mniejszym od niej plonie zielonej masy tylko w pierwszym pokosie pierwszego roku użytkowania. Badane rody reprezentują typ koniczyny nadający się do krótkotrwałego użytkowania. U rodów utrzymała się, znana z wcześniejszych badań (Góral i Spiss, 1995, 1999; Góral, 1996), tendencja zmniejszenia liczby wytwarzanych główek przy zwiększeniu ich długości.

Mniejszy plon zielonki wszystkich obiektów w I pokosie drugiego roku użytkowania niż w pierwszym roku świadczy prawdopodobnie o słabej kondycji roślin po zimie, co odbiło się także na całorocznym plonie. Nowe rody okazały się bardziej wrażliwe, ponieważ plon I pokosu w drugim roku użytkowania stanowił średnio tylko około 35% ich plonu z pierwszego roku, natomiast plon odmiany Nike prawie 50%. Broniarz (1999) zwrócił uwagę, że zimotrwałość roślin ma decydujący wpływ na plony motylkowatych. W badaniach Petersona i wsp. (1992) plon zielonki z I pokosu koniczyny czerwonej w drugim roku jej użytkowania wynosił tylko 30% plonu z roku poprzedniego. Również Tomaszewski (1988) stwierdził, że plon zielonki koniczyny w drugim roku uprawy był mniejszy o około 20% u odmian diploidalnych i o 15% u odmian tetraploidalnych.

W pierwszym roku użytkowania procentowy udział plonów z poszczególnych pokosów w rocznym plonie zielonki u odmiany Nike rozkładał się podobnie (47–35–18%) jak diploidalnych odmian koniczyny czerwonej w badaniach Borowieckiego i wsp. (1996).

W przypadku nowych rodów plon I pokosu w pierwszym roku użytkowania stanowił 53% plonu rocznego, co świadczy o ich szybszym wzroście, natomiast udział plonów pozostałych pokosów wynosił odpowiednio 30 i 17%. Wartości te były zbliżone do wyników uzyskanych przez Wilczka i wsp. (1999 a) dla tetraploidalnych odmian koniczyny czerwonej odznaczających się większą dynamiką wzrostu.

Zawartość białka ogółem w zielonce zależy od fazy wzrostu roślin w momencie zbioru i jest powiązana z wielkością plonu (Martyniak, 1981; Peterson i in., 1992; Borowiecki i in., 1996). Mniejszym plonom zielonki w drugim roku użytkowania towarzyszyła większa zawartość białka ogółem. Wykazano ujemną zależność między średnią ilością białka ogółem w zielonce a jej plonem ($r = -0,74^*$). Mniejszy poziom białka ogółem u odmiany Nike, która plonowała lepiej niż nowe rody, mógł być spowodowany również mniejszym udziałem liści w zielonce tej odmiany z powodu dodatniej korelacji między udziałem liści a zawartością białka ogółem w zielonce ($r = 0,54^*$), podobnie jak w przypadku badań u lucerny (Maciejewicz-Ryś i in., 2001).

Wyniki badań Wilczka i wsp. (1999 b) wskazują, że warunki pogodowe mają wpływ nie tylko na wielkość plonu, lecz również na zróżnicowany skład chemiczny zielonki. Lyttleton (1973) stwierdził, że zawartość białka w zielonce zależy w znacznym stopniu od warunków w jakich rosną rośliny, a więc od temperatury, dostępności wilgoci, zasobności gleby, wieku roślin i sposobu zbioru. Minson (1990) zwrócił uwagę, że koniczyna czerwona rosnąca w wyższej temperaturze zawierała więcej białka.

Średnia ilość białka w zielonce u odmiany Nike mieściła się w zakresie wartości podanych przez Tomaszewskiego (1988) dla diploidalnych odmian koniczyny, natomiast w nowych rodach koniczyny białka było więcej i uzyskane wyniki w niektórych pokosach były nawet większe niż przytoczone przez tego autora wartości dla bogatszych w białko odmian tetraploidalnych. Podobnie jak Tomaszewski (1988), obserwowano spadek udziału liści w zielonce z I pokosu w drugim roku użytkowania koniczyny, a dotyczyło to głównie nowych rodów.

Zawartość białka w liściach i łodygach badanych obiektów była pośrednia pomiędzy wynikami cytowanymi przez Minsona (1990), tj. odpowiednio 21,6 i 8,2% s.m., a rezultatami uzyskanymi przez Petersona i wsp. (1992), tj. odpowiednio 25,6 i 11,7% s.m. Potwierdzono obserwacje Buxtona i wsp. (1985), że w liściach i łodygach koniczyny czerwonej z pokosów jesiennych było więcej białka niż na wiosnę, i że towarzyszyło temu obniżenie ilości łodyg w zielonce z III pokosu.

Ilość białka ogółem i włókna surowego w liściach koniczyny czerwonej z kolejnych pokosów była dość stabilna, natomiast zróżnicowany był skład chemiczny łodyg i to on, obok procentowego udziału łodyg, decydował o wartości zielonki. Do podobnych wniosków doprowadziły wyniki badań odmian lucerny (Maciejewicz-Ryś i in., 2001). Porównując te gatunki roślin motylkowatych stwierdzono, że koniczyna czerwona zawierała więcej liści a mniej łodyg w zielonce niż lucerna, co było zgodne z wcześniejszymi obserwacjami Bowleya i wsp. (1988).

Skład aminokwasowy białka badanych odmian koniczyny czerwonej był zbliżony do wyników cytowanych przez innych autorów (Tedeschi i in., 2001), natomiast zawartość lizyny zarówno w liściach, jak i w łodygach, różniła się w dwóch kolejnych latach zbioru.

Wykazano ściśle powiązanie średniego poziomu lizyny w zielonce i jej plonu w danym roku ($r = 0,92^{**}$).

WNIOSKI

1. Rody koniczyny czerwonej charakteryzowały się dłuższymi główkami w obu latach użytkowania niż odmiana Nike oraz większą liczbą nasion z główki i większym plonem nasion tylko w pierwszym roku użytkowania. W obu latach użytkowania wytwarzały znacznie mniej główek w porównaniu z odmianą Nike.
2. Plon zielonki nowych rodów koniczyny stanowił średnio 85% plonu odmiany Nike w pierwszym roku użytkowania i około 60% w roku następnym.
3. W pierwszym roku użytkowania było mniej białka ogółem w suchej masie, lecz o wyższej wartości odżywczej i więcej włókna surowego, zwłaszcza w łodygach. U nowych rodów stwierdzono większy udział liści niż u odmiany Nike.
4. Nowe rody koniczyny, zwłaszcza ród o dłuższych główkach, zawierały w suchej masie nieco więcej białka ogółem i mniej włókna surowego oraz więcej liści i mniej łodyg niż odmiana Nike.
5. Liście koniczyny były bogatszym źródłem aminokwasów egzogennych niż łodygi, co znalazło odbicie w wartości odżywczej białka tej frakcji roślin. Stwierdzono ścisłą ujemną zależność pomiędzy rocznym plonem zielonki a średnią zawartością białka oraz dodatnią z zawartością lizyny.

LITERATURA

- Borowiecki J., Małyśiak B., Maczuga A. 1996. Plonowanie odmian koniczyny czerwonej w zależności od częstotliwości koszenia w dwuletnim użytkowaniu. Pam. Puł. 108: 50 — 58.
- Bowley S. R., Dougherty C. T., Taylor N. L., Cornelius P. L. 1988. Comparison of yield components of red clover and alfalfa. Can. J. Plant Sci. 68: 103 — 114.
- Broniarz J. 1999. Motylkowate drobnonasiennne. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. COBORU, Słupia Wielka, 1156: 5 — 63.
- Buxton D. R., Fales S. L. 1994. Plant environment and quality. In: „Forage quality, evaluation and utilization”. (Ed. G. C. Fahley, Jr), Am. Sci. Agr., Inc., Madison: 155 — 199.
- Buxton D. R., Hornstein J. S., Wedin W. F., Marten G. C. 1985. Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover. Crop Sci. 25: 273 — 279.
- Góral H. 1996. Skuteczność selekcji w kierunku zwiększania liczby kwiatów w główkach krótkorurkowej populacji koniczyny czerwonej. Biul. IHAR 200: 367 — 372.
- Góral H., Przydatek J., Spiss L. 2003. Selekcja na długość i liczbę główek z rośliny u koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.). Biul. IHAR 226/227, zesz. 2: 525 — 531.
- Góral H., Spiss L. 1995. Cecha długiego kwiatostanu u koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.) i jej znaczenie dla plonu nasion. Acta Agr. et Silv. ser. Agraria XXXIII: 13 — 18.
- Góral H., Spiss L. 1999. Mieszańce odmiany Nike z długogłówkową formą koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.). Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Nauk. 62: 101 — 106.
- Jabłoński B. 1975. Porównanie krótkorurkowej populacji koniczyny czerwonej z odmianami uprawianymi w kraju. Pszczeln. Zesz. Nauk. XIX: 31 — 38.
- Jabłoński B. 2001. Agronomic and beekeeping value of short — tube populations of red clover (*Trifolium pratense* L.). J. Apicultural Sci. 45: 37 — 50.
- Lyttleton J. W. 1973. Proteins in herbage. In: Chemistry and biochemistry of herbage. G. W. Butler, R. W. Bailey (eds). Acad. Press, London, N. Y., Vol. I: 88 — 103.

- Maciejewicz-Ryś J., Pisulewska E., Zając T. 2001. Porównanie wartości pokarmowej lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) oraz wielolistnej formy lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.) w zależności od pokosu i roku użytkowania. *Rocz. Nauk. Zoot.* 28: 175 — 187.
- Martyniak J. 1981. Wpływ częstego koszenia na plon suchej masy i białka odmian diploidalnych i tetraploidalnych koniczyny łąkowej. *Biul. Oceny Odmian*, IX: 217 — 225.
- Minson D. J. 1990. Crude de protein in forage. In: „Forage in Ruminant Nutrition” (ed. T. J. Cunha) Acad. Press, Inc., San Diego, N.Y., Boston: 178 — 190.
- Petersen P. R., Sheaffer C. C., Hall M. H. 1992. Drought effects on perennial forage legume yield and quality. *Agron. J.* 84: 774 — 779.
- Tedeschi L. O., Pell A. N., Fox D. G., Llamas C. R. 2001. The amino acid profiles of the whole plant and four plant residues from temperate and tropical forages. *J. Anim. Sci.*, 79: 525 — 532.
- Tomaszewski Z. 1988. Porównanie wartości rolniczej diploidalnych i tetraploidalnych form koniczyny czerwonej (*Trifolium pratense* L.). *Biul. IHAR* 168: 55 — 64.
- Wilczek M. 1984 a. Agroekologiczne aspekty rejonizacji plantacji nasiennych koniczyny czerwonej (*T. pratense* L.) na terenie Lubelszczyzny. Cz. I. Rejony produkcji a struktura plonów nasion. *Biul. IHAR* 154: 93 — 102.
- Wilczek M. 1984 b. Agroekologiczne aspekty rejonizacji plantacji nasiennych koniczyny czerwonej (*T. pratense* L.) na terenie Lubelszczyzny. Cz. II. Plony nasion. *Biul. IHAR* 154: 103 — 109.
- Wilczek M., Ćwintal M., Wilczek P. 1999 a. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Cz. II. Plonowanie. *Biul. IHAR*, 210: 109 — 118.
- Wilczek M., Ćwintal M., Andruszczyszyn K. 1999 b. Plonowanie i jakość tetraploidalnej koniczyny łąkowej (czerwonej) w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Cz. III. Jakość. *Biul. IHAR* 210: 119 — 129.

DANUTA MARTYNIAKSamodzielna Pracownia Traw i Roślin Motylkowatych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Cechy biologiczne warunkujące wartość gazonową i nasienną wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) w świetle literatury

Biological traits determining turf performance and seed value of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) — literature review

Na podstawie wybranych 91 pozycji polskiej i zagranicznej literatury dokonano przeglądu cech biologicznych pod względem ich wpływu na wartość gazonową i nasienną wiechliny łąkowej. Uwzględniono też zjawisko apomiksji u tego gatunku, która według wielu autorów zawęża zmienność cech biologicznych i ma wpływ na ich odziedziczalność. Omówiono kryteria oceny ogólnego wyglądu estetycznego trawnika wiechliny łąkowej w zależności od barwy, smukłości i delikatności liścia oraz zdolności zadarniania oraz powolności odrastania roślin. Przedstawiono zależności pomiędzy zdolnością reprodukcyjną a ulistnieniem pędów generatywnych, strukturą kwiatostanu i masy tysiąca nasion, a także cechami fenologicznymi. Na wartość gazonową i plon nasion znaczny wpływ ma odporność na rdze, mączniak prawdziwy i plamistość liści. Dodatkowo uwzględniono problem wpływu głównych cech użytkowych, takich jak: ogólny aspekt estetyczny trawnika i plon nasion na wartość trawnikowo-nasienną (gospodarczą) wiechliny łąkowej.

Słowa kluczowe: cechy biologiczne, choroby, *Poa pratensis* L., wartość gazonowa, zdolność reprodukcyjna

The biological traits and their effects on turf performance and seed value of *Poa pratensis* have been described based on 91 positions of Polish and foreign topic literature. The apomixity phenomenon and its influence on a low variability of the biological traits were also taken into consideration. Turf performance of Kentucky bluegrass found to be determined by such traits as: colour, density of turf, leaf fineness and slow re-growth. Seed yield can depend on a number of generative tillers, structure of inflorescent, thousand seed weight and phenological traits. Diseases such as rust, powdery mildew and leaf spot may significantly decrease both the value of turf and seed yield. Influence of the main traits on an economical value of *Poa pratensis* cultivars is discussed.

Key words: biological traits, disease, *Poa pratensis* L., ability to reproduction, turf performance, seed performance

WSTĘP

Wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) jest jednym z ważniejszych gatunków traw nadających się na trawniki. Należy ona do rodziny traw *Poaceae* = *Gramineae* (Falkowski, 1982, Frey, 2000).

Na obszarze Polski występuje około 190 gatunków traw. Z tej ogromnej liczby tylko część ma zastosowanie gospodarcze, a zaledwie kilkanaście nadaje się na tereny zieleni. Spośród 24 gatunków traw hodowanych w Polsce, tylko osiem gatunków jest wykorzystywanych na różnego rodzaju trawniki. Gatunkom i odmianom przeznaczonym na trawniki stawia się szczególnie duże wymagania użytkowe (Falkowski, 1982, Rutkowska i Hempel, 1986).

Wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) swoim zasięgiem obejmuje ona rozległe regiony geograficzne, zaś w Polsce występuje na obszarze całego kraju. Jednocześnie jest gatunkiem o największym zróżnicowaniu stopnia ploidalności, a jej somatyczna liczba chromosomów $2n$ waha się od 25 do 147 (Falkowski, 1982; Kłysz i Janku, 2002). Jest jednym z najczęściej wysiewanych gatunków traw na tereny zieleni, w Polsce i na świecie. Zalicza się ją do najbardziej wartościowych traw gazonowych. Niezastąpiona jest zwłaszcza na trawnikach sportowych, ze względu na swoją — poznaną już wcześniej w użytkowaniu pastwiskowym — cechę doskonałej trwałości. Rośliny tego gatunku są wytrzymałe na deptanie i bardzo dobrze znoszą niskie i częste koszenie. Tworzą one gęstą i mocną darń, dzięki cesze silnego krzewienia się i wytwarzania dużej liczby pędów wegetatywnych. Rośliny wieloletnie mają też zdolność wytwarzania rozłogów i odnawiania runi (Falkowski, 1982; Rutkowska i Hempel, 1986).

Cechy biologiczne materiału wyjściowego wiechliny łąkowej, a zwłaszcza ich szeroka zmienność decydują w znacznym stopniu o sukcesie hodowlanym, a tym samym o postępie biologicznym gatunku. Spośród gatunków traw wiechlina łąkowa wyróżnia się w większości apomiktycznym rozmnażaniem, czyli zdolnością do bezpłciowego wytwarzania nasion, z pominięciem uprzedniego zapłodnienia (van Dijk, 1971; Hoffman i in., 1975; Barcaccia i Falicinielli, 1980; Savidan, 1980; Szota, 1997). Najczęściej występuje zjawisko apomiksji fakultatywnej, które stwarza szansę otrzymania roślin pochodzących z obcozapylenia, które waha się od 0–29% (Kaszuba i Ostrowska, 1994). Apomiktyczne nasiona często rozwijają się z diploidalnych komórek matecznych, wówczas potomstwo jest prawie identyczne jak roślina mateczna (Szota, 1997). Wiechlina łąkowa oprócz wspomnianego rozmnażania przez nasiona rozmnaża się także wegetatywnie przez rozłogi (klonowanie).

W celu uzyskania odpowiedniej zmienności cech w materiale wyjściowym o dużej apomiktyczności, stosuje się szereg metod: naświetlanie promieniami X (Julen i Akenberg, 1986; Den Nijs, 1989), a nawet traktowanie regulatorami wzrostu (Matzk, 1991). W zasadzie większość odmian tego apomiktycznego gatunku wywodzi się z pojedynczych roślin (Kaszuba i Ostrowska, 1994). Najczęściej pozytywne wyniki osiąga się w hodowli stosując metodą selekcji i wyboru pojedynczków o pożądanych cechach, z materiału wyjściowego (Kaszuba i Ostrowska, 1994).

Zjawisko apomiksji ma istotne znaczenie w procesie hodowli i produkcji np. do utrwalania efektu heterozji, bowiem umożliwia mieszańcom zachować heterozyjny wigor u form pastewnych. (Falkowski, 1982). W reprodukcji nasion apomiktyczność nie stanowi przeszkody, a nawet jest czynnikiem pozytywnym, ze względu na stabilność genotypu (rośliny są jednorodne przez kilka pokoleń). Wobec zróżnicowanego stopnia apomiktyczności przy reprodukcji wiechliny łąkowej stosuje się w praktyce izolację przestrzenną plantacji taką jak u gatunków traw obcocylnych (200 m). Odmiana taka jest, przy tym, wyrównana fenotypowo, co ułatwia jej rejestrację (Kaszuba i Ostrowska, 1994).

Cechy biologiczne i wartość gazonowa

Smukłość i delikatność liścia jest jedną z ważniejszych morfologicznych cech wiechliny łąkowej o charakterze gazonowym. Jest to cecha, silnie genetycznie uwarunkowana (bardziej niż długość blaszki liściowej), co jest korzystne w hodowli (Eren, 1972). Delikatny i wąski liść jest uważany przez wielu Domański, 1992; Prończuk, 1993; van Wijk, 1993; Waldron i in., 1998; Żyłka i Prończuk, 1998) za jedną z podstawowych cech, wysokiej jakości trawnika. W hodowli amerykańskiej wśród kilku typów wiechliny łąkowej wyróżnia się typ wąskolistny i szerokolistny (Bara i in., 1994). Makowiecki (1969) uważa, że formy wąskolistne nadają się na stanowiska suche i alkaliczne, zaś szerokolistne na żyzne i wilgotne.

Nie kwestionowaną cechą przydatności roślin na cele gazonowe jest ich barwa liści. Większość autorów (hodowców) uznaje, za korzystniejszą waloryzację w kierunku od jasnej do ciemnej zieleni. Natomiast Makowiecki (1969) uważa, że niektóre formy wiechliny łąkowej, o wyraźnym niebieskozielonym zabarwieniu i nieco szerszym liściu, nadają się do warunków cienia i dlatego winny być uwzględnione w pracach hodowlanych.

Bardzo ważną cechą użytkową trawników jest zagęszczenie runi, technologicznie określane jako zadarnianie (Document, 1992; van Wijk, 1993; Kaszuba i Ostrowska, 1994; Prończuk i in., 1997; Waldron i in., 1998). Wielu autorów (między innymi Jewiss, 1972; Domański i in., 1989; van Wijk, 1993) wykazało, że na zwartość runi decydujący wpływ ma krzewienie się roślin oraz rozłogowy system korzeniowy. Stwierdzono, że zadarnianie jest w znacznym stopniu zależne od wysokości i częstotliwości koszenia.

Następną cechą użytkową decydującą o wartości trawnikowej odmian jest powolność odrastania roślin w runi, która w znacznej mierze zależy od liczby koszeń (Domański, 1992; Prończuk i in., 1997). Dla wysokości runi nie bez znaczenia mogą być także krótkie liście. Można o tym sądzić przez analogię, na podstawie osiągnięć hodowlanych Fishera i Johstona, którzy drogą selekcji np. w kostrzewie czerwonej uzyskali genotypy o ponad dwukrotnie krótszych liściach od odmian wzorcowych (Lipińska, 1986). Badacze amerykańscy, zastosowali odpowiednie regulatory wzrostu, powodując ograniczenie wzrostu i rozwoju roślin, a tym samym liczbę koszeń (Lipińska, 1986). Vargas (1994) podaje, że wiechlina łąkowa w warunkach cienia, najlepiej znosi koszenie i rośnie przy wysokości cięcia pięciu do siedmiu centymetrów.

Najważniejszym walorem przy ocenie wartości trawnika, który w zasadzie łączy w sobie wszystkie cechy biologiczne i użytkowe jest ogólny wygląd estetyczny trawnika, określany także jako "ogólny aspekt trawnika" (Domański, 1992; Prończuk, 1993; Versteeg, 1996; Żurek i in., 2001). Cecha ta jest jednak nie w pełni wymierna i może być

subiektywna. Stąd próby opracowania i udoskonalenia europejskiego systemu wartościowania (indeksowania) trawników i roślin gazonowych. Na przykład Versteeg (1996) zaproponował indeksowanie grupy cech i wartościowanie zależne od rodzaju trawnika. W systemie francuskim i niemieckim stosuje się bardziej rozbudowany opis cech użytkowych w zależności od gatunku (Document, 1980). Natomiast w Holandii wartość użytkowa trawnika oceniana jest niewielką liczbą cech najważniejszych (Document, 1990). Podobnie w doświadczałnictwie amerykańskim stosowana jest ocena cechy wyglądu ogólnego trawnika, którego parametrem jest najpowszechniej stosowana ocena „jakości trawnika” (Bara i in., 1994). W Polsce, po wieloletnich studiach metodycznych, podjęto próbę opracowania wielocechowego, syntetycznego wskaźnika oceny wartości użytkowej traw gazonowych (Domański, 1997; Prończuk i in., 1997). Trwają permanentne prace nad jego dalszym doskonaleniem.

Większość cech traw gazonowych nie jest mierzalna, lecz oparta na ocenie wizualnej. W Polsce, podobnie jak w oficjalnym systemie waloryzacji we Francji, Niemczech i Holandii najczęściej oceny cech użytkowych dokonuje się w skali dziewięciostopniowej (Anonim 2, 1990; Anonim 1, 1993; Anonim 3, 1993; Bara i in., 1994; Prończuk i Żurek, 1994; Prończuk i in., 1998 a, 1998 b). Opracowane kryteria jej stosowania dla różnych cech, pozwalają na znaczną eliminację subiektywności i dają dość dobrą powtarzalność obserwacji.

Zdolność reprodukcyjna

Plony nasion z plantacji nasiennych wiechliny łąkowej są w naszym kraju ciągle niskie (często poniżej 5,0 q z ha), zwłaszcza w porównaniu do plonów uzyskiwanych w krajach zachodnich (van Wijk, 1985; Martyniak, 1994; Prończuk, 1994; Kley, 1995). Na liście OECD odmian gazonowych kwalifikowanych wiechliny łąkowej znajduje się 82, w tym polskich trawnikowych tylko trzy odmiany.

Dotychczasowe badania wykazują, że cechy biologiczne mają decydujący wpływ na poziom plonów nasion, obok czynników uprawowych (Sawicki i Jargiełło, 1997). Elgersma (1992) uważa, że zdolność dobrego wiązania nasion winna być uwzględniana w pracach hodowlanych traw gazonowych w nie mniejszym stopniu jak cechy użytkowe. Jednocześnie wielu autorów wskazuje na dominujący wpływ odmiany jako nośnika genetycznych cech plonu nasion wiechliny łąkowej (Falkowski i in., 1996; Żyłka i Prończuk, 1998) oraz na zależność plonu od interakcji genotypowo-środowiskowej (Godshalk i in., 1984). Spośród wielu cech biologicznych o charakterze morfologicznym, największy wpływ na plon nasion u wiechliny łąkowej, podobnie u innych gatunków traw, ma liczba pędów generatywnych na roślinie lub jednostce powierzchni (Rhoads i in., 1992; Kozłowski, 1997). Na taką zależność wskazują także inni autorzy (Martusiewicz, 1980; Rutkowska i in., 1983; van Wijk, 1985; Falkowski i in., 1987; Żyłka i Prończuk, 1998). Podejmowano próby ustalenia optymalnej liczby pędów generatywnych na jednostce powierzchni w łanie plantacji, warunkującej najwyższe plonowanie (Falkowski i in., 1987). Wiadomo, że liczba owocostanów jest specyficzną cechą nie tylko gatunkową, lecz także odmianową (Bean, 1972; Watkins i in., 1981). Lampeter (1966) wykazał dodatnią korelację między liczbą pędów generatywnych, a kolejną cechą biologiczną, którą jest

stopień ulistnienia pędów w jesieni. W konsekwencji plon ziarniaków zależy pośrednio, także od ulistnienia pędów.

Inną cechą biologiczną wpływającą na plon nasion jest nie wątpliwie liczba kłosek na pędzie (Graffiths i in., 1980; Marshall, 1985). Warringa (1995) podaje bardzo ważną informację modyfikującą znaczenie liczby kłosek, że tylko 50–80% kwiatków zawiązuje nasiona, a 10 do 40% z nich produkuje nasiona pełne. Hill i Watkin (1975) twierdzą, że pierwsze pędy o dłuższych kwiatostanach z większą liczbą kłosek mają szczególnie znaczenie dla plonowania plantacji nasiennych. Martusiewicz (1974) uważa przy tym, że długość kwiatostanu jest cechą charakterystyczną plenności nie tylko dla gatunku, ale także dla odmiany. Natomiast w badaniach Falkowskiego i wsp. (1996) długość kwiatostanu nie miała większego wpływu na plon nasion. Jednocześnie stwierdza on też, podobnie jak inni autorzy, że struktura kwiatostanu, wyrażona liczbą gałązek w kwiatostanie typu wiechy, bardziej decydowała o plenności nasiennej traw (van Wijk, 1985; Falkowski i in., 1996). Sawicki i Jargiełło (1997) wykazali małą zmienność liczby rozgałęzień na wieszce, stąd można sądzić o dużej odziedziczalności tej cechy u wiechliny łąkowej.

Ważną cechą plonotwórczą jest masa tysiąca nasion, która według wielu autorów w większym stopniu jest uwarunkowana genetycznie, jak inne cechy (długość kwiatostanu, liczba gałązek w kwiatostanie), podobnie jak możliwości plonotwórcze gatunku i odmiany (Christans i in., 1970; Volterrani i in., 1999; Żyłka i Prończuk, 2000). Poglądy o dodatkowej zależności między masą tysiąca nasion, a ich plonem nie są jednak jednoznaczne. W niektórych badaniach, MTN nie miała większego wpływu na plon nasion (van Wijk, 1985), natomiast w innych potwierdzono wspomnianą wyżej dodatnią zależność (Falkowski i in., 1996; Martyniak i Żyłka, 1997).

Istotne znaczenie dla produkcji nasion mają również cechy fenologiczne, a zwłaszcza przebieg kolejnych fenofaz (kłoszenie, kwitnienie, dojrzewanie), a także wyrównanie pod tym względem populacji na plantacji (Schielbich, 1973; Hill i Watkins, 1975). Duru i wsp. (1993) wykazali w swoich pracach, że fazy rozwojowe, oprócz właściwości biologicznych i agrotechniki są także ściśle powiązane z warunkami pogodowymi.

Choroby w użytkowaniu trawnikowym i w uprawie na nasiona

Wspólnymi cechami o znaczeniu gospodarczym wiechliny łąkowej, zarówno przy jej użytkowaniu na trawniki, jak również w uprawie na nasiona, jest jej odporność różne choroby. W naszym obszarze geograficznym, najczęściej ich czynnikami sprawczymi są grzyby z rodzaju *Puccinia*, powodujące rdze, *Drechslera* — plamistości liści oraz *Erysiphe* — mączniak (Prończuk, 2000).

Choroby w sposób istotny obniżają wartość trawnikową (Hope, 1983; Smiley i in., 1992; Gondran i Courtillot, 1994; Prończuk, 1994, 1996, 2000). Podatność na różne choroby zależy między innymi od właściwości genetycznych (odporności). Schumann i Wilkinson (1992), stwierdzają, że rozwój choroby, oprócz odporności genetycznej, zależy w dużej mierze od pogody i pielęgnacji trawników. Baldwin i Margot (1990) oraz Prończuk (1996) wskazują, na najczęstsze porażanie wiechliny w warunkach nasłonecznienia przez rdzę i brunatną plamistość liści, natomiast w cieniu przez mączniaka prawdziwego. Niektórzy autorzy przyczyny powstawania wielu chorób na trawnikach, dopatrują się w starej, sfilcowanej darni, która staje się siedliskiem grzybów (Vargas,

1994). Ma to związek z niewłaściwą pielęgnacją runi. Vargas (1994) uważa też, że wrażliwość wiechliny łąkowej na choroby wzrasta wraz z obniżeniem wysokości koszenia trawnika. Według tego autora oraz Baldwina i Margota (1990) na regularnie koszonym i nawożonym trawniku, rdze nie mają dużego wpływu na jego wygląd. Prończuk (2000) podaje przy tym, że uszkodzenia roślin przez te patogeny nasilają się w okresie jesieni. Interesujące jest również twierdzenie Smitha i wsp. (1994), o większej podatności form wąskolistnych wiechliny łąkowej na *Drechslera poae*, niż szerokolistnych. Panuje powszechna opinia o większej odporności na pleśń śniegową rodzimych ekotypów i odmian, niż pochodzących z innych regionów, np. południowej Europy (Jamalainen, 1974). Specyficzną, naturalną właściwością biologiczną jest mechanizm samoobrony roślin wiechliny, podobnie jak innych gatunków z rodziny Gramineae, przed plamistością liści, polegający na tworzeniu warstwy "korka" wokół miejsca infekcji (tzw. obrączkowanie), które uniemożliwia dalszy rozwój patogena (Kochman, 1973; van der Plank, 1975).

W uprawie wiechliny na nasiona najgroźniejszą chorobą jest plamistość liści (*Drechslera poae*), nasilająca się wraz z wiekiem plantacji (Prończuk, 2000). Według Lutyńskiej (1975) i Labruyere (1980) patogen ten poraża nie tylko liście, ale także pochwy liściowe, źdźbła i kwiatostany. Podobnie według Labruyere (1980), również mączniak prawdziwy (*Erysiphe graminis*), może obniżać plony nasion niektórych odmian wiechliny nawet do 50%, a zwłaszcza przy porażeniu jesiennym, które może mieć ujemny wpływ na plon nasion w roku następnym. Jednak van Wijk (1985) i Prończuk (2000) nie stwierdzili w swoich badaniach istotnego wpływu porażenia mączniakiem na plon nasion. Duże straty plonów nasion, nawet do kilkudziesięciu procent, może powodować rdza źdźbłowa, w przypadku wczesnego porażenia roślin (przed kwitnieniem). Również Labruyere (1980) twierdzi, że nasilenie tej choroby zależne jest, od odmiany (genotypu) i wieku plantacji, a także od faz fenologicznych porażenia (kłoszenia, kwitnienia, dojrzewania nasion). Prończuk (2000) zauważa ujemną zależność między porażeniem przez rdzę, a liczbą pędów generatywnych w trzecim roku plonowania roślin wiechliny łąkowej. Watkin i wsp. (1981) podają interesującą zależność, że niektóre odmiany wiechliny łąkowej, podatne na rdzę źdźbłową są odporne na plamistość liści. Zgodny jest pogląd badaczy o zależności infekcji i rozwoju chorób od warunków pogodowych (Smiley i in., 1992; Welty, 1992). Wilgotna i ciepła pogoda sprzyja rozwojowi patogenów. Rozprzestrzenianie się choroby zależne jest od źródła infekcji. Simmonds (1987) uważa, że wyspecjalizowany dla określonej odmiany patogen, łatwiej poraża rośliny tej odmiany, występujące w dużym skupieniu (np. plantacji). Generalnie w świetle literatury choroby niewątpliwie mają ujemny wpływ na nasienne plonowanie odmian.

Wpływ wymienionych wyżej licznych cech biologicznych na plon nasion ulega modyfikacji wskutek zmienności lokalnej i sezonowej. Ponadto odmiany wiechliny łąkowej odznaczające się bardzo dobrą wartością (jakością) trawnikową, dają, podobnie jak w innych gatunkach traw, niskie plony nasion (van Wijk, 1985; Żyłka, 2001). Plon nasion jest najważniejszą cechą, bo decyduje o sprzedaży i popularności odmiany.

Dwie główne cechy użytkowe ogólny aspekt estetyczny trawnika i plon nasion mają największy wpływ na wartość trawnikowo-nasienną (gospodarczą) odmian gazonowych

wiechliny łąkowej (Martyniak, 2001; Żyłka, 2001). O ujemnej zależności tych dwóch cech sygnalizował Kley (1995) na III Międzynarodowej Konferencji Traw w Halle. Generalnie występuje jednak niedostatek publikacji na ten temat. Stąd krajowe i europejskie systemy wartościowania odmian gazonowych uwzględniają tylko różny stopień przydatności cech użytkowych odmian z pominięciem wartości nasiennej (Campbell, 1987; Domański, 1997). Ostatnio stwierdzona ujemna zależność plonu nasion i wartości trawnikowej wiechliny łąkowej, odnosząca się także do innych gatunków traw, wskazuje na potrzebę zarówno pełnej waloryzacji trawnikowo-nasienną (gospodarczą) odmian gazonowych w hodowli i w ocenie odmian (Żyłka i Prończuk, 1998; Martyniak, 2001; Żyłka i in., 2001). Potwierdza to również Ramenda (1997), który uważa, że trudno wyhodować odmianę o korzystnych, pożądanых cechach wegetatywnych i generatywnych jednocześnie.

Dotychczasowa hodowla traw gazonowych ukierunkowana jest na cztery podstawowe typy użytkowe trawników: ozdobne (dywanowe), parkowe, sportowe i ekologiczne (zadarnienia specjalne terenów trudnych i zdegradowanych (Rutkowska i Hempel, 1986). W zależności od typów wymagania są nieco inne.

Trawniki sportowe charakteryzować się niską, zwartą, elastyczną darnią, wytrzymałą na intensywną eksploatację (deptanie, ścieranie i bardzo częste koszenie) (Rutkowska i Hempel, 1986), natomiast na trawniki parkowe przeznacza się gatunki traw (odmiany) o powolnym odrastaniu i wytrzymałe na niesprzyjające warunki siedliskowe (np. stres cienia). Na trawniki ekologiczne przeznacza się odmiany wytrzymałe na zanieczyszczenia powietrza spalinami, pyłami, o silnie rozwiniętym systemie korzeniowym.

W tej sytuacji dobre poznanie cech biologicznych, a zwłaszcza ich zmienności ma tak wielkie znaczenie praktyczne.

LITERATURA

- Anonim. 1990. Beschreibende Sorten — Liste. Rasengraser BSA: 1 — 97.
- Anonim 1. 1993. Biuletin des Varietes 1991-1993. Graminees a gazon. GEVES: 1 — 83.
- Anonim 2. 1993. Materiały z: The Conference on Harmful and Beneficial Microorganismus in Grassland, Pastures and Turf, 22–24 November, Padeborn, DSV Breeding Station Hof Steimke, Lipstadt.
- Baldwin N. A., Margot P. 1990. Seedling disease of turfgrasses caused by *Fusarium culmorum* and *Cladochytrium caespitis* and their control by fungicide seed treatments. Brighton Crop Protection Conf. Pest and Diseases: 123 — 130.
- Barcaccia G., Falicini M. 1980. Apomixitic seed production in *Poa pratensis* L: towards the understanding of its genetic control. Proc. Fourth International Seed Conf.: 203 — 207.
- Bara R. F., Dickson W. K., Murphy I. A., Smith D. A., Funk C. R. 1994. Performance of Kentucky bluegrass cultivars and selections in New Jersey turf trials. Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo., December 7-9, Atlantic City: 49 — 93.
- Bean E. W. 1972. Clonally evaluation for production in two species of forage grasses *Festuca arundinacea* Schreb. and *Phleum pratense* L. Euphytica 21: 377 — 383.
- Campbell A. A. 1987. The use of performance index as aid to recommended list decision taking. Biul. Oceny Odm. COBORU XII (17–18): 84 — 91.
- Christians N.E., Wilkinson J.E., Martin D.P. 1970. Variations in the number of seeds per unit weight among turfgrass cultivars. Agron. J. 71: 515 — 419.
- Den Nijs A. P. M. 1989. Kentucky bluegrass. Annual Report Foundation Agric. Plant Breed. Wageningen: 95.

- Document 1980. UPOV Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability Geneva: 1 — 4.
- Document 1990. 67e. Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwegewassen. ISSN 1698-7484 Holand: 1 — 317.
- Document 1992. The sports Turfs Research Institute Bingley, UK: 1 — 12.
- Domański P. 1992. System badań i oceny odmian traw gazonowych w Polsce. Biul. IHAR 183: 251 — 263.
- Domański P. 1997. Koncepcja nowoczesnej oceny odmian traw w Polsce. Biul. Oceny Odmian z. 28: 29 — 35.
- Domański P., Cieplik Z., Hempel A. 1989. Analiza wczesnych stadiów rozwojowych traw gazonowych. Wiad. Odm. 7/37: 1 — 22.
- Duru M., Calviere I., Balent G., Langlet A. 1993. Pédoclimat fertilization et croissance des prairies permanents su printemps. II. Précocité du départ an végétation. Fourrages 133: 43 — 57.
- Elgersma A. 1992. Is spaced-plant selection a useful method when selecting for higher seed production in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Proc. of the 14th Gen. Meet Europ. Grassld. Fed. Lahti: 224 — 227.
- Falkowski M. 1982. Trawy polskie. PWRiL, Warszawa: 361 — 362; 384 — 394.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1987. Relationship between the number of generative shoots and the yield of seed grasses. Internat. Seed Conf., Tune (Denmark), June: 15 — 19.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1996. Wykształcanie pędów generatywnych a plonowanie plantacji nasiennych traw. Biul. IHAR 199: 99 — 107.
- Frey L. 2000. Trawy nie zwyciężone (wybrane zagadnienia z historii, taksonomii i biologii *Poaceae*). Łąkarstwo w Polsce: 9 — 20.
- Godshalk E. B., Shenk J. S., Rincker C. M. 1984. Genotype environment and genotype × environment interaction effects on orchardgrass seed and forage production p.67. Agronomy Abstr., ASA, Madison.
- Gondran J., Courtillot M. 1994. Important diseases of turfgrasses in France. IOBC/wprs Bulletin 17 (1): 71 — 74.
- Griffiths D. J., Lewis J., Bean E. W. 1980. Problems of breeding for seed production in grass. In: Production, Hobbblethwaite P. D. (ed.) Butterworths, London: 37 — 49.
- Hill M. J., Watkin B. R. 1975. Seed production studies on perennial ryegrass, timothy and prairie grass. 2. Changes in physiological components during harvesting for maximum seed yield. J. Brith. Grassld Soc. 30, 2.
- Hope F. 1983. Pilzkrankheiten. In: Rasen, Anlage und Pflege von Zier-, Gebrauchs-, Sport-, und Landschaftsrassen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 143 — 154.
- Jamalaini E. A. 1974. Resistance in winter cereals and grasses to low-temperature parasitic fungi. Annual Review of Phytopathology 12: 281 — 302.
- Jewiss O. R. 1972. Tillering in grasses, its significance and control. J. Brit. Grassld. Soc. 2.
- Julen G., Akerberg E. 1986. Apomixis and plant breeding. W: Research and Results in Plant Breeding. G. Olsson (ed.) Svalöf 1986–1986) LTS Forlag, Stockholm: 140 — 150.
- Kaszuba J. W., Ostrowska A. 1994. Zdolność kilku odmian i rodów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) do wydawania mieszańcowego potomstwa. Genet. Pol. 35A: 119 — 127.
- Kley G. 1995. Seed production in grass and clover species in Europe. Proc. 3rd Inter. Herbage Seed Conf., June 18–23 1995, Halle: 12 — 22.
- Kłyś A., Jankun A. 2002. Biologia rozmnażania wiechlin — *Poa* L. (*Poaceae*). Wiad. Bot. 46 (3/4): 19 — 28.
- Kochman J. 1973. Fitopatologia. PWRiL, Warszawa: 692 ss.
- Kozłowski S. 1997. Hodowla traw a zmienność ich cech morfologicznych, biologicznych i chemicznych. Biul. Oceny Odm. z. 28: 17 — 28.
- Labruyere R. E. 1980. Fungal diseases of grasses grown for seed. In. Seed Production. Hebblethwaite P. D. (ed.) Butterworths, London: 173 — 187.
- Lampeter W. 1966. Gelöste und ungelöste Probleme in der Erzeugung von Grassategut. 4. Grünlandsymposium Leipzig, Karl-Marx-Univ.: 1 — 14.
- Lipińska W. 1986. V Międzynarodowy Kongres Traw Gazonowych. Proceeding of the Fifth International Turfgrass Research Conference — Avignon, France, 1985. Hod. Rośl. Nasien. 4/6: 59 — 61.
- Lutyńska R. 1975. Występowanie *Drechslera poae* (Baudys.) Shoem., (syn. *Helminthosporium vagans* Drechs.) na *Poa pratensis* L. Biul. IHAR 126/127 (3/4): 13 — 14.
- Makowiecki J. 1969. Przydatność hodowlana odmian botanicznych i ekotypów wiechliny łąkowej występujących w Polsce. Zesz. Probl. PNR z. 90: 63 — 66.

- Martusiewicz J. 1974. Analiza zmienności i form *Poa pratensis* L., *Poa palustris* L. i *Poa compressa* L. Biul. IHAR 122/123 (5/6): 37 — 43.
- Martusiewicz J. 1980. Zróżnicowanie ekotypów i form *Poa pratensis* L. w kolekcji traw Ogrodu Botanicznego IHAR w Bydgoszczy. Biul. IHAR 141: 161 — 167.
- Marshall C. 1985. Developmental and physiological aspects of seed production in herbage grasses. J. Appl. Seed Prod. 3: 55 — 56.
- Martyniak D. 2001. Cechy biologiczne warunkujące wartość gazonową i nasienną wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.). Praca doktor. IHAR Radzików: 73 ss.
- Martyniak J., Domański P. 1983. Wahania plonu nasion odmian i gatunków traw pastewnych. Zesz. Probl. PNR z. 282: 67 — 78.
- Martyniak J. 1978. Wartość odmian traw gazonowych. Informator o wynikach badań zakończonych w 1975 roku. Część I. PAN, Warszawa: 93 ss.
- Martyniak J. 1994. Hodowla a nasiennictwo traw w Polsce. Genet. Pol. 35 A: 155 — 164.
- Martyniak J., Żyłka D. 1997. Zmienność współczynnika rozmnażania form dzikich i odmian wybranych gatunków traw. Zesz. Probl. PNR, z. 451: 183 — 195.
- Matzk F. 1991. New efforts to overcome apomixes in *Poa pratensis* L. Euphytica 55: 65 — 72.
- Muller H. J. 1964. The relation of recombination to mutational advance. Mutat. Res. 1: 2 — 9.
- Pamilo P., Nei M., Li W. H. 1987. Accumulation of mutations in sexual and asexual populations Genet. Res. 43: 135 — 146.
- Prończuk M. 1994. Wstępna ocena odporności traw gazonowych na choroby w Polsce. Genet. Pol. 35A: 341 — 348.
- Prończuk M. 1996. Główne choroby traw gazonowych w Polsce. Biul. IHAR 199: 157 — 169.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw — występowanie i szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. Monografie i Rozprawy Naukowe. IHAR, Radzików.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. Biul. IHAR 186: 127 — 132.
- Prończuk S. 1994. Stan hodowli i nasiennictwa traw gazonowych w Polsce. Genet. Pol. 35A: 329 — 340.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. Zeszyty Probl. PNR z. 451: 125 — 133.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1998 a. Comparison of aesthetic aspects of turfgrasses in sun and shade conditions at Radzików. Proc. from XX Eucarpia.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1998 b. Turfgrasses under shade. Abstract XXVII Inter. Rasenkolloquium 1997 in France, 24–27 September.
- Prończuk S., Żurek G. 1994. Efektywność “prebreedingu” trawnikowego w kolekcji ekotypów *Poa pratensis* L. Materiały z III Ogólnopolskiej Konferencji “Genetyka i Hodowla Traw”. Czerniejewo, 8–10 marca.
- Ramenda S. 1997. Prace nad wyhodowaniem nowych odmian kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) o wyższych zdolnościach reprodukcyjnych. Zesz. Probl. PNR z. 451: 111 — 124.
- Rhoads I. L., Dum I. H., Minner D. D., Hunt K. L. 1992. Reproductive morphology of five Kentucky bluegrass cultivars. Agron. J. vol. 84: 144 — 147.
- Rutkowska B., Hempel A. 1986. Trawniki. PWRiL, Warszawa.
- Rutkowska B., Lewicka E., Szczygielski T., Pawluk T. 1983. Zdolność gatunków i odmian traw do wykształcania pędów kwiatowych. Zesz. Probl. PNR z. 282: 53 — 66.
- Savidan Y. 1980. Seed endosperm structure in apomictic grass species. Proc. of fourth International Seed Conf., Canada: 33 — 36.
- Sawicki B., Jargiełło J. 1997. Charakterystyka plonowania ekotypów *Dactylis glomerata* L., *Festuca arundinacea* Schreb., *Poa pratensis* L. Zesz. Probl. PNR z. 451: 241 — 2.
- Schielbich I. 1973. Methoden zur Bestimmung des Reifezeitpunktes bei Gräsern und Rotklee. VVB Saat-und Pflanzgut Quedlinburg: 1 — 34.
- Schumann G. L., Wilkinson H. T. 1992. Research methods and approaches to study of diseases in turfgrasses. In: Turfgrass. Waddington. R. N. et al. (ed.) Agronomy Monograph 32: 653 — 688.
- Simmonds N. W. 1987. Podstawy hodowli roślin. PWRiL, Warszawa: 1 — 45.
- Smiley R. W., Dernoeden P. H., Clark B. B. 1992. Compendium of turfgrass diseases. The American Phytopath. Society, Minnesota: 1 — 98.

- Smith D. A., Bara R. F., Dickson W. K., Clark B. B., Funk C. R. 1994. Leaf spot on Kentucky bluegrass cultivars and selections in New Jersey turf trials. *Rutges Turfgrass Proc. on the New Jersey Turfgrass Expo.* 709 December: 116 — 138.
- Szota M. 1997. Apomiksja i perspektywy jej wykorzystania w hodowli roślin. *Biul. IHAR* 202: 27 — 33.
- Van der Plank E. J. 1975. *Principles of plant infection.* Academic Press, New York, San Francisco, London.:435 — 351.
- Van Dijk G. E. 1971. Breeding of apomictic grasses, Ist. International Course on Plant Breeding, Wageningen: 7.
- Van Wijk A. J. P. 1993. Turfgrasses in Europe: Cultivar evaluation and advances in breeding ITS Intern. *Turfgrass Society Research J.* vol 7: 26 — 37.
- Van Wijk A. J. P. 1985. Factors Affecting Seed Yield in Breeding Material of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *J. Appl. Seed Production* vol.3: 50 — 66.
- Vargas I. M. 1994. Management of turfgrass diseases. *Lewis Publ. CPR Press, Inc.:* 1 — 294.
- Versteeg F. 1996. Turf research in the Netherlands Abstr. XXVI Intern. Turf meeting Papendal, the Netherlands: 1 — 2.
- Volterrani M., Paradini G., Magnis S., Bonari E. 1999. Comparative study of turfgrass culitvars *Festuca arundinacea* Scherb., *Lolium perenne* L. and *Poa pratensis* L. in the coastal environment of Tuscany. *Proc., 4th Intern. Herbage Seed Conf., Perugia, May 23-27:* 309 — 316.
- Waldron B. L., Ehilke N. J., Wyse D. L., Vellekson D. J. 1998. Genetic variation and predicted gain from selection for Winterhardiness of turf quality in a perennial ryegrass top cross population. *Crop Sci.* 38: 817 — 822.
- Watkin J. E., Shearman R. C., Houfek J. A., Riordan T. P. 1981. Response of Kentucky bluegrass cultivars and blends to a natural stem rust population. *Plant Dis.* 65: 345 — 347.
- Warringa J. W. 1995. Physiological limitations on seed tilling in *Lolium perenne* L. *Proc. Third Inter. Herb. Seed Conf. Halle, Germany:* 25 — 29.
- Welty R. E. 1992. Diseases of grass seed crops and their control in Northwest USA. *L.H.S.P.R.G. Newsletter* 16: 6 — 8.
- Żurek G., Prończuk S., Żyłka D. 2001. Ocena przydatności ekotypów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) do warunków intensywnego użytkowania trawnikowego. *Zesz. Probl. PNR z.* 474.
- Żyłka D. 2001. Próba kompleksowej oceny wartości użytkowej i nasiennej odmian traw gazonowych na przykładzie *Poa pratensis* L. *Zesz. Probl. PNR z.* 474.
- Żyłka D., Prończuk S. 1998. Zmienność cech morfologicznych i biologicznych ekotypów wiechliny łąkowej wybranych z Zasobów Genowych IHAR na użytkowanie trawnikowe *Zeszyty Probl. PNR z.* 463: 499 — 507.
- Żyłka D., Prończuk S. 2000. Współzależność pomiędzy masą tysiąca nasion a wybranymi cechami morfologicznymi i biologicznymi form gazonowych *Poa pratensis* L. *Łąkarstwo w Polsce nr 3, PTŁ Poznań.*
- Żyłka D., Prończuk S., Prończuk M. 2001. Porównanie kępowych i rozłogowych podgatunków kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) pod względem przydatności na użytkowanie trawnikowe i nasienne. *Zesz. Probl. PNR z.* 474.

ELŻBIETA CZEMBORSamodzielna Pracownia Traw i Roślin Motylkowatych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Podatność wiechliny łąkowej na brunatną plamistość w zależności od dynamiki wzrostu roślin i szerokości liścia w warunkach fitotronowych

Susceptibility of Kentucky bluegrass to *Drechslera poae* depending on a rate of plant growth and leaf width under controlled environmental conditions

Odporność wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) na brunatną plamistość powodowaną przez *Drechslera poae* (Baudys) Shoemaker jest jednym z głównych celów hodowli nowych odmian tego gatunku. Prowadzone badania wykazały istotną współzależność między podatnością wiechliny łąkowej na zakażenie *D. poae* a wzrostem roślin. Rośliny inokulowane grzybem i wykazujące objawy choroby były średnio o 10 cm wyższe od roślin kontrolnych. Odrosty roślin porażonych mierzone dwa tygodnie po koszeniu były średnio o 17 cm dłuższe niż mierzone równolegle odrosty roślin kontrolnych. Wyniki zostały potwierdzone metodą analizy korelacji. Nie stwierdzono istotnej współzależności między podatnością roślin na brunatną plamistość a szerokością blaszki liściowej.

Słowa kluczowe: brunatna plamistość liści, *Drechslera poae*, dynamika wzrostu roślin, szerokość liścia, wiechlina łąkowa

Resistance against leaf spot and melting out caused by *Drechslera poae* (Baudys) Shoemaker is crucial for commercial value of new cultivars of Kentucky bluegrass. Breeding for resistance against this disease is a major goal of most breeding programs. A correlation between plant height and resistance was demonstrated. There was no relationship between the resistance to leaf spot and melting out and the width of leaf blade.

Key words: *Drechslera poae*, Kentucky bluegrass, leaf width, leaf spot and melting out, resistance reaction, seedling growth

WSTĘP

Wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) jest jednym z podstawowych gatunków traw pastewnych i gazonowych (trawnikowych) w klimacie umiarkowanym. Jest ona gatunkiem trwałym, długo utrzymującym się w runi, wykazującym dużą zimotrwałość, wczesnie rozpoczynającym wegetację, wykazującym dużą odporność na udeptywanie

i przygryzanie. Dzięki temu odgrywa ważną rolę w funkcji produkcyjnej i pozaprodukcyjnej (Pulli, 1992; Mannetje i Padetti, 1992; Kostuch 1995; Lee, 1996; Grabowski i in., 1999; Kozłowski i in., 2000).

Brunatna plamistość powodowana przez *Drechslera poae* (Baudys) Shoemaker jest zaliczana do najważniejszych chorób liściowych wiechliny łąkowej (Prończuk, 1996; Prończuk i Prończuk, 1994; Smiley i in., 1992; Wijk, 1993). Choroba ta powszechnie występuje w okresie wiosennym i jesiennym, a na terenach nawadnianych podczas całego okresu wegetacyjnego. Może ona istotnie pogarszać estetyczny wygląd trawnika oraz powodować spadek plonów ziarna lub suchej masy (Meyer, 1982; Smiley i in., 1992; Wijk, 1993, 1997; Prończuk i Prończuk, 1994, 1997a; Paul, 1995; Prończuk, 1996, 2000).

Drechslera poae zimuje na porażonych roślinach (u podstawy źdźbła), na obumarłych częściach roślin i na ziarnie. Inokulum pierwotne i wtórne stanowią zarodniki konidialne stadium niedoskonałego, wytwarzane na trzonkach konidialnych, wyrastających wprost z grzybni oraz grzybnia na porażonych roślinach i obumarłych częściach roślin (Halisky i Funk, 1966; Hagan i Larsen, 1985). Intensywne użytkowanie trawników dla celów rekreacyjnych i sportowych, a pastwisk dla celów paszowych sprzyja rozprzestrzenianiu się choroby, ponieważ grzybnia i zarodniki konidialne mogą być roznoszone wraz z częściami roślin podczas koszenia (Nutter i in., 1982; Smith i in., 1994). Najbardziej obfite zarodnikowanie *D. poae* jest obserwowane, gdy temperatura waha się od 12° do 18°C (Nutter i in., 1982; Hagan, 1980 za Hagan i Larsen, 1985). Dlatego długa, chłodna i wilgotna wiosna jest sprzyjająca dla rozwoju tego patogena (Smith i in., 1994). Gdy temperatura darni wzrasta powyżej 20°C (zazwyczaj od maja do września) nasilenie zarodnikowania maleje. Istnieje również wysoce istotna zależność między intensywnością zarodnikowania *D. poae* a wilgotnością powietrza (Halisky i Funk, 1966; Hagan i Larsen, 1985; Smith i in., 1988; Smiley i in., 1992).

Badania laboratoryjne wykazały dużą zależność wzrostu i zarodnikowania grzybów z rodzaju *Drechslera* nie tylko od temperatury, ale również od składu pożywki i zawartości w niej cukrów prostych (Vargas i Vilcoxon, 1969; Hodges, 1972; Leach, 1975; Teviotdale i Hall, 1975; Platt i in., 1977; Hunger, 1987; Płazek, 1996; Czembor, 1999). Badania te pośrednio wskazują na fizjologiczne i biochemiczne podstawy mechanizmów odpornościowych roślin na wybrane patogeny, a w tym i wiechliny łąkowej na *D. poae*. Bezpośrednia analiza fizjologii i biochemii porażonych przez wybrane patogeny różnych gatunków roślin potwierdziła, że gospodarka węglowodanowa w roślinie ma decydujące znaczenie na porażenie przez wybrane patogeny (Czaplińska i in., 1979; Piotrowski i Milczak, 1982; Skrabka i Przybyłka, 1983; Milczak i in., 1985). Brak jest badań wykazujących biochemiczne podłoże podatności traw wieloletnich na podstawowe patogeny. Natomiast tylko nieliczne doniesienia wykazujące istnienie zależności podatności roślin z fizjologią roślin nie zawsze są jednoznaczne (Lukens, 1970; Smith i in., 1996; Prończuk, 2000). Stało się to podstawą do przeprowadzenia wstępnych badań mających na celu wykazanie zależności podatności wiechliny łąkowej na porażenie przez *Drechslera poae* od dynamiki wzrostu roślin i szerokości liścia.

MATERIAŁY I METODY

Materiał roślinny

Do badań w warunkach fitotronowych (temp. 18°C, wilgotność powietrza 90%, światło 350 $\mu\text{M}/\text{m}^2/\text{s}$) użyto 48 genotypów (46 ekotypów oraz 2 odmiany Danga i Primo) oraz odmiany: Gol i Limousine oraz Sydsport i Parade. Odmiany Gol i Limousine (o niskiej podatności na zakażenie *D. poae*) oraz Sydsport i Parade (podatne na zakażenie *D. poae*) są powszechnie uprawiane w Polsce i w Europie, a ich podatność na brunatną plamistość jest znana na podstawie wyników ocen uzyskanych w doświadczeniach trawnikowych w Radzikowie oraz na podstawie wyników uzyskanych w doświadczeniach odmianowych przeprowadzonych w Niemczech (Anonim, 1990), Francji (Anonim, 1992 a), Holandii (Anonim, 1992 b) i Anglii (Anonim, 1999). Odmiany te zostały włączone do doświadczenia w celu możliwości stwierdzenia skuteczności i dokładności inokulacji podczas testu podatności roślin na porażenie przez *D. poae*. Nasiona wysiewano do plastikowych doniczek w czterech powtórzeniach. Doniczki o wymiarze: 7 cm wysokość i 7 cm średnicy, wypełnione były mieszaniną torfu (44%), ziemi (44%) i piasku (12%). Po skielkowaniu nasion nadmiar roślin usuwano dla osiągnięcia optymalnego zagęszczenia (25 roślin w doniczce). Sześciotygodniowe rośliny skoszono na wysokości 3 cm.

Test podatności na porażenie przez *D. poae*

Użyto jednozarodnikowej kultury *D. poae* (izolat 209) wyizolowanej z porażonych liści wiechliny łąkowej zebranych w Radzikowie. Izolat ten wyszczepiano do plastikowych szalek Petriego z pożywką maltozową (10 g maltoza, 2,5 g pepton, 15 g agar/ 1 l wody). Zaszczepione kultury grzyba inkubowano przez 21 dni w temp. 18°C, w świetle bliskiego ultrafioletu (długość fali ok. 370 nm), przy 12-godzinnym fotoperiodzie. Inokulum przygotowywano wkładając kawałki kultury grzyba do wody destylowanej w kolbkach i wytrząsając na wytrząsarce. Uzyskaną zawiesinę zarodników filtrowano przez gazę, żeby usunąć strzępki grzybni. Liczbę zarodników konidialnych w zawiesinie określano za pomocą hematologicznej komory pomiarowej Thoma. Stężenie inokulum wynosiło $7,5 \times 10^3$ – $10,0 \times 10^3$ zarodników/ml. Rośliny inokulowano dwukrotnie. Pierwszy raz inokulowano siewki w stadium 3-liścia (4 tyg. po wschodach). Drugi raz inokulowano 2,5 miesięczne rośliny. Zainokulowano rośliny rosnące w trzech powtórzeniach, opryskując je zawiesiną zarodników konidialnych opryskiwaczem ręcznym. Czwarte powtórzenie zachowano jako kontrolę.

Ocena porażenia roślin

Porażenie badanych genotypów oceniano dwukrotnie. Ocenę I wykonano 10–14 dni po pierwszej inokulacji. Oceniano procent powierzchni liści zajętej przez plamy. Ocenę II wykonano 8 tyg. po pierwszej inokulacji i 2 tyg. po drugiej inokulacji. Przy ocenie II uwzględniano porażenie podstawy roślin — chlorozy na na pochewkach liścia i na łodydze, zamieranie łodygi (zgorzel).

Do oceny porażenia roślin użyto skali Birckenstaedt i wsp. (1994) uwzględniającej procent powierzchni porażonej, a rozszerzonej przez Czembor (2002) o opis fazy zamierania, czyli zgorzeli roślin:

Stopień porażenia

Opis

- 1° = 90% powierzchni porażonej liścia (chlorozy) i/lub bardzo silne porażenie podstawy łodygi roślin, silna zgorzel,
- 3° = 30% powierzchni porażonej (chlorozy) i/lub średnio silne porażenie podstawy łodygi roślin, średnio silna zgorzel,
- 5° = 20% powierzchni porażonej (rozpoczynające się chlorozy), brak porażenia podstawy łodygi roślin, brak zgorzeli,
- 7° = 10% powierzchni porażonej (nekrozy, brak chloroz), brak porażenia podstawy łodygi roślin, brak zgorzeli,
- 9° = brak porażenia.

Ocena dynamiki wzrostu i szerokości liścia

Wysokość roślin mierzono w cm, równoległe z I oceną porażenia roślin przez *D. poae*. Pomiaru odrostów dokonano również w cm, 2 tygodnie po skoszeniu roślin, równoległe z II oceną porażenia przez *D. poae*.

Ocenę szerokości blaszki liściowej przeprowadzono na 6 tygodni po wschodach roślin na skali 1–9 (1 — liść bardzo szeroki, 5 — liść średnio wąski, 9 — liść bardzo wąski).

Analiza statystyczna wyników

Obliczenia statystyczne zostały wykonane przy pomocy programu Statistics dla Windows StatSoft Inc. (1997).

WYNIKI

Genotypy wiechliny łąkowej badane w warunkach fitotronowych wykazały istotne różnicowanie pod względem podatności na brunatną plamistość, tempa wzrostu oraz szerokości blaszki liściowej (tab. 1).

Tabela 1

Ocena podatności ekotypów i odmian wzorcowych wiechliny łąkowej na brunatną plamistość po inokulacji *Drechslera poae* w warunkach fitotronowych oraz wysokość siewek, odrastanie roślin i szerokość blaszki liściowej
Evaluation of resistance to leaf spot and melting out of Kentucky bluegrass after inoculation by *Drechslera poae* under chamber conditions, as well as seedling height, regrowing and width of leaf blade

Nr obiektu w kolekcji Banku Genów, IHAR /odmiana Accession No./variety	Stopień podatności ^{1), 2)} Rating of resistance			Wysokość siewek (cm) seedling height (cm)		Odrastanie roślin (cm) regrowing (cm)		Szerokość liści ³⁾ Leaf width ³⁾
	I	II	średnia mean	I ⁴⁾	K ⁵⁾	I	K ⁵⁾	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
141017	7,7	7,7	7,7	160,0	105,0	58,3	60,0	3,0
141016	7,5	7,5	7,5	140,0	110,0	78,3	55,0	3,0
Limousine	7,5	7,3	7,4	86,7	80,0	36,7	35,0	8,0
141903	6,0	7,0	6,5	123,3	130,0	61,7	55,0	7,0
Gol	6,5	6,3	6,4	95,0	85,0	40,0	35,0	8,0
141012	6,7	6,0	6,3	128,3	120,0	81,7	60,0	7,0
141014	5,7	7,0	6,3	130,0	90,0	83,3	45,0	3,0
142386	6,8	6,0	6,3	106,7	140,0	85,0	45,0	4,7
142406	3,8	5,3	6,1	128,3	135,0	56,7	40,0	4,3
142070	5,7	5,3	5,5	68,3	90,0	53,3	30,0	8,0

c. d. Tabela 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
142072	4,3	6,0	5,2	73,3	70,0	55,0	30,0	6,0
141096	5,8	4,2	5,0	115,0	90,0	63,3	45,0	3,0
141010	4,7	5,3	5,0	123,3	80,0	61,7	40,0	4,0
141021	6,7	3,3	5,0	165,0	115,0	68,3	50,0	6,3
141841	3,2	6,5	4,8	145,0	130,0	63,3	40,0	7,0
142145	5,3	4,3	4,8	136,7	110,0	66,7	30,0	6,7
142377	6,5	5,0	4,8	103,3	100,0	51,7	35,0	6,3
141821	3,3	6,0	4,7	150,0	155,0	63,3	45,0	6,3
Parade	4,7	4,5	4,6	100,0	95,0	38,3	35,0	8,0
142317	4,8	4,0	4,4	116,7	110,0	55,0	35,0	4,7
Primo	3,0	4,0	4,4	135,0	80,0	61,7	25,0	3,0
141702	4,0	4,7	4,3	128,3	160,0	60,0	45,0	6,3
141877	3,3	5,3	4,3	130,0	110,0	53,3	45,0	6,7
142318	3,7	5,0	4,3	135,0	115,0	60,0	40,0	6,3
141161	5,0	3,0	4,0	88,3	80,0	66,7	35,0	5,0
Danga	3,0	5,0	4,0	130,0	100,0	65,0	45,0	4,7
141049	3,8	4,0	3,9	118,3	60,0	56,7	50,0	3,0
141429	4,8	3,0	3,9	100,0	70,0	56,7	50,0	5,0
142120	3,8	4,0	3,9	75,0	70,0	55,0	40,0	5,0
141507	4,5	3,0	3,8	128,3	80,0	60,0	45,0	7,0
141848	2,2	5,3	3,8	121,7	120,0	53,3	40,0	3,0
141908	4,2	3,3	3,8	81,7	80,0	56,7	50,0	5,0
141476	2,7	4,7	3,7	106,7	90,0	55,0	45,0	4,7
141624	4,3	3,0	3,7	143,3	120,0	53,3	45,0	6,0
141657	4,3	3,0	3,7	135,0	110,0	66,7	40,0	5,7
141751	2,3	5,0	3,7	101,7	110,0	45,0	40,0	6,0
141690	3,0	4,0	3,5	131,7	120,0	66,7	40,0	7,0
141727	3,0	4,0	3,5	138,3	140,0	61,7	45,0	6,0
141980	4,0	3,0	3,5	116,7	110,0	55,0	40,0	5,0
141580	3,5	3,3	3,4	91,7	85,0	58,3	40,0	5,3
142470	4,8	3,0	3,4	138,3	135,0	75,0	45,0	3,7
142283	3,5	3,0	3,3	115,0	110,0	58,3	40,0	3,0
141612	3,0	3,3	3,2	108,3	100,0	50,0	45,0	5,0
141741	2,2	4,0	3,1	110,0	125,0	61,7	35,0	5,0
142284	3,0	3,0	3,0	120,0	100,0	55,0	40,0	3,0
142376	4,7	3,0	3,0	110,0	140,0	55,0	35,0	4,7
141616	2,8	3,0	2,9	108,3	130,0	45,0	40,0	7,7
141740	3,2	2,7	2,9	111,7	120,0	56,7	40,0	6,7
142204	3,2	2,7	2,9	90,0	105,0	53,3	45,0	3,7
141731	2,7	3,0	2,8	111,7	115,0	46,7	35,0	3,0
141859	3,2	2,5	2,8	140,0	100,0	63,3	30,0	3,7
Sydsport	3,2	2,5	2,8	70,0	60,0	33,3	30,0	8,0
Zakres zmienności Range of diversity	2,2–7,7	2,5–8,9	2,8–7,8	68,3–165,0	60,0–140,0	33,3–83,3	25,0–60,0	3,0–8,0
Średnia — Maen	4,3	4,4	4,3	116,6	105,6	58,5	41,3	5,3
Współczynnik zmienności Coefficient of variability	35,1	33,0	29,7	21,4	22,3	20,3	18,1	31,1
NIR _{Tukey} — LSD _{Tukey}	1,29	0,95	0,76	38,89		18,79		0,98

¹⁾ Stopnie w skali 1–9; 9 = brak porażenia/ Resistance rating on 1–9 scale; 9 = 0% of leaf area infected, no melting out

²⁾ I — Plamistość liści roślin 2 tyg. po 1. inokulacji, II — porażenie podstawy roślin 8 tyg. po 1. inokulacji/ Severity of leaf spot 2 weeks after the 1st inoculation, II — severity of melting out on the crown 8 weeks after 1st inoculation.

³⁾ Szerokość blaszki liściowej oceniana w skali 1–9, (9 = liść bardzo wąski)/ Width of leaf blade evaluated in 1–9 scale (1 = leaf very wide)

⁴⁾ I — Rośliny inokulowane/ Inoculated plants/

⁵⁾ K — Rośliny kontrolne (bez inokulacji)/ Control plants (without inoculation)

Podatność roślin na zakażenie *D. poae* oceniana jako plamistość siewek 10–14 dni po pierwszej inokulacji (ocena I) wynosiła średnio 4,3 w skali 1–9 (9 — brak porażenia roślin). Nie różniła się ona istotnie od podatności na zakażenie *D. poae* ocenianej jako podatność roślin na zgorzel, a uwzględniającej stopień porażenia przez grzyba podstawy roślin 8 tygodni po pierwszej inokulacji (ocena II), która wynosiła średnio 4,4. Podatność odmian wzorcowych o niskiej podatności na brunatną plamistość wynosiła 7,4 u odmiany Limousine i 6,4 u odmiany Gol. Wśród ekotypów dwa zostały ocenione na poziomie odmiany Limousine (141016 i 141017). Podatność na zakażenie *D. poae* pięciu innych ekotypów została oceniona w przedziale 6–6,9 (na poziomie odmiany Gol). Większość z badanych ekotypów oceniona została średnio w przedziałach 2,0–2,9 i 3,0–3,9 (na poziomie znanych odmian Parade i Sydsport, ocenianych w doświadczeniach trawnikowych jako bardzo podatne). Analiza powtarzalności wyników wykonana metodą analizy korelacji wykazała, że wyniki ocen I i II miały istotną zbieżność ($r = 0,66^{***}$) (tab. 2).

Tabela 2

Powtarzalność oceny podatności wiechliny łąkowej na brunatną plamistość po inokulacji *Drechslera poae* w warunkach fitotronowych
Reproducibility of the leaf spot and melting out resistance estimates for Kentucky bluegrass after inoculation by *Drechslera poae* under chamber conditions

Stopnie podatności Estimates of resistance (n = 156) ^{1), 2)}	Współczynniki korelacji Correlation coefficients	
	II	Średnia Mean
I	0,66 ^{*** 3)}	0,81 ^{***}
II	x	0,88 ^{***}

¹⁾ n — Liczba obserwacji/ n — Number of observations

²⁾ I — Plamistość liści roślin 2 tyg. po 1. inokulacji, II — Porażenie podstawy roślin 8 tyg. po 1. inokulacji

²⁾ I — Severity of leaf spot 2 weeks after the 1st inoculation, II — Severity of melting out on the crown 8 weeks after 1st inoculation

^{3)***} Istotne przy $\alpha = 0,001$

^{3)***} Significant at $\alpha = 0.001$

Podatność wiechliny łąkowej na zakażenie *D. poae* wykazała statystycznie istotną współzależność z wynikami pomiaru wysokości roślin oraz z wynikami pomiaru długości odrostów (tab. 1). Już 2 tygodnie po pierwszej inokulacji, gdy dokonano I oceny porażenia przez *D. poae*, posiadały nieznacznie wyższą wysokość w porównaniu do roślin kontrolnych. Różnice te były znacznie bardziej widoczne przy pomiarach szybkości odrastania roślin inokulowanych i kontrolnych dokonanych równoległe z II oceną porażenia roślin przez *D. poae*. Wysokość roślin inokulowanych wynosiła średnio 116,6 cm i wahała się w przedziale 68,3–165,0 cm. Natomiast średnia wysokość roślin kontrolnych wynosiła 105,6 cm i wahała się w przedziale 60,0–140,0. Długość dwutygodniowych odrostów roślin inokulowanych wynosiła średnio 58,5 cm i wahała się w przedziale 33,3–83,3 cm. Długość odrostów roślin kontrolnych wynosiła średnio 41,3 cm i wahała się w przedziale 25,0–60,0. Wyniki te zostały potwierdzone metodą analizy korelacji. Współzależność ocen porażenia roślin przez *D. poae* z wynikami pomiaru

wysokości siewek była niska natomiast współzależność ta z wynikami pomiaru długości odrostów była już istotna ($r = 0,33^{**}$).

W warunkach fitotronowych nie stwierdzono istotnej współzależności porażenia badanych roślin przez *D. poae* z szerokością blaszki liściowej (tab. 3).

Tabela 3

Zależność między stopniem podatności wiechliny łąkowej na brunatną plamistość po inokulacji *Drechslera poae* a wysokością siewek, odrastaniem roślin i szerokością blaszki liściowej w warunkach fitotronowych
Relationship between Kentucky blugrass resistance to melting out and seedling height, regrowing and leaf width after inoculation by *Drechslera poae* under chamber conditions

(n = 52) ¹⁾ Stopnie podatności Estimates of resistance	Współczynniki korelacji Correlation coefficients		
	wysokość siewki (cm) seedling height (cm)	odrastanie roślin (cm) regrowing (cm)	szerokość liści ³⁾ leaf width
I	0,10	0,33 ^{**4)}	0,11
II	x	0,29 ^{**}	0,10
Średnia Mean	0,16	0,33 ^{**}	0,09

¹⁾ n — Liczba ocen lub pomiarów/ Number of observations

²⁾ I — Plamistość liści roślin 10–14 dni po 1. inokulacji, II — porażenie podstawy roślin 8 tyg. po 1. inokulacji

²⁾ I — Severity of leaf spot 2 weeks after the 1st inoculation, II — Severity of melting out on the crown 8 weeks after 1st inoculation.

³⁾ Szerokość blaszki liściowej oceniana w skali 1–9 (9 = liść bardzo wąski)/ width of leaf blade evaluated in 1–9 scale (9 = leaf very wide)

⁴⁾ *, ** Istotne przy $\alpha = 0,05$ i $0,01$, odpowiednio

⁴⁾ *, ** Significant at $\alpha = 0.05$ and 0.01 , respectively

DYSKUSJA

Choroby traw mogą mieć istotny wpływ na ich wartość gospodarczą traw zarówno w użytkowaniu pastewnym, jak i gazonowym. Jednak odporność na te choroby nie zawsze łączy się z innymi pożądanymi cechami jakościowymi takimi jak wzrost roślin i szerokość blaszki liściowej. Fizjologiczne i biochemiczne podstawy mechanizmów odpornościowych traw na wybrane patogeny są słabo poznane. Badania własne prowadzone w warunkach fitotronowych na roślinach wiechliny łąkowej inokulowanych *D. poae* i roślinach zdrowych potwierdziły tę zależność. Średnio, siewki porażone były o 10 cm wyższe od roślin kontrolnych, a odrosty aż o 17 cm dłuższe w porównaniu do kontroli. Podobne zależności wykazano metodą analizy korelacji. Podatność na brunatną plamistość badanych odmian i ekotypów wykazała współzależność z wynikami pomiaru odrostów, mierzonych równolegle z II oceną porażenia przez *D. poae*, 4 tygodnie po skoszeniu roślin na wysokości 3 cm ($r = 0,33^{**}$). Współzależności te potwierdzają pogląd Lukensa (1970), że nasilenie choroby rośnie w miarę obniżania się poziomu cukrów w tkankach traw. Badacz ten uważa, że czynniki pobudzające roślinę do nadmiernego wzrostu powodują większe zużycie cukrów. Do czynników tych zalicza niskie koszenie, wysokie nawożenie, zacienienie i genetyczne cechy genotypu. Również Smith i wsp. (1994) uważają, że formy wiechliny mające szybki typ wzrostu, są bardziej podatne na *D. poae*. Analiza fizjologii

i biochemii porażonych przez wybrane patogeny różnych gatunków roślin potwierdziła, że gospodarka węglowodanowa ma decydujące znaczenie w mechanizmach odpornościowych (Czaplińska i in., 1979; Piotrowski i Milczak, 1982; Skrabka i Przybyłka, 1983; Milczak i in., 1985). Własne badania laboratoryjne wykazały, że grzyb *D. poae* lepiej rośnie i zarodnikuje na pożywkach zawierających cukry proste, niż na pożywkach zawierających cukry złożone (Czembor, 1999).

Badając siewki w warunkach fitotronowych nie stwierdzono istotnej współzależności między stopniem odporności badanych roślin na infekcję grzybem *D. poae* a szerokością blaszki liściowej, mimo opinii Smitha i wsp. (1994) oraz Prończuk (2000), że wiechliny charakteryzujące się wąskim liściem są bardziej podatne na brunatną plamistość.

PODSUMOWANIE

Hodowla odpornościowa szczególnie ze względów ekologicznych jest jedną z najważniejszych metod zwalczania brunatnej plamistości u wiechliny łąkowej. Wstępna selekcja genotypów wiechliny łąkowej pod względem podatności na brunatną plamistość przeprowadzona w warunkach szklarniowych może istotnie skrócić cykl hodowlany tego gatunku. Pomiary wysokości roślin i długości odrostów mogą być pomocne przy ocenie podatności wiechliny łąkowej na brunatną plamistość w warunkach szklarniowych. Natomiast szerokość blaszki liściowej nie miała wpływu na ich stopień porażenia przez *D. poae*.

LITERATURA

- Anonim. 1990. Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1990. Herausgegeben vom Bundessortenamt, Verlag Alfred Strothe: 1 — 335.
- Anonim. 1992 a. Bulletin des Varietes Graminees a gazon 1991–1992. GEVES, France: 1 — 175.
- Anonim. 1992 b. 67e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbougewassen Centrum voor Plantenveredelings — en Reproductieonderzoek Postbus 16, Wageningen, The Netherlands: 1 — 333.
- Anonim. 1999. Turfgrass Seed 2000. Stri, Bingley, West Yorkshire, BD16 1 AU, England, UK: 1 — 152.
- Birkenstaedt E., Eickel P., Paul V.H. 1994. Scoring of grass diseases for the evaluation varieties. IOBC/wprs Bulletin 17: 193 — 200.
- Czaplińska S., Bielecki K., Grzyś E., Skrabka H., Szuwalska Z. 1983. Odporność kukurydzy na zgorzel podstawy łodyg w zależności od stężenia cukrów w łodydze. Cz. I. Zmiany zawartości cukrów w łodydze kukurydzy w czasie wegetacji a stopień porażenia roślin grzybami z rodzaju *Fusarium*. Hod. Rośl. Aklim. 27 (3): 193 — 205.
- Czembor E. 1999. Growth and sporulation of *Drechslera poae* on agar media. Plant Breed. Seed Sci. 43(1): 78 — 84.
- Czembor E. 2002. Selection of Kentucky bluegrass for *Drechslera poae* resistance under greenhouse conditions. J. Phytopathol. 150: 543 — 545.
- Grabowski K., Grzegorzczak S., Benedycki S., Kwietniewski H. 1999. Ocena wartości użytkowej wybranych gatunków i odmian traw gazonowych do obsiewu nawierzchni trawiastych. Zesz. Nauk. AR Szczecin 75: 81 — 88.
- Hagan A. K., Larsen P. O. 1985. Source and dispersal of conidia of *Drechslera poae* in Kentucky bluegrass turf. Plant Disease 69: 21 — 24.
- Halisky P. M., Funk R. C. 1966. Environmental factors affecting growth and sporulation of *Helminthosporium vagans* and its pathogenicity to *Poa pratensis*. Phytopathol. 56: 1294 — 1296.

- Hodges C. F. 1972. Influence of culture age and temperature on germination of *Helminthosporium sorokinianum* conidia and pathogenicity to *Poa pratensis*. *Phytopathol.* 62: 1133 — 1137.
- Hunger R. M. 1987. Colony color, growth, sporulation, fungicide sensitivity and pathogenicity of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant Diseases* 71 (10): 907 — 910.
- Kostuch R. 1995. Przyczyny występowania różnorodności florystycznej ekosystemów trawiastych. *Ann. UMCS, E, L*: 23 — 32.
- Kozłowski S., Goliński P., Golińska, B. 2000. Pozapaszowa funkcja traw. *Łąkarstwo w Polsce* 3: 79 — 94.
- Leach C. M. 1975. Influence of relative humidity and red — infrared radiation on violent spore release by *Drechslera turcica* and other fungi. *Phytopathol.* 65: 1303 — 1312.
- Lee L. 1996. Turfgrass biotechnology. *Plant Sci.* 115: 1 — 8.
- Lukens R. J. 1970. Melting out of Kentucky bluegrass, a low sugar disease. *Phytopathol.* 60: 1276 — 1278.
- Mannetje L., Padetti R. 1992. Grassland production and the environment. *Proc. of the 14th Gen. Meet. EGF, Lathi, Finland*: 19 — 26.
- Meyer W. A. 1982. Breeding disease-resistant cool-season turfgrass cultivars for the United States. *Plant Disease* 341 — 344.
- Milczak M., Piotrowski J., Segit Z. 1985. Różnice w składzie chemicznym kilku form chmielu w zależności od stopnia podatności na *Verticillium albo-atrum* i *Fusarium sambucinum*. Cz. II. Zawartość wolnych aminokwasów i cukrów rozpuszczalnych oraz aktywności peroksydazy. *Biul. IHAR* 158: 109 — 115.
- Nutter F. W., Cole H., Schein R. D. 1982. Conidial sampling of *Drechslera poae* from Kentucky bluegrass to determine role of mowing in spore dispersal. *Plant Disease* 66: 721 — 723.
- Paul V. H. 1995. Grass diseases caused by *Drechslera* spp. Chełkowski J. (ed.), *Helminthosporia Metabolites, Biology, Plant Diseases*, Poznań, Poland: 175 — 212.
- Piotrowski J., Milczak M. 1982. Biochemiczne wskaźniki stopnia odporności chmielu na *Verticillium albo-atrum* i *Fusarium sambucinum*. *Acta Agrobotanica* 32(2): 277 — 284.
- Platt H. W., Morrall R. A. A., Gruen H. E. 1977. The effects of substrate, temperature, and photoperiod on conidiation of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Can. J. Bot.* 55: 254 — 259.
- Plažek A. 1996. Wpływ stężenia cukru w pożywce na rozwój wybranych gatunków grzybów z rodzaju *Bipolaris* i *Drechslera*. *Biul. IHAR* 199: 171 — 178.
- Prończuk M. 1996. Główne choroby traw gazonowych w Polsce. *Biul. IHAR* 199: 157 — 169.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw — występowanie i szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. *Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR, Nr 4*: 1 — 179.
- Prończuk M., Prończuk S. 1994. Wstępna ocena odporności traw gazonowych na choroby w Polsce. *Genet. Pol.* 35A: 341 — 348.
- Prończuk M., Prończuk S. 1997 a. Diseases of *Poa pratensis* in sun and shade lawn conditions. Staszewski Z., Młyniec W., Osiński R. (eds). *Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses, Proc. of 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, Radzików, Poland, 7–10.10.1997*: 256 — 260.
- Pulli S. K. 1992. An overview of grassland production in Finland. *Proc. of the 14th Gen. Meet. EGF, Lahti, Finland*.
- Skrabka H., Przybyłka E. 1983. Odporność kukurydzy na zgorzel podstawy łodyg w zależności od stężenia cukrów w łodydze. Cz. II. Badania jakościowe cukrów. *Hod. Rośl. Aklim.* 27: 207 — 211.
- Smiley R. W., Dernoeden P. H., Clarck B. B. 1992. Compendium of turfgrass diseases. *The American Phytopathol. Soc., Minnesota*: 1 — 98.
- Smith I., Smith M., Dunez J., Lelliott R. A., Philips D. H., Archer S. A. 1988. *European handbook of plant diseases*. Blackwell Scientific Publications, Great Britain: 1 — 221.
- Smith D. A., Bara R. F., Dickson W. K., Clarke B. B., Reed Funk C. 1994. Leaf spot on Kentucky bluegrass cultivar evaluation trials at Rutgers University. *Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo, Atlantic City*: 116 — 137.
- Teviotdale B. L., Hall D. H. 1975. Effect of light and temperature on number and length of *Helminthosporium gramineum* conidia produced in culture. *Can. J. Bot.* 54: 644 — 648.
- Vargas J. M., Wilcoxon R. D. 1969. Some effects of temperature and radiation on sporulation by *Helminthosporium dictioides* on agar media. *Phytopathology* 59: 1706 — 1712.

- Wijk, A. J.P., van. 1993. Turfgrasses in Europe: cultivar evaluation and advances in breeding. Carrow R. N., Christians N. E., Shearman R. C. (eds). International Turfgrass Society Research Journal 7, Intertec Publishing Corp., Overland Park, Kansas: 1 — 38.
- Wijk A. J. P., van. 1997. Breeding amenity grasses: achievements and future prospects. Staszewski Z., Młyniec W., Osiński R. (eds). Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses, Proc. of 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, Radzików, Poland, 7-10.10.1997: 225 — 234.

ELŻBIETA CZEMBOR

Samodzielna Pracownia Traw i Roślin Motylkowatych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Wpływ zastosowania ochrony chemicznej na plon nasion traw — przegląd literatury

The effects of chemical protection upon seed yield of grasses — literature review

W Polsce i na świecie istnieje bardzo duże zapotrzebowanie na dobrej jakości nasiona traw pastewnych i gazonowych. Dlatego zdolność do wydawania wysokiego plonu nasion oraz odporność na choroby są obecnie jednym z ważniejszych czynników determinujących wprowadzenie nowych odmian do produkcji. Zastosowanie właściwej technologii uprawy, czyli Integrowanej Produkcji Roślinnej daje gwarancję stabilności plonów. Integrowana Ochrona Roślin jest bardzo ważną częścią Integrowanej Produkcji Roślinnej. W pracy przedstawiono przegląd literatury dotyczącej celowości stosowania środków ochrony roślin na plantacjach nasiennych traw.

Słowa kluczowe: integrowana produkcja roślinna, ochrona chemiczna, plonowanie nasienne, trawy

The importance of turf and forage grasses seed production has significantly increased during last years. Therefore, seed yield and disease resistance are crucial for commercial value of new cultivars. Integrated Disease Management is one of the most important activities of Integrated Plant Management. In this review, the contribution of integrated disease management to the enhancement of seed potential in cool-season perennial grasses is described.

Key words: chemical control, grasses, integrated plant management, seed production

WSTĘP

Podstawą intensyfikacji produkcji roślinnej jest Integrowana Produkcja Roślinna (IPR). IPR obejmuje całościowo wszystkie aspekty uprawy roślin mające na celu uzyskanie wysokich plonów o dobrej jakości uwzględniając oddziaływanie na środowisko. Bardzo ważną częścią IPR jest Integrowana Ochrona Roślin (IPM — Integrated Pest Management). Integrowana ochrona zapewnia ochronę roślin przed chorobami i agrofagami, nie zagraża zdrowiu rolników i konsumentów, nie powoduje zanieczyszczenia środowiska oraz zapewnia ekonomiczne podstawy funkcjonowania gospodarstwa.

W Polsce nie obserwuje się zagrożenia z powodu stosowanych środków ochrony roślin. Przeciwnie, w wielu wypadkach należałoby zwiększyć liczbę zabiegów oraz zakres ich stosowania w celu poprawienia efektywności ochrony (Hostgaard i Wolny, 2002).

Wymagania stawiane fungicydom we współczesnym rolnictwie to wysoka skuteczność biologiczna, niski koszt, brak ujemnego wpływu na środowisko i jakość plonów. Skuteczność i bezpieczeństwo zabiegu gwarantuje dobranie odpowiedniej dawki stosowanego środka, termin jego użycia oraz warunki atmosferyczne. Dawkę i optymalny czas wykonania zabiegu dobiera się uwzględniając fazę rozwojową rośliny, podatność odmian i nasilenie występowania patogenów (ilość inokulum). Jest to szczególnie ważne w kraju takim jak Polska, na obszarze, którego duża zmienność klimatu powoduje, że w poszczególnych latach choroby rozwijają się z różnym nasileniem. Zabiegi wykonane zbyt wcześnie lub zbyt późno nie zapewniają skuteczności, są nieefektywne oraz są szkodliwe dla człowieka i środowiska. Dlatego dąży się do upowszechniania 10 zasad Dobrej Praktyki Ochrony Roślin (DPOR) opracowanych przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin (EP-PO) (Pruszyński i Wolny, 1998). Zasady te łączą metody biologicznego (uprawa odmian odpornych), mechanicznego (właściwa agrotechnika: odpowiednio dobrany termin siewu, właściwe nawożenie) i chemicznego zwalczania. Obejmują zapobieganie rozwoju choroby, monitorowanie przebiegu (nasilenia) choroby i interwencję poprzez określanie składu gatunkowego lokalnych agrofagów i progów ich szkodliwości. Stosowanie wyłącznie jednej metody nie zapewnia pełnej ochrony przed patogenem. Zarówno odmiany odporne, jak i preparaty chemiczne tracą wyjściową skuteczność w wyniku zmian genetycznych w populacjach patogenów. Prowadzi to do wzrostu poziomu odporności patogenów na fungicydy i utraty odporności przez odmiany odporne (Georgopoulos, 1977;1987; Gacek, 1992; Gullino i Kuijpers, 1994). Podstawą DPOR są metody pozwalające na precyzyjne określenie terminów zabiegów ochronnych oraz dawki środka dla takich roślin jak zboża, ziemniaki i in. (są to tzw. systemy wspomagania decyzji — DSS — Decision Support Systems).

PRODUKCJA NASIENNA TRAW Z WYKORZYSTANIEM OCHRONY CHEMICZNEJ

Polska ma dogodne warunki klimatyczne i glebowe do hodowli i uprawy traw (Lutyńska, 1996; Prończuk, 1994). W latach siedemdziesiątych była ona znacznym eksporterem nasion traw (Woźniak, 1981). W latach dziewięćdziesiątych produkcja nasion stała się niewystarczająca w związku z nagłym spadkiem uprawy (Podleś, 1996; Przydatek, 1996). Zwiększać się zaczęła reprodukcja odmian na zlecenie firm zagranicznych. Mimo, że badania prowadzone przez IHAR Radzików, wyniki doświadczeń COBORU oraz obserwacje i doświadczenia w Ośrodku Dydaktyczno-produkcyjnym w Katowicach świadczą, że polskie odmiany mogą konkurować z zagranicznymi, to średnio plony nasion uzyskiwane przez plantatorów w Polsce są o 50% niższe od plonów uzyskiwanych w Holandii (Prończuk, 1994; Lutyńska, 1996). Szczególnie duże dysproporcje są u wiechliny łąkowej i życicy trwałej (Prończuk, 1994; Goliński i in., 1997). Dotychczas polscy hodowcy zbyt małą uwagę przywiązywali do technologii uprawy. Zastosowanie Integrowanej Produkcji Roślinnej wraz z ochroną roślin przed organizmami szkodliwymi może dać gwarancję stabilności plonów nasion oraz poprawić ich jakość. Zgodnie z zasadami Dobrej Praktyki Rolniczej przygotowanymi przez zespół ekspertów Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin (EPPO) na liście chorób

szczególnie zagrażającym plantacjom nasiennym traw w Polsce powinny zostać umieszczone rdze oraz sporysz.

Rdze powodują, że silnie porażone organy roślin przedwcześnie zamierają i zasychają, a liczba wykształconych pędów generatywnych jest znacznie niższa. Powstające uredinia prowadzą do rozrywania skórki i zwiększenia transpiracji. Dla życicy trwałej i kostrzewy czerwonej szczególnie groźna jest rdza żdźbłowa powodowana przez *P. graminis* ssp. *graminicola* Z Urban (Rose-Fricker i in., 1986; Welty i Mellbye, 1989; Cappelli i in., 1993; Welty i in., 1993; Welty i Azevedo, 1995). Według Welty i Barkera (1992) straty w plonie nasion życicy trwałej powodowane przez tego patogena sięgają 40%, a nawet 90%. U wiechliny łąkowej choroby rdzy mogą być powodowane przez grzyby *P. poae-nemoralis* Otth lub *P. poarum* Nielsen, *P. graminis* ssp. *graminicola* Z Urban czy *P. striformis*. Najczęściej spotykaną jest *P. poae-nemoralis* Otth (Rogerson i King, 1954; Majewski, 1965, 1967; Pfleger, 1973; Romaszewska-Sałata, 1974, 1977, 1981; Watkins i in. 1981; Urban i Markova, 1987; Cagas i Markova, 1988; Welling i Nordestgaard, 1991; Cagas, 1996; Prończuk, 1996). Hodowla traw uwzględnia odporność na rdze (Meyer, 1982; Wijk, 1993, 1997; Vargas, 1994). W wielu krajach odporność odmian na wymienione patogeny jest uwzględniana obok innych cech jakościowych na krajowych Listach Odmian (Anonim, 1990, 1992 a, 1992 b, 1999). Jednak znalezienie genotypów o wysokiej odporności na rdze jest bardzo trudne. Przykładem tego rodzaju prac są badania prowadzone dla 2000 ekotypów wiechliny łąkowej zgromadzonych w Zakładzie Krajowych Zasobów Genowych IHAR w Radzikowie. Pozwoliły one wyodrębnić tylko jeden genotyp o całkowitej odporności na grzyby z rodzaju *Puccinia* przy infekcji naturalnej w trakcie 2 lat trwania doświadczenia (Czembor i in., 2001).

Sporysz powodowany przez grzyba *Claviceps purpurea* (Fr.) Tul. uszkadza kwiatostany, powoduje zmniejszenie liczby i masy nasion, a przez to straty w plonie sięgające 30%–40% (Mühle i in., 1975; Hampton, 1992; Prończuk, 1996; Cagas i in., 1999), a nawet 90% (Schultz i in., 1993).

Pozostałe choroby liściowe takie jak mączniak prawdziwy traw powodowany przez grzyba *Erysiphe graminis* DC lub plamistości liści powodowane przez grzyby z rodzaju *Drechslera*, które są dużym problemem dla zbóż, nie stanowią większego zagrożenia na plantacjach nasiennych traw (Prończuk, 1996; Czembor, 2002).

Badania prowadzone dla różnych gatunków traw dotyczące stosowania środków ochrony roślin na plantacjach nasiennych są wciąż bardzo niejednoznaczne. Dla roślin zbożowych udowodniono, że środki ochrony roślin powodują wzrost plonu nasion do 30%. Wzrost plonu u tych roślin może być spowodowany niezależnie od stopnia nasilenia chorób, zwiększeniem się ilości kłosów w łanie (do 20%) lub wzrostem masy tysiąca nasion (do 10%) (Hampton i Hebblethwaite, 1984; Horeman, 1987; Smith i in., 1988; Welling i Nordestgaard, 1991; Gullino i Kuijpers, 1994; Knight i in., 1997). Jednak fakt, że rośliny zbożowe są roślinami jednorocznymi, a trawy roślinami wieloletnimi oraz duże różnice między roślinami zbożowymi a trawami pod względem powierzchni asymilacyjnej nie pozwalają na adaptowanie potwierdzonych dla roślin zbożowych hipotez o wpływie patogenów liściowych i fungicydów na plonowanie nasienne.

Amerykański badacz Meyer (1982) twierdzi, że wielokrotne zastosowanie fungicydów od kwietnia do lipca włącznie na plantacjach nasiennych może zwiększać plony u życicy i kostrzewy nawet o 93%. Jednak dane te nie są potwierdzone żadnymi wynikami badań uzyskanymi z konkretnego doświadczenia. Dane te są tylko często cytowane przez kolejnych badaczy zajmujących się tym problemem. Welty i Azevedo (1994) prowadzący badania na terenie Ameryki w prowincji Ontario, gdzie warunki atmosferyczne są szczególnie sprzyjające występowaniu chorób rdzy, wykazali, że przy wysokim nasileniu rdzy żółtobłowej zastosowanie fungicydów w odpowiednim czasie powoduje istotną wyżkę plonów u życicy trwałej. Jednak wyniki uzyskane przez innych amerykańskich badaczy Gingrich i Mellbye (1994), na terenie tej samej prowincji Ontario nie wykazują wysokiej wyżki plonów życicy trwałej przy zastosowaniu ochrony roślin. Czeski badacz (Cagas, 1992, 1997) stwierdził, że nasilenie chorób liściowych u wiechliny łąkowej w okresie prowadzenia doświadczenia było niskie a zastosowanie fungicydów spowodowało wyżkę plonu nasion, ale statystycznie nieistotną. Badania prowadzone w latach 1989–1994 przez belgijskiego uczonego Rijckaerta (1995) wykazały, że nasilenie chorób liściowych u życicy trwałej w okresie trwania doświadczenia było różne. Tylko w 1990 wystąpiło istotnie silne porażenie mączniakiem i to pozwoliło na uzyskanie istotnej wyżki plonu o około 25% po zastosowaniu fungicydów. Przy braku nasilenia chorób liściowych zastosowanie fungicydów spowodowało istotną wyżkę plonów w latach 1993 i 1994, ale nie spowodowało wzrostu plonów w latach 1989 i 1990. Podobne wyniki uzyskali dla wiechliny łąkowej Welling i Nordestgaard (1991), gdy stopień porażenia roślin przez choroby liściowe był niski przez cały okres badań. Wyniki uzyskane przez Czembor (2002) prowadzone dla 14 ekotypów i 9 odmian i rodów hodowlanych wiechliny łąkowej wykazały niewielki, ale istotny wpływ wielokrotnego zastosowania fungicydu Tilt 250 EC na uzyskiwany plon nasion. Zastosowanie ochrony roślin spowodowało wyżkę plonu średnio o 20%–30% w stosunku do kontroli. Nasilenie chorób liściowych w wariancie bez ochrony było niewielkie przez cały okres doświadczenia. Natomiast Hampton i Hebblethwaite (1984) uzyskali istotną wyżkę plonów życicy trwałej przy niskim nasileniu chorób liściowych przy wielokrotnym (sześciokrotnym w ciągu sezonu) zastosowaniu fungicydu Bayer UK087 (triadimefon, carbendazim i captofal — substancje czynne).

Iprodion, chlorotalonil, anilazina, mancozeb i vinclozolina to czynniki aktywne w fungicydach, mogące ograniczać rozwój chorób grzybowych (Vargas, 1994). Fungicyd Tilt (Tilt 250 EC czy Tilt3.6 EC z substancją czynną propiconazole) należał do najbardziej skutecznych zarówno w badaniach prowadzonych przez Welty i Azevedo (1994), Cagasa (1992), jak i Rijckaerta (1995). Mimo konieczności wielokrotnego stosowania fungicydu Tilt, dotychczas nie stwierdzono utraty jego skuteczności w stosunku do patogenów liściowych traw wieloletnich (Rijckaert, 1995).

Badania wpływu stopnia porażenia roślin przez choroby liściowe traw na części składowe plonu były prowadzone tylko dla życicy trwałej przez Rijckaerta (1995). Wykazał on, że zastosowanie fungicydów w latach 1989–1994 miało istotny wpływ na masę tysiąca nasion w latach 1990 i 1993. Natomiast wstępne badania prowadzone przez

Czembor (2000) wykazały, że zastosowanie środków ochrony roślin może mieć wpływ na zdolność kiełkowania nasion.

PODSUMOWANIE

Przedstawione w przeglądzie literatury wyniki badań prowadzonych dla różnych gatunków traw są bardzo niejednoznaczne. Niektóre z nich potwierdzają wyniki uzyskane dla zbóż, wskazujące, że stosowanie środków ochrony roślin powoduje wzrost plonu nasion traw niezależnie od stopnia nasilenia chorób. W innych, wzrost plonu był nieistotny nawet przy silnym porażeniu roślin przez patogeny. Jednak badania te są jedynie wstępne, uzasadniające konieczność rozpoczęcia badań ścisłych, na podstawie, których będzie możliwe określenie czy uzyskiwany plon netto (różnica w uzyskiwanym plonie z roślin chronionych w stosunku do kontroli) pokryje nakłady związane z zakupem fungicydów oraz ogólnym kosztem ich stosowania. Uzyskane wyniki pozwolą wykazać celowość stosowania fungicydów na plantacjach nasiennych traw oraz ograniczyć koszty do minimum. Te praktyczne wskazania mogą przyczynić się do zwiększenia efektywności produkcji nasiennej wybranych gatunków traw w Polsce.

LITERATURA

- Anonim. 1990. Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1990. Herausgegeben vom Bundessortenamt, Verlag Alfred Strothe: 1 — 335.
- Anonim. 1992 a. Bulletin des Varietes Graminees a gazon 1991–1992. GEVES, France: 1 — 175.
- Anonim. 1992 b. 67e Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1992. Centrum voor Plantenveredelings- en Reproductieonderzoek Postbus 16, Wageningen, The Netherlands: 1 — 333.
- Anonim. 1999. Turfgrass Seed 2000. Stri, Bingley, West Yorkshire, BD16 1 AU, England, UK: 1 — 152.
- Burpee L. L. 1993. Integrated control of turfgrass diseases: research and reality. Carrow R. N., Christians N. E., Shearman R. C. (eds.). International Turfgrass Society Research Journal 7, Intertec Publishing Corp., Overland Park, Kansas: 80 — 86.
- Cagas B. 1992. Seed yield and diseases in Kentucky bluegrass after fungicide application. J. Appl. Seed Prod. 10: 11 — 14.
- Cagas B. 1996. Serious diseases and pests of grass seed crops in the Czech Republic. Krohn K., Paul V. H. (eds.). The 2nd International Conference of Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf, IOBC wprs Bulletin, Bulletin OILB Srop, vol. 19(7): 2 — 3.
- Cagas B. 1997. The good resistance versus yield in meadow fescue. Staszewski Z., Młyniec W., Osiński R. (eds.). Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses, Proc. of 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, Radzików, Poland, 7-10 October: 78 — 80.
- Cagas B., Markova J. 1988. Contribution to the host range of *Puccinia poae-nemoralis* Otth and *Puccinia poarum* Nielsen. Plant Breed. 1001: 126 — 131.
- Cagas B., Flieger M., Olsovska J. 1999. Concentration of ergot alkaloids in Czech ecotypes of *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*. Grass and Forage Science 54: 365 — 370.
- Cappelli C., Marte M., Paul V. 1993. Preliminary investigations on the rusts of perennial ryegrass in Central Italy. J. Phytopathol. 139: 187 — 190.
- Czembor E. 2000. Effect of *Drechslera poae* and fungicide Tilt CB 37.5 WP on Kentucky bluegrass seed quality. Seed health as quality criterion. International Seed Health Conference PTFit – IHAR, Radzików, Poland, 9-11 Oct.
- Czembor E., Feuerstein U., Żurek G. 2001. Resistance of Kentucky bluegrass ecotypes from Poland to rust diseases. J. Phytopathol. 149: 83 — 89.

- Czembor E. 2002. Wpływ zastosowania fungicydu Tilt 250 EC na plonowanie nasienne wiechliny łąkowej. XLII Sesja naukowa Instytutu Ochrony Roślin, Poznań, 7–8 luty: 236.
- Dernoeden P. H., McIntosh M. S. 1991. Disease enhancement and Kentucky bluegrass quality as influenced by fungicides. *Agronomy J.* 83: 322 — 326.
- Gacek E. 1992. Odporność mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC) i innych patogenów zbóż na fungicydy układowe. *Biul. IHAR* 184: 31 — 45.
- Georgopoulos S. G. 1977. Development of fungal resistance to fungicides. Siegel M. R., Sisler H. D. (eds.). *Antifungal Compounds*. Marcel Dekker Inc. New York, vol 2: 409 — 495.
- Georgopoulos S. G. 1987. The development of fungicide resistance. Wolfe M. S., Caten C. E. (eds.). *Populations of plant pathogens: Their dynamics and genetic*. Blackwell Scientific Publ., Oxford: 239 — 251.
- Gingrich G. A., Mellbye M. E. 1994. Stem rust control in perennial ryegrass for seed production. Falcinelli M., Rosellini D. (eds.). *Herbage seed as key factor for improving production and environmental quality*. Fourth International Herbage Seed Conference, Perugia, Italy, May 23 — 27.
- Goliński P., Mendelewski P., Strzelczyk E. 1997. Aktualny stan i tendencje rozwojowe nasiennictwa w Wielkopolsce. *Biul. Oceny Odmian* 28: 61 — 69.
- Gullino M. L., Kuijpers L. A. M. 1994. Social and political implications of managing plant diseases with restricted fungicides in Europe. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32: 559 — 79.
- Hampton J. G. 1992. Diseases of grass seed crops in New Zealand. *IHSPRR Newsletter* 16: 14 — 15.
- Hampton J., Hebblethwaite P. 1984. The effect of fungicide application on seed yield in perennial ryegrass cv. S24. *Ann. of Appl. Biol.* 104: 231 — 239.
- Horeman G. 1987. The effects of fungicides on rust infection and on seed yields in perennial ryegrass and smooth stalked meadow grass. *Proc. International Seed Conference*, Tune, Denmark.
- Hostgaard M. B., Wolny S. 2002. Założenia duńskiego systemu wspomaganie decyzji w ochronie roślin i możliwości jego wdrożenia w Polsce. *Postępy w Ochronie Roślin* 42: 238 — 290.
- Kane R. T., Smiley R. W. 1983. Plant growth-regulating effects of systemic fungicides applied to Kentucky bluegrass. *Agronomy J.* 75: 469 — 473.
- Knight S. C., Anthony V. M., Brady A. M., Greenland A. J., Heaney S. P., Murray D. C., Powell K. A., Schulz M. A., Spinks C. A., Worthington P. A., Youle A. 1997. Rationale and perspectives on the development of fungicides. *Ann. Rev. Phytopathol.* 35: 349 — 372.
- Lutyńska R. 1996. Rozwój nasiennictwa i hodowli traw w Polsce. *Biul. IHAR* 199: 5 — 22.
- Majewski T. 1965. Materiały do znajomości grzybów pasożytniczych okolic Warszawy. *Acta Mycol.* 1: 121 — 136.
- Majewski T. 1967. Przyczynek do znajomości grzybów pasożytniczych Puszczy Kampinoskiej. *Acta Mycol.* 3: 115 — 151.
- Meyer W. A. 1982. Breeding disease-resistant cool-season turfgrass cultivars for the United States. *Plant Disease* 66: 341 — 344.
- Mühle E., Frauenstein K., Schumann K., Wetzel T. 1975. Choroby i szkodniki traw pastewnych. *PWRiL*, Warszawa: 1 — 412.
- Paul V. H., Dapprich P. 1997. Resistance breeding, an environmental friendly alternative of disease control in fodder crops. Staszewski, Z., Młyniec W., Osiński R. (eds.). *Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses*, *Proc. of 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section*, Radzików, Poland, 7-10 October: 19 — 28.
- Pfleger F. L. 1973. Reaction of *Poa pratensis* introduction to *Puccinia graminis*. *Plant Diseases Rep.* 57: 595 — 598.
- Podleś L. 1996. Nasiennictwo traw pastewnych i hodowla zachowawcza odmian w Małopolskiej Hodowli Buraka Pastewnego i Nasiennictwa Rolniczego. *Biul. IHAR* 199: 29 — 34.
- Prończuk S. 1994. Stan hodowli i nasiennictwa traw gazonowych w Polsce. *Genet. Pol.* 35A: 329 — 339.
- Prończuk M. 1996. Główne choroby traw gazonowych w Polsce. *Biul. IHAR* 199: 157 — 169.
- Pruszyński S., Wolny S. 1998. Dobra praktyka w ochronie roślin. *Nowoczesne Rolnictwo* 11: 44 — 45.
- Przydatek T. 1996. Stan i zamierzenia hodowli oraz nasiennictwa traw gazonowych w Nieznanicach. *Biul. IHAR* 199: 41 — 47.

- Rogerson C. T., King C. L. 1954. Stem rust of Merion bluegrass in Nebraska. *Plant Dis. Rep.* 38: 57.
- Rose-Fricker C. A., Meyer W. A., Kronstad W. E. 1986. Inheritance to stem rust (*Puccinia graminis* subsp. *graminicola*) in six perennial ryegrass (*Lolium perenne*) crosses. *Plant Disease* 70: 678 — 681.
- Rijckaert G. 1995. Effect of fungicides on seed yield and disease control in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Schoberlein W., Forster K. (eds.). Yield and quality in herbage seed production, Third International Herbage Seed Conference, June 18–23, Halle, Germany: 236 — 239.
- Romaszewska-Sałata J. 1974. Materiały do znajomości rdzawnikowych (Uredinales) Lubelszczyzny. *Acta Mycol.* 10: 3111 — 324.
- Romaszewska-Sałata J. 1977. Grzyby pasożytnicze zbiorowisk stepowych na Wyżynie Lubelskiej. *Acta Mycol.* 13: 25 — 83.
- Romaszewska-Sałata J. 1981. Materiały do poznania mikroskopijnych zbiorowisk kserotermicznych na Wyżynie Małopolskiej. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sec. 3, Biol.* 36: 51 — 59.
- Rose-Fricker C. A., Meyer W. A., Kronstad W. E. 1986. Inheritance of resistance to stem rust (*Puccinia graminis* subsp. *graminicola*) in six perennial ryegrass (*Lolium perenne*) crosses. *Plant Disease*: 70(7): 678 — 680.
- Smith I. M., Dunez J., Lelliott R. A., Philips D. H., Archer S. A. 1988. European handbook of plant diseases. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 1 — 583.
- Urban Z., Markova J. 1987. *Puccinia poarum* in Czechoslovakia and Europe. *Notes RBG Edinburgh* 44(3): 359 — 375.
- Schultz T. R., Johnston W. J., Golob C. T., Maguire J. D. 1993. Control of ergot in Kentucky bluegrass seed production using fungicides. *Plant Disease* 77: 685 — 687.
- Vargas J. M. 1994. Menagement of Turfgrass diseases. Lewis Publishers, London.
- Vargas J. M., Beard J. R., Beard J. B. 1981. Shade environment — disease relationships of Kentucky bluegrass cultivars. Sheard R.W. (ed.). The Ontario Agricultural College University of Guelph and the Int. Turfgrass Society: 391 — 395.
- Watkins J. E., Shearmen R. C., Hufek J. A. 1981. Response of Kentucky bluegrass cultivars and blends to a natural stem rust population. *Plant Disease* 65: 345 — 347.
- Welling B., Nordestgaard A. 1991. Disease occurrence and yield relations in some varieties of *Poa pratensis*. *Tidsskrift for Planteavl.* 95: 393 — 398.
- Welty R. E., Azevedo M. D. 1994. Application of propiconazole in management of stem rust in perennial ryegrass grown for seed. *Plant Disease* 78: 236 — 240.
- Welty R. E., Azevedo M. D. 1995. Occurrence of *Puccinia graminis* subsp. *graminicola* in Chewing Fescue in Oregon. *Plant Disease* 79: 1014 — 1016.
- Welty R. E., Baker R. E. 1992. Evaluation of resistance to stem rust in perennial ryegrass grown in controlled and field conditions. *Plant Disease* 76: 637 — 641.
- Welty R. E., Mellbye M. E. 1989. *Puccinia graminis* subsp. *graminicola* identified on tall fescue in Oregon. *Plant Disease* 73: 775.
- Welty R. E., Baker R. E., Azevedo M. D. 1993. Response of field-grown tall fescue infected by *Acremonium coenophialum* *Puccinia graminis* subsp. *graminicola*. *Plant Disease* 77: 574 — 575.
- Wijk, A. J. P., van. 1993. Turfgrasses in Europe: cultivar evaluation and advances in breeding. Carrow R. N., Christians N. E., Shearman R. C. (eds.). International Turfgrass Society Research Journal 7, Intertec Publishing Corp., Overland Park, Kansas: 1 — 38.
- Wijk, A. J. P., van. 1997. Breeding amenity grasses: achievements and future prospects. Staszewski Z., Młyniec W., Osiński R. (eds.). Ecological Aspects of Breeding Fodder Crops and Amenity Grasses, Radzików, Poland: 225 — 234.
- Woźniak B. 1981. Aktualne problemy produkcji nasiennej traw w Polsce. *Hod. Rośl. Nasien.* 1: 1 — 3.

TERESA MIŚZakład Polityki Gospodarczej i Agrobiznesu
Uniwersytet Rzeszowski w Rzeszowie

Ocena odmian tytoniu uprawianych w rejonie województwa podkarpackiego

Evaluation of tobacco varieties cultivated in the Podkarpackie province

Przeprowadzone badania obejmowały polowe doświadczenie ściśle, założone metodą losowanych bloków, w latach 1997–1998. Celem badań było porównanie wpływu różnej rozstawy sadzenia roślin na wielkość i wartość handlową plonu oraz ważniejsze cechy jakościowe surowca tytoniu odmian Wiślica, Wisana, Wika i Wiecha. Analiza cech jakościowych liści polegała na oznaczeniu procentowej zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie i białka właściwego oraz treściwości liści i udziału nerwu głównego. Zastosowane czynniki, uwzględniające przyjęcie różnych rozstaw sadzenia wywarły istotny wpływ na wysokość plonowania roślin i jakość liści tytoniu Virginia. Rośliny wysadzone w rozstawie 70 x 40 cm osiągnęły wyższy plon i wartość handlową liści w stosunku do roślin uprawianych w rozstawie 90 x 40 cm. Szersza rozstawa roślin (90 x 40 cm) korzystnie wpłynęła na jakość liści, wyrażoną większą zawartością węglowodanów, a mniejszą ilością białka. Na podstawie wyników doświadczenia własnego w obrębie tytoniu Virginia można wytypować do uprawy dwie odmiany Wiślica i Wika, odznaczające się najkorzystniejszymi parametrami, dotyczącymi wysokości plonowania i jakości surowca.

Słowa kluczowe: jakość liści, odmiany, plon liści, tytoń, wartość plonu

The aim of the studies was to compare the effects of different plant spacing on tobacco yield and market value as well as important qualitative features of four varieties representing type Virginia: Wiślica, Wisana, Wika and Wiecha. The field experiments designed as the randomized blocks were carried out in the years 1997-1998. The qualitative analysis of tobacco leaves included assessment of composition of soluble carbohydrates and true proteins, weight of 1 dm² of dried leaves and amount of the main vein tissue (%) within the foliage. Plant spacing was found to influence considerably both yield and leaf quality of Virginia tobacco. The yield and market value of plants grown at the spacing 70 x 40 cm were higher than those of plants grown at 90 x 40 cm. However, the leaves of higher quality, characterized by a high content of carbohydrates and a relatively low content of proteins, were produced by the plants grown at 90 x 40 cm. Based on the results concerning the yield and quality of raw material, two tobacco varieties: Wiślica and Wika can be recommended for cultivation.

Key words: quality of leaves, tobacco, varieties, yield of leaves, yield value

WSTĘP

Największa powierzchnia uprawy tytoniu znajduje się w Chinach i Brazylii, które wytwarzają blisko 55% światowej produkcji surowca tytoniowego. Polska zajmuje 24 pozycję z produkcją rzędu 30 tys. ton, co stanowi 0,4% produkcji światowej. Łączna powierzchnia plantacji wynosiła w latach osiemdziesiątych 52–53 tys. ha, jednak ostatnio uległa drastycznemu zmniejszeniu do 14 tys. ha w 2000 roku, z uwagi na przejście krajowych zakładów tytoniowych przez firmy zagraniczne, zainteresowane importem taniego i jakościowo dobrego surowca z krajów o klimacie ciepłym (Rocznik Statystyczny, 2001). Dlatego też przed polskimi plantatorami tej towarowej rośliny stoi problem poprawienia cech jakościowych surowca, tak aby zwiększyć jego konkurencyjność. Z licznych informacji naukowych wiadomo, że warunki klimatyczno-glebowe naszego kraju w zasadniczy sposób decydują o jakości tytoniu. Częściowo problem ten można rozwiązać poprzez zmianę technologii uprawy tej rośliny, czyli sadzenie roślin w szerokiej rozstawie, wykonywanie zabiegów obsypywania oraz ogławiania i pasynkowania roślin, a także przez wprowadzenie do uprawy odmian o odpowiednich uwarunkowaniach genetycznych.

Badania przedstawione w niniejszym opracowaniu przeprowadzono w miejscowości Grodzisko Górne, położonej w północnej części województwa podkarpackiego, która charakteryzuje się przewagą gleb pławych i brunatnych, w większości kwaśnych, w klasach bonitacyjnych od III do VI. Województwo podkarpackie stanowi 0,5% w stosunku do łącznej powierzchni kraju. Areał uprawy tytoniu wynosi 3500 ha, czyli 18% w porównaniu do łącznej powierzchni uprawy tytoniu w Polsce, zaś produkcja wynosi 6000 ton liści, to jest 20% produkcji krajowej, która obecnie wynosi 30 tys. ton.

Celem niniejszego opracowania jest określenie:

- wielkości i struktury plonu liści z uwzględnieniem podziału na klasy jakości w zależności od rozstawy sadzenia i doboru odmian
- wpływu gęstości sadzenia nowych odmian tytoniu na skład chemiczny liści (zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie, białka właściwego) oraz cechy fizyczne liści, czyli ich treściwość i procentowy udział nerwu głównego w masie liścia.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1997–1998. Zlokalizowano je w Grodzisku Górnym, położonym w Leżajskim Okręgu Uprawy Tytoniu, obejmującym swym zasięgiem województwo podkarpackie. Doświadczenie polowe ściśle założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach, na glebie brunatnej, wytworzonej z lessu. Porównywano w nim dwie rozstawy sadzenia (70 x 40 i 90 x 40 cm) oraz cztery odmiany tytoniu typu Virginia: Wiślica, Wisana, Wika i Wiecha. Wielkość poletek zależała od zastosowanej rozstawy sadzenia roślin i przedstawiała się następująco: przy rozstawie 70 x 40 cm — 28 m², zaś w przypadku rozstawy 90 x 40 cm — 36 m². Na każdym poletku, bez względu na rozstawę rzędów wysadzono po 100 roślin.

Wszystkie zabiegi uprawowe, pielęgnacyjne oraz chemiczną ochronę roślin przeprowadzono w sposób typowy dla uprawy tytoniu Virginia. Pielęgnowanie polegało na odchwaszczaniu plantacji, spulchnianiu międzyrzędzi, obsypywaniu roślin oraz wykonaniu zabiegów ogławiania i pasynkowania roślin. Przedplonem tytoniu corocznie były zboża ozime — pszenica i pszenżyto. Sadzonki roślin wyprodukowano zgodnie z zasadami poprawnej produkcji rozsady tytoniu papierosowego jasnego typu Virginia.

Zbiór liści przeprowadzono sukcesywnie w miarę osiągnięcia przez nie dojrzałości technicznej. W czasie jednego zbioru zrywano 3–4 liście, w tym po jednym zbiorze liści nadspodaków, podwierzchołkowych i wierzchołkowych oraz 2–3 zbiory liści środkowych (najbardziej wartościowych). Zerwane liście suszono w zwykłej suszarni - metodą ogniowo-rurową, zgodnie z zaleceniami dla suszenia tytoniu Virginia.

Po zakończeniu zbiorów i suszenia określono wielkość plonu liści i udział klas jakości oraz ustalono wartość handlową plonu z hektara. Posortowane na klasy liście poddano fachowej ocenie wykonanej przez pracowników Zakładów Przemysłu Tytoniowego w Leżajsku.

Po sklasyfikowaniu i zważeniu surowca z każdego poletka, z partii liści środkowych, występujących w klasie II pobierano próbki (o wadze 3 kg) do analiz laboratoryjnych. Liście środkowe (od 6 do 13 liścia na roślinie), uważa się za najbardziej wartościowe, ponieważ odznaczają się dobrymi właściwościami fizycznymi liści oraz korzystnym udziałem związków chemicznych.

Badania jakościowe, dotyczące składu chemicznego i cech fizycznych wysuszonych liści przeprowadzono według norm opracowanych przez Centralne Laboratorium Przemysłu Tytoniowego w Krakowie. Liście przeznaczone do analiz chemicznych zostały pozbawione nerwów głównych, wysuszone (60°C) i zmielone w młynku. Określono cechy fizyczne: masę 1 dm² blaszki liściowej (treściwość) oraz procentowy udział nerwu głównego w masie liścia. Analizy chemiczne na zawartość białka właściwego wykonano metodą Barnsteina oraz węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie metodą Bertranda.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji wieloczynnikowej, według modelu liniowego. Istotność różnic, powodowaną wpływem badanych czynników określano testem F Fishera-Snedecora.

Następnie obliczono wartości współczynników zmienności, dla określenia zróżnicowania badanej zbiorowości.

Przy obliczeniach statystycznych posłużono się profesjonalnymi programami komputerowymi Excel i SAS System.

Przed założeniem doświadczenia pobrano próbki gleby i oznaczono w nich podstawowe właściwości fizyko-chemiczne, według metod obowiązujących w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie. Ocenę zasobności gleby, na której zlokalizowano doświadczenie przeprowadzono według kryteriów opracowanych przez pracowników IUNG w Puławach (Obojski i Strączyński, 1995).

WYNIKI BADAŃ

Wyniki analiz gleby przedstawiono w tabeli 1. Wynika z niej, że doświadczenie założono na glebie brunatnej właściwej, wytworzonej z lessu, klasy bonitacyjnej III b, zaliczanej do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Ze względu na rodzaj gleby zakwalifikowano ją do gleb średnich. Analiza składu granulometrycznego wykazała, że był to utwór pyłowy zwykły. Odczyn gleby był bardzo kwaśny, jest to zjawisko typowe dla większości plantacji, na których uprawiany jest w Polsce tytoń papierosowy jasny typu Virginia, co potwierdza swoimi badaniami Wiśniowska-Kielian (1994).

Udział próchnicy w poziomie akumulacyjnym gleby wynosił 1,64%.

Zawartość przyswajalnych form makroelementów była następująca:

- fosforu — bardzo wysoka,
- potasu — wysoka,
- magnezu — niska.

Tabela 1

Wyniki analiz gleby przed założeniem doświadczenia
Soil analyses before starting the experiment

Skład granulometryczny Mechanical composition (%)			pH w 1 n KCl pH in 1 n KCl	Próchnica Humus (%)	Składniki przyswajalne w mg/100 g gleby Available nutrients in mg/100 g of soil		
1-0,1	0,1-0,02	<0,02			P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
11,7	57,8	30,5	4,1	1,64	20,9	20,0	4,1

Na wielkość plonu liści tytoniu oddziaływały porównywane czynniki badań, zarówno rozstawy sadzenia, jak i dobór odmian (tab. 2). Rośliny odmiany Wiślica charakteryzowały się istotnie wyższym plonem liści z 1 hektara w rozstawie 70 x 40 cm w porównaniu z szerszą rozstawą 90 x 40 cm (o 12%). U drugiej odmiany (Wisana) plon liści uzyskany z roślin wysadzanych w rozstawie węższej (70 x 40 cm) był o 24% większy, niż w rozstawie szerszej (90 x 40 cm). Odmiana Wika wyróżniała się znacznie wyższym plonem liści w rozstawie 70 x 40 cm w porównaniu z rozstawą 90 x 40 cm — o 28%. Ostatnia z badanych odmian tytoniu Wiecha miała wyższy plon suchych liści również, tam gdzie była większa obsada roślin w porównaniu z mniejszym zagęszczeniem roślin (o 29,5%).

Największe plony liści z 1 ha dała odmiana Wiślica (2457 kg/ha), najmniejsze zaś odmiana Wisana (2162 kg), a różnica pomiędzy odmianami wynosiła około 260 kg, co stanowi 12%.

Współdziałania czynników badań w kształtowaniu wielkości plonowania okazały się istotne. Wartości współczynników zmienności dla plonu liści uzyskanego z obydwu rozstaw sadzenia wynosiły odpowiednio: 13 i 14%.

Pod względem jakości surowca, wyrażonego procentowym udziałem klas jakości najkorzystniejszy udział klas jasnych I i II wystąpił u odmiany Wiślica. Procentowy udział klasy I modyfikowały wszystkie czynniki doświadczenia. Na udział klasy II nie miały wpływu rozstawy sadzenia. W rozstawie 70 x 40 cm u wszystkich odmian było więcej

klasy I w porównaniu z rozstawą 90 x 40 cm. Tylko u odmiany Wisana więcej klasy I zanotowano w szerszej rozstawie 90 x 40 cm (o 3,4%). Procentowy udział klasy II zmieniał się w zależności od odmiany tytoniu. Największy udział klasy II stwierdzono w plonie liści odmian Wiślica i Wika.

Tabela 2

Plon liści i udział klas jasnych I i II (%) (średnie za lata 1997–1998)
Yield of leaves and percentage of grades I and II (average for years 1997–1998)

Rozstawa sadzenia Spacing of plants (cm)	Plon liści Yield of leaves (kg/ha)	Klasy Grades (%)		Wartość plonu Value of yield (PLN/ha)
		I	II	
Wiślica				
70 x 40	2600,0	15,6	22,6	18229,6
90 x 40	2313,9	13,5	25,2	16134,4
Wisana				
70 x 40	2393,5	8,9	20,9	16077,9
90 x 40	1929,7	9,2	20,1	12917,3
Wika				
70 x 40	2503,6	12,3	22,7	16842,9
90 x 40	1961,6	10,1	22,4	13401,5
Wiecha				
70 x 40	2500,5	10,2	20,8	16865,4
90 x 40	1981,1	9,8	21,6	13584,5
V% 70 x 40	13,4	7,6	1,8	—
90 x 40	14,3	8,1	1,8	—
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$): pomiędzy rozstawami between spacing	21,45	1,19	r.n.; ns	—
pomiędzy odmianami between varieties	30,33	1,68	0,65	—
odmiana × rozstawa variety × spacing	42,90	2,38	r.n; ns	—

Analiza statystyczna dowiodła, że interakcje pomiędzy porównywanymi czynnikami badań dla klasy I były istotne, natomiast współdziałanie odmian i obsady roślin dla klasy II okazało się nieistotne.

Wartość pieniężną z powierzchni 1 ha, wynikającą z wielkości plonu liści i jego jakości zamieszczono w tabeli 2. Najwyższą (17182 PLN) wartość handlową uzyskano z uprawy tytoniu odmiany Wiślica, a najniższą (14498 PLN) w przypadku roślin odmiany Wisana. Wartość handlowa liści uzyskana z węższej rozstawy sadzenia była wyższa w porównaniu z rozstawą szerszą. I tak, w odniesieniu do odmiany Wiślica wartość handlowa plonu liści roślin wysadzanych w rozstawie 70 x 40 cm była wyższa o 2095 zł, w porównaniu do rozstawy 90 x 40 cm. W przypadku pozostałych odmian było podobnie, u odmian Wisana i Wika różnica, pomiędzy wartością surowca z rozstawy 70 x 40 cm, a 90 x 40 cm wynosiła odpowiednio: 3161 i 3441 PLN, zaś u odmiany Wiecha — 3281 PLN (tab. 2).

Skład chemiczny liści tytoniu czterech badanych odmian wyrażony procentowym udziałem węglowodanów redukujących modyfikowały wszystkie czynniki badań. Natomiast na procentową zawartość białka właściwego nie miały wpływu rozstawy sadzenia (tab. 3). Stwierdzono, że pod wpływem zwiększenia rozstawy sadzenia roślin nastąpił

istotny wzrost zawartości węglowodanów redukujących, któremu towarzyszyło obniżenie ilości białka w liściach wszystkich odmian. U odmiany Wiślica, najkorzystniejsza dla zawartości węglowodanów w liściach okazała się rozstawa 90 x 40 cm, przy której nastąpił wzrost ich koncentracji w porównaniu do rozstawy 70 x 40 cm. W przypadku pozostałych odmian (Wisana, Wiki i Wiecha) zależności były ukierunkowane podobnie i więcej węglowodanów stwierdzono w liściach tytoniu rosnącego w szerszej rozstawie 90 x 40 cm, w porównaniu z obsadą roślin z rozstawy 70 x 40 cm.

Tabela 3

Skład chemiczny i cechy fizyczne liści (średnie za lata 1997–1998)
Chemical composition and physical properties of leaves (averages for years 1997–1998)

Rozstawa sadzenia Spacing of plants (cm)	Zawartość w suchej masie (%) Content in dry mass (%)		Masa 1 dm ² blaszki liściowej (g) Weight of 1 dm ² of leaf blade (g)	% nerwu głównego Percentage of the main vein
	węglowodany carbohydrates	białko protein		
Wiślica				
70 x 40	12,44	9,45	0,561	27,07
90 x 40	14,50	9,24	0,585	29,59
Wisana				
70 x 40	11,47	10,33	0,527	27,10
90 x 40	12,54	10,41	0,553	29,48
Wika				
70 x 40	12,65	11,09	0,602	26,45
90 x 40	14,20	10,73	0,613	27,10
Wiecha				
70 x 40	12,35	11,42	0,534	30,00
90 x 40	13,33	10,92	0,550	30,60
V% 70 x 40	7,4	10,4	5,8	5,3
90 x 40	10,5	10,4	5,2	4,8
NIR; LSD (α = 0,05): pomiędzy rozstawami between spacing	0,11	r.n.; ns	0,003	0,10
pomiędzy odmianami between varieties	0,15	0,28	0,004	0,15
rozstawa × odmiana spacing × variety	0,22	r.n.; ns	0,005	0,21

Na tle porównywanych odmian liście Wiślicy charakteryzowały się najkorzystniejszą, czyli najmniejszą zawartością białka właściwego (średnio 9,3%), zaś największą zawartością białka właściwego wyróżniały się liście odmiany Wiecha (średnio 11,2%). Przeprowadzona analiza statystyczna danych wykazała, że współdziałanie czynników badań (odmian i obsady roślin) dla kształtowania zawartości węglowodanów redukujących w liściach tytoniu było istotne, zaś dla ilości białka właściwego — nieistotne.

Właściwości fizyczne liści, wyrażone gramaturą liści i procentowym udziałem w nich nerwu głównego modyfikowały porównywane czynniki doświadczenia (tab. 3). Największą masą 1 dm² blaszki liściowej odznaczały się liście odmiany Wika (średnio 0,608 g), najmniejszą zaś liście odmiany Wisana (0,540 g). Przyjęcie zwiększonych rozstaw sadzenia roślin również istotnie wpłynęło na masę 1 dm² blaszki liściowej. U wszystkich odmian liście roślin wysadzanych w szerszej rozstawie (90 x 40 cm) były

cięższe w stosunku do liści roślin z węższej rozstawy (70×40 cm). W przypadku odmian Wiślica i Wisana liście pochodzące z rozstawy 90×40 cm w porównaniu do liści z rozstawy 70×40 cm charakteryzowały większą masą 1 dm^2 blaszki, odpowiednio: o 4 i 5%. W odniesieniu do odmian Wika i Wiecha treściwość liści z rozstawy 90×40 cm była o 2 i 3% wyższa w stosunku do liści uzyskanych z rozstawy 70×40 cm i różnice te były statystycznie istotne.

Współdziałanie czynników badań w kształtowaniu treściwości liści również okazało się istotne, zaś zmienność cech, wyrażona wartościami współczynników zmienności była niewielka.

Procentowy udział nerwu głównego również kształtowały badane czynniki. Najmniejszym unerwieniem charakteryzowały się liście odmiany Wika, które zawierały średnio 26,8% nerwu głównego, największym zaś liście odmiany Wiecha (30,3%; tab. 3). Liście wszystkich badanych odmian zebrane z roślin uprawianych w szerszej rozstawie (90×40 cm) odznaczały się większym udziałem nerwu głównego w porównaniu do liści roślin z węższej rozstawy (70×40 cm). Zależność ta związana jest z masą 1 dm^2 liścia, ponieważ im większa masa liścia, tym lepsze jego unerwienie.

Przeprowadzone obliczenia statystyczne wykazały istotne współzależności pomiędzy porównywanymi czynnikami w kształtowaniu procentowego udziału nerwu głównego w liściach tytoniu.

Cechy fizyczne liści nie zmieniały się znacząco, o czym świadczą wartości obliczonych współczynników zmienności.

DYSKUSJA

Przeprowadzony cykl badań poświęcony został określeniu wpływu różnych rozstaw sadzenia roślin na plon i jakość liści tytoniu czterech krajowych odmian typu Virginia.

Zdaniem wielu autorów (Arrestier i in., 1984; Cifudow i Pamukow, 1982; Kościk, 1993; Kościk i Kowalczyk-Juśko, 1997; Tso, 1990; Wiśniewski, 1981) plonowanie tytoniu wysadzanego gęsto było wyższe, aniżeli przy małej obsadzie roślin — w badaniach Kościka i Kowalczyk-Juśko (1997), różnica ta wynosiła 18%.

Potwierdzają to również wyniki uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu własnym. Plon liści tytoniu odmiany Wiślica pochodzący z roślin rosnących w rozstawie 70×40 cm w porównaniu z uprawą roślin w rozstawie 90×40 cm był większy średnio o 12%. Zaś w przypadku pozostałych odmian (Wisany, Wiki i Wiechy) różnice pomiędzy plonem liści uzyskanym z rozstawy 70×40 cm w stosunku do plonu liści z rozstawy 90×40 cm wynosiły odpowiednio: 464, 542 i 519 kg na ha.

Według Tso (1990) dobór odpowiedniej rozstawy rzędów zależy od typu uprawianego tytoniu. Rośliny tytoniu typu Virginia wysadza się w węższych rozstawach, w porównaniu do typu Burley oraz pozostałych typów papierosowych ciemnych.

Wpływ obsady roślin na jakość surowca wyrażonego procentowym udziałem klas jasnych w literaturze jest niejednoznaczny. Kościk (1993) uważa, że jakość tytoniu papierosowego jasnego typu Virginia ulega pogorszeniu wraz ze zmniejszeniem obsady

roślin na jednostce powierzchni. Tso (1990) jest innego zdania, twierdzi, że udział klas jasnych (I i II) wzrasta w szerszej rozstawie, ale do pewnej granicy.

W badaniach własnych liście klas jasnych (I i II) odmiany Wiślica w obydwu rozstawach sadzenia 70 x 40 i 90 x 40 cm zajmowały jednakowy procent plonu handlowego liści (około 38%). W przypadku pozostałych odmian tytoniu (Wisany, Wiki i Wiechy) procentowy udział klas I i II w plonie liści pochodzącym z rozstawy 70 x 40 cm wynosił odpowiednio: 30, 35 i 31%. Zaś liście roślin odmian Wisany, Wiki i Wiechy uprawianych w rozstawie 90 x 40 cm, stanowiły odpowiednio: 29, 33 i 31% klas jasnych I i II w łącznym plonie liści uzyskanym w tej rozstawie sadzenia.

Zwiększenie obsady roślin powoduje wzrost wartości pieniężnej plonu liści, co potwierdzili liczni autorzy: Jarzyna (1997), Kittrell i wsp. (1975), Kościk (1993), Wiśniewski (1981).

Podobne stwierdzenie wysnuto w badaniach własnych. W przeprowadzonym doświadczeniu największą wartość pieniężną plonu liści w przeliczeniu na powierzchnię 1 ha uzyskano z roślin wysadzanych w węższej rozstawie sadzenia, w porównaniu do rozstawy szerszej.

Na podstawie uzyskanych wyników doświadczenia własnego w obrębie tytoniu typu Virginia można wytypować do uprawy dwie odmiany Wiślica i Wika, odznaczające się najkorzystniejszymi parametrami jakościowymi, dotyczącymi wysokości i jakości plonu, jego wartości handlowej, składu chemicznego oraz cech fizycznych liści. Potwierdziły to również badania przeprowadzone przez Jarzynę (1997), w oparciu o które wysunął sugestie, że w uprawie tytoniu powinny dominować dwie odmiany — Wiślica i Wika.

Gajos i wsp. (1996) stwierdzili, że uprawa najlepszych odmian tytoniu jest podstawą uzyskania wysokiego plonu liści i jakości surowca oraz wzrostu opłacalności dla plantatorów. Wyniki badań przeprowadzonych przez Gajosa i wsp. (1996) nad doбором odmian do uprawy w Leżajskim Okręgu Uprawy Tytoniu wykazały, że najwyższy plon liści daje w tym rejonie odmiana Wiślica. Ponadto stwierdzono, że najwyższym udziałem klas jasnych wyróżniały się odmiany Wiślica i Wika. Również te odmiany, a szczególnie Wiślica odznaczały się dużą wartością handlową plonu liści, co czyni je najbardziej opłacalne dla plantatorów tytoniu. Na podstawie swoich wyników badań (Gajos i in., 1996) przedstawili wniosek, że w Leżajskim Okręgu, obejmującym swym zasięgiem obecne województwo podkarpackie, w uprawie tytoniu powinny dominować dwie odmiany: Wiślica i Wika.

Kierując się jakością surowca, najlepszą rozstawą sadzenia w przeprowadzonym doświadczeniu okazała się rozstawa 90 × 40 cm. Jest to zgodne z zaleceniami literatury, opracowanymi przez Sławińskiego i Tokarza (1991), którzy tę właśnie rozstawę sadzenia zalecają jako najlepszą.

WNIOSKI

1. Liście tytoniu uzyskane z roślin wysadzanych w szerokiej rozstawie wykazywały korzystniejsze parametry jakościowe, takie jak:
— większa treściwość blaszki liściowej,

- większa zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie i mniejsza ilość białka właściwego,
- większy udział klas jasnych (I i II) w plonie handlowym liści.
- 2. Porównywane rozstawy sadzenia tytoniu czterech badanych odmian (Wiślica, Wisana, Wika i Wiecha) różnicowały wysokość i jakość plonu liści tytoniu papierosowego jasnego. Wraz ze wzrostem obsady roślin nastąpiło zwiększenie plonowania i wartości handlowej surowca.
- 3. Na podstawie uzyskanych wyników doświadczenia własnego do uprawy na terenie województwa podkarpackiego można wytypować odmiany tytoniu: Wiślica i Wika, odznaczające się najkorzystniejszymi parametrami jakościowymi.

LITERATURA

- Arrestier R., Vidal B., Albo J. P., Chouteau J. 1984. Influence de la compacité et de diverses modalités d'écimage et d'inhibition sur les principales caractéristiques d'un tabac de type Virginie. *Ann. Tabac*, sect. 2, 18, Bergerac S.E.I.T.A: 177 — 195.
- Cifudow M., Pamukow I. 1982. Gastota na rozsazdane i krszenena sort Szumen 314. *Błg. Tjutjun*, 4: 14 — 17.
- Gajos Z., Jarzyna W., Szewczyk E., Jabłońska S. 1996. Sprawozdanie z wykonania tematu: Ocena nowych odmian tytoniu typu Virginia, przeprowadzona w doświadczeniach rejonowych w 1995. Centralne Laboratorium Przemysłu Tytoniowego w Krakowie, Pracownia Hodowli i Nasiennictwa: 1 — 16.
- Jarzyna W. 1997. Wyniki doświadczeń prowadzonych nad nowymi odmianami tytoniu Virginia w 1996 roku. *Przeg. Tyt.* 6: 4 — 7.
- Kittrell B. U., Collins W. K., Fike W. T., Selmann H., Weeks W. W. 1975. Effects of leaf numbers per acre and nitrogen rates on the agronomic, economic and chemical characteristics of bright tobacco. *Tobacco Science*, t. 19: 127 — 130.
- Kościk B. 1993. Reakcja tytoniu papierosowego jasnego na sposób stosowania zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych. *Rozprawa hab.*, AR Lublin: 3 — 50.
- Kościk B., Kowalczyk Juško A. 1997. Efektywność nowych technologii uprawy tytoniu. *Bibliotheca Fragm. Agron.* t. 3: 233 — 240.
- Rocznik Statystyczny 2001. GUS Warszawa.
- Sławiński A., Tokarz S. 1991. Zalecenia dla plantatorów uprawiających tytoń odmiany Virginia — Wiślica.
- Tso T. C. 1990. Production, physiology and biochemistry of tobacco plant. Institute of International Development and Education in Agricultural and Life Sciences, Beltsville, Maryland, USA. *Spacing*: 83 — 90.
- Wiśniewski J. 1981. Plony i jakość tytoniu papierosowego ciemnego uprawianego w szerokiej rozstawie rzędów w układzie tradycyjnym i pasowym. *Ann. UMCS E*, XXXV/XXXVI, 13: 135 — 147.
- Wiśniowska-Kielian B. 1994. The influence of soil acidification on chemical composition of tobacco leaves. *Zesz. Post. Nauk Rol.* z. 413: 321 — 326.

GRAŻYNA OBIDOSKA

ALA SADOWSKA

Katedra Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Wpływ pH podłoża i jego zasobności w azot na plonowanie *Withania somnifera* (L.) Dun.

Effect of pH and nitrogen content in substrate on the yield of *Withania somnifera* (L.) Dun.

Withania somnifera, subtropikalna roślina z rodziny *Solanaceae*, jest bardzo interesującym gatunkiem leczniczym. W rejonach naturalnego występowania, a zwłaszcza w Indiach, od wieków wykorzystuje się jej korzeń (*Radix Withaniae*) jako środek pobudzający siły życiowe, działający tonizująco, przysparzający energii witalnej, zwiększający odporność na choroby i niekorzystny wpływ otoczenia. Doświadczenia uprawowe, przeprowadzone w szklarni SGGW w Ursynowie w latach 1997–1999, miały potwierdzić bądź obalić hipotezę, że obserwowany w Indiach brak reakcji witanii na azot nie jest wynikiem znikomego zapotrzebowania gatunku na ten składnik, lecz że powoduje go nieodpowiedni odczyn gleb, na których roślina jest uprawiana. W doświadczeniu podłoże stanowił substrat torfowy doprowadzony do pH 5, 6 i 7. Zawartość azotu w podłożu, przy każdej wartości pH, w zależności od kombinacji wynosiła: 100, 200, 300, 350 oraz 400 mg/dm³, przy stałych zawartościach fosforu i potasu (odpowiednio 80 i 300 mg/dm³). Otrzymane wyniki wyraźnie wskazują na to, że *Withania somnifera* jest gatunkiem preferującym kwaśny odczyn gleby. Najwyższy plon ziela i korzeni, a także zawartość i plon witaferyny A wydały rośliny uprawiane na podłożu o pH 5, które pobrały istotnie więcej składników mineralnych (azotu, potasu i fosforu) aniżeli uprawiane w wyższych wartościach pH. *Withania somnifera* jest gatunkiem azotolubnym, a brak wzrostu plonu surowca przy wzrastającym nawożeniu azotowym obserwowany w Indiach, nie jest wynikiem małego zapotrzebowania rośliny na ten składnik, ale nieodpowiedniego pH gleb, na których roślina jest tam uprawiana (7,5–8).

Słowa kluczowe: azot, pH, plonowanie, witaferyna A, *Withania somnifera*

Withania somnifera, a subtropical plant from *Solanaceae* family, is a very interesting medicinal species. In the regions of its natural occurrence, especially in India, the root of *Withania* (*Radix Withaniae*) has been widely used as an energizing, immunostimulating and adaptogenic drug. The aim of experiments carried out in the greenhouses of Agricultural University in Warsaw in 1997–1999, was to verify the hypothesis that: the observed in *Withania* lack of response to nitrogen fertilization is not a result of low demand for nitrogen, but it is caused by the pH of soils in which the plant has been grown in India. The experimental plants were grown in peat substrate with pH adjusted to 5, 6 and 7. Nitrogen contents were: 100, 200, 300, 350 and 400 mg/dm³, while the constant phosphorus and potassium levels were set to 80 and 300 mg/dm³, respectively. The results suggest that *Withania somnifera* prefers acidic soils. The highest yields of herb and roots, as well as withaferine A content

and yield, were obtained at pH 5. The plants took up significantly more minerals (nitrogen, potassium and phosphorus) than the ones grown at a higher pH of soil. *Withania somnifera* seems to have high demand for nitrogen, and the observed lack of reaction to nitrogen fertilization is probably due to inappropriate pH of soils, on which it is grown in India.

Key words: nitrogen, pH, withaferine A, *Withania somnifera*

WSTĘP

Withania somnifera, subtropikalna roślina z rodziny *Solanaceae*, jest bardzo interesującym gatunkiem leczniczym. W rejonach naturalnego występowania, a zwłaszcza w Indiach, od wieków wykorzystywano się jej korzeń (*Radix Withaniae*) jako środek pobudzający siły życiowe, działający tonizująco, przysparzający energii witalnej, zwiększający odporność na choroby i niekorzystny wpływ otoczenia. Również współczesna medycyna indyjska poleca ten surowiec; w oparciu o stare receptury ayurwedyjskie produkuje się szereg preparatów z jego udziałem.

Wspomniane właściwości witanii przypisywane są przede wszystkim występującym w korzeniu glikowitanolidom. Mechanizm ich działania jest złożony i nie w pełni poznany. Uważa się, że silne własności antyoksydacyjne (Bhattacharya i in., 2001) mogą częściowo tłumaczyć pobudzający wpływ na procesy kojarzenia i zapamiętywania, a także działanie łagodzące wobec zaburzeń funkcjonowania organizmu związanych z wiekiem (Russo i in., 2001). Glikowitanolidy pomagają przetrwać stres zwiększając fizyczną i psychiczną wydolność organizmu poddanego jego działaniu (Wagner i in., 1994; Bhattacharya i in., 2000 b). Mają też porównywalne z syliaryną właściwości ochronne wobec wątroby w warunkach nadmiernego narażenia na metale ciężkie (Bhattacharya i in., 2000a), a także pobudzające wobec układu odpornościowego.

W ziele witanii występują natomiast związki, którym roślina zawdzięcza silne właściwości przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe i immunosupresyjne. Najważniejszym z nich jest witaferyna A (Shohat i in., 1978). Środki o charakterze immunosupresyjnym są wykorzystywane przy przeszczepach.

W literaturze istnieją nieliczne doniesienia dotyczące agrotechniki *Withania somnifera*. Wyniki doświadczeń dotyczących odpowiedzi rośliny na nawożenie mineralne są niejednolite. Przeważa pogląd, że roślina ma małe wymagania w stosunku do azotu, a reakcja na nawożenie tym składnikiem jest słaba, lub wręcz, że nie ma jej wcale. Dlatego w Indiach praktycznie nie nawozi się plantacji, albo dostarcza azot w niewielkiej dawce 30 kg N/ha (3 g/m²) (Dahatoude i in., 1983; Nigam i in., 1984), osiągając jednak przy tym stosunkowo niskie plony (Obidoska, 2001; Ozguven i Sener, 1992). Istnieje pojedyncze doniesienie, dotyczące silnej reakcji roślin, w postaci wyżki plonu, na nawożenie mineralne N:P:K w dawce 28:28:28 i 42:42:42 g/1,3 m² (Maitra i in., 1998), nie podano jednak szczegółowego opisu warunków uprawy (np. pH podłoża).

Rośliny lecznicze z rodziny *Solanaceae* są z reguły gatunkami preferującymi lekko kwaśny odczyn gleby. Zwykle, w takich warunkach, reagują na nawożenie azotem zwyżką plonu surowca, a niekiedy i podwyższeniem zawartości substancji biologicznie aktywnych. Ponieważ tereny uprawy witanii w Indiach to gleby alkaliczne, najczęściej

lekkie, słabo urodzajne czerwonoziemy o pH w granicach od 7,5 do 8, niewykluczone jest, że przyczyną niskiego plonu witanii oraz braku reakcji na azot, opisywanego w literaturze indyjskiej, może być odczyn podłoża. Podjęto zatem badania, mające na celu odpowiedź na pytanie jaki jest wpływ pH podłoża na plon roślin, a także zawartość i plon witaferyny A oraz czy istnieje i jak wygląda zależność reakcji witanii na nawożenie azotem od pH podłoża.

MATERIAŁ I METODY

Rośliny stanowiące przedmiot badań były rozmnażane z nasion pochodzących z własnej plantacji szklarniowej SGGW, którą zapoczątkowano dzięki materiałowi siewnemu otrzymanemu z Instytutu Roślin i Przetworów Zielarskich w Poznaniu.

Doświadczenie przeprowadzono, jako wazonowe, w szklarni SGGW w Ursynowie w latach 1997-1999. Podłoże stanowił substrat torfowy doprowadzony do pH 5, 6 i 7, wzbogacony mikroelementami w ilości 135 mg/dm³ części B mieszanki MIS 3. Zawartość azotu w podłożu, przy każdej wartości pH, w zależności od kombinacji wynosiła: 100, 200, 300, 350 oraz 400 mg/dm³. Składnik stosowano w formie amonowej i azotanowej (po 50% każdej). Zawartość fosforu i potasu w podłożu była stała i wynosiła odpowiednio 80 i 300 mg/dm³. Jako źródła pierwiastków użyto saletrę amonową, superfosfat potrójny i siarczan potasu. Doświadczenie założono w układzie całkowicie losowym, w 7 powtórzeniach.

Analizy próbek podłoża w czasie wegetacji stanowiły podstawę utrzymywania zawartości składników pokarmowych na określonych powyżej poziomach. Oznaczenia zawartości składników przyswajalnych wykonywano metodą uniwersalną tj. w wyciągu 0,03 molowego kwasu octowego. Kontrolowano również pH oznaczając jego wartość w H₂O. Zabiegi ochronne polegały na zwalczaniu: ziemiórek, mączlika, a także przedziorków i mszyc przy pomocy preparatów Diazinon 10G, Admiral, Omite i Karate oraz Pirimor i Aztec. Zbiorów ziela dokonywano dwukrotnie w sezonie: w połowie lipca i w połowie września, kiedy to również zbierano korzenie. Surowiec suszono w warunkach naturalnych i badano następujące wskaźniki: plon suchej masy ziela i korzeni, procentową zawartość azotu fosforu i potasu w suchej masie ziela, zawartość i plon witaferyny A.

Procentową zawartość azotu określono metodą Kjeldahla, natomiast fosforu i potasu metodą kolorymetryczną Neubauera. Analizę zawartości witaferyny A prowadzono przy użyciu chromatografu firmy Shimadzu wyposażonego w pompę LC-10A, detektor spektrofotometryczny UV SPD-10A, integrator Chromatopak C-R3A i dozownik o objętości pętli równej 20 µl. Do wykrywania witaferyny A zastosowano kolumnę Macherey Nagel EC 250/4 NUCLEOSIL 120-7C₁₈. Analiza była prowadzona w programie izokratycznym przy użyciu fazy ruchomej — metanol: bufor fosforowy (57 : 43). Szybkość przepływu fazy ruchomej wynosiła 1,5 ml × min.⁻¹. Absorpcja była mierzona przy długości fali równej 254 nm. (Roja i in., 1991).

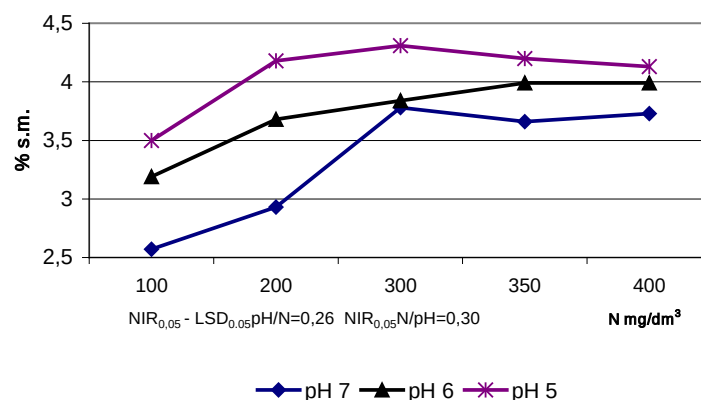
Do statystycznego opracowania wyników wykorzystano metodę dwuczynnikowej analizy wariancji w układzie całkowicie losowym. Ocenę istotności wpływu poszczególnych badanych czynników oraz współdziałań między nimi przeprowadzono na podstawie testu F Fishera-Snedecora. Dla porównania średnich zastosowano najmniejsze istotne

różnice (NIR) obliczone na podstawie testu Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Przedstawione wyniki stanowią średnie z 3 lat.

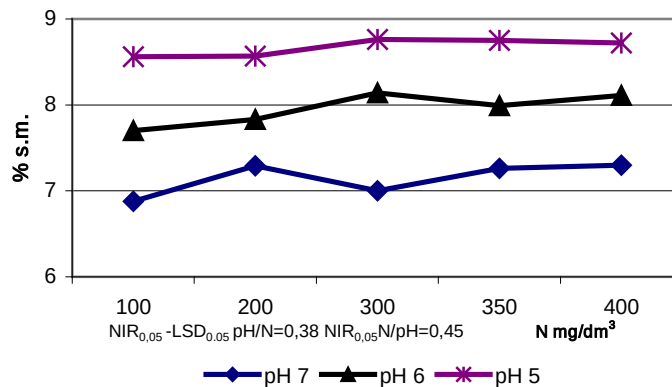
WYNIKI

Zawartość składników mineralnych w ziele

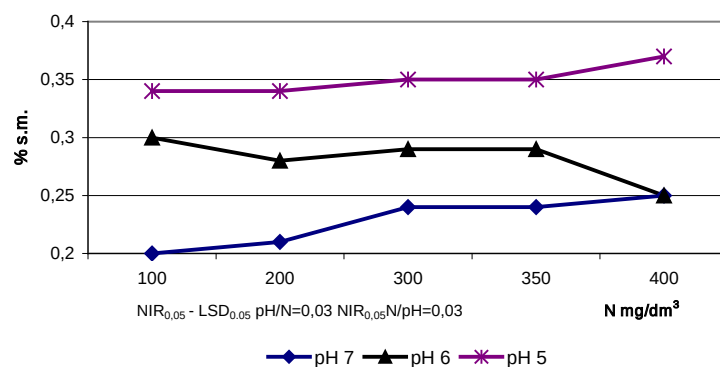
Analiza suchej masy ziele wykazała, że odczyn podłoża miał bardzo istotny wpływ na pobranie składników mineralnych przez rośliny. Ziele roślin uprawianych przy pH 5 odznaczało się najwyższą zawartością azotu, a także potasu i fosforu (rys. 1–3).



Rys. 1. Zawartość azotu w suchej masie ziele w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 1. Effect of pH and nitrogen level in substrate on nitrogen content in dry herb



Rys. 2. Zawartość potasu w suchej masie ziele w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 2. Effect of pH and nitrogen level in substrate on potassium content in dry herb



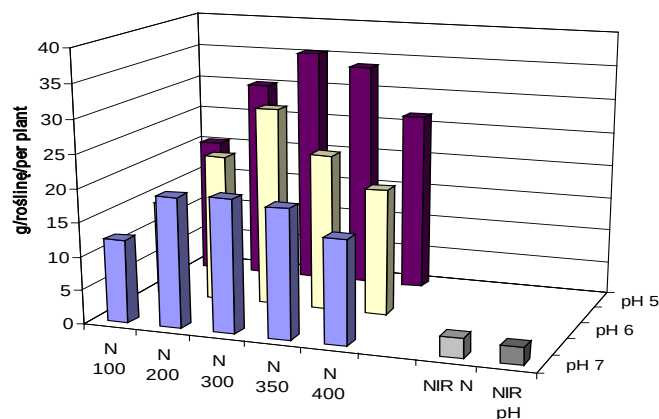
Rys. 3. Zawartość fosforu w suchej masie ziela w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 3. Effect of pH and nitrogen level in substrate on phosphorus content in dry herb

Wraz ze wzrostem pH zawartość tych składników w ziele istotnie malała osiągając najniższe wartości przy pH 7.

Zawartość azotu w ziele wzrastała istotnie wraz ze wzrostem zasobności podłoża w ten składnik (przy pH 5 i pH 6 do 200 mg N/dm³, a przy pH 7 do 300 mg N/dm³). Dalsze podwyższanie ilości azotu w podłożu nie dawało efektu w postaci istotnego wzrostu jego zawartości w ziele. Nie odnotowano wpływu wzrostu zasobności podłoża w azot na zawartość fosforu i potasu w ziele.

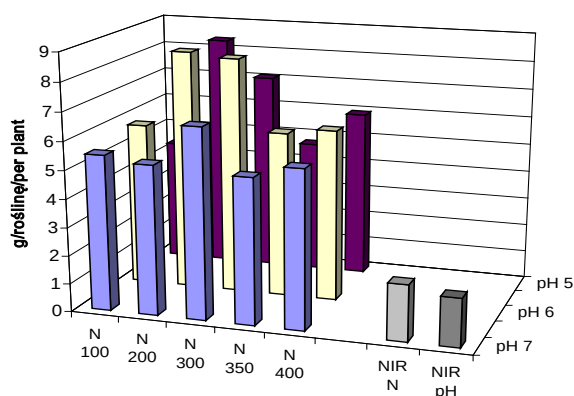
Plon suchej masy ziela i korzeni

W efekcie lepszego pobierania składników mineralnych zdecydowanie najlepiej plonowały rośliny rosnące na podłożu o pH 5. Różnica dotyczyła zwłaszcza plonu ziela. Przy pH 7 jego sucha masa osiągała zaledwie 50% osiąganą przy pH 5. (rys. 4).



Rys. 4. Plon suchej masy ziela w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 4. Effect of pH and nitrogen level in substrate on the yield of dry herb

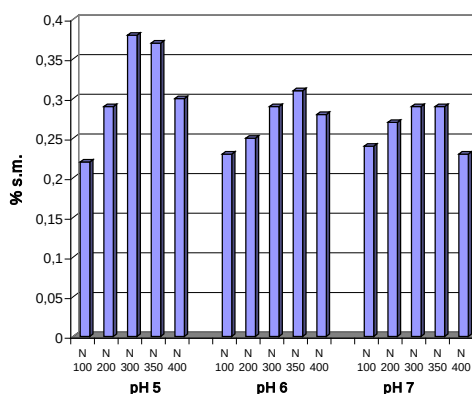
Reakcja rośliny w postaci wzrostu plonu surowca na wzrastającą zasobność podłoża w azot była bardzo wyraźna przy pH 5 i 6. Istotny wzrost plonu ziela zaobserwowano tu przy nawożeniu roślin wzrastającym od 100 do 300 mg azotu /dm³, natomiast przy pH 7 jedynie od 100 do 200. W przypadku suchej masy korzeni (rys. 5) notowano wyższą przy podnoszeniu zasobności podłoża w azot ze 100 do 200 mgN/dm³ dla pH 5 i 6, natomiast przy pH 7, zbliżonym do tego, jakim charakteryzują się gleby w Indiach, nie stwierdzono istotnej reakcji na azot.



Rys. 5. Plon suchej masy korzeni w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 5. Effect of pH and nitrogen level in substrate on the yield of dry root

Zawartość i plon witaferyny A

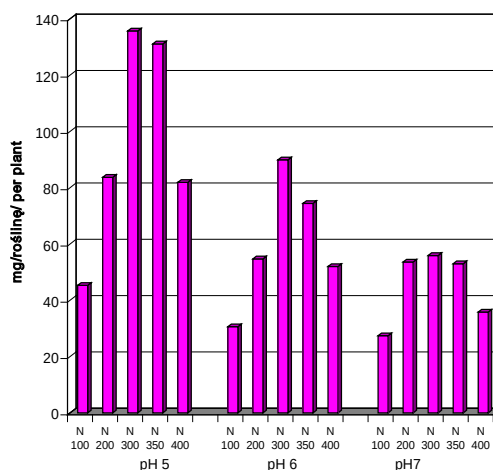
Wraz z obniżaniem się pH podłoża zaznaczyła się tendencja wzrostowa zawartości witaferyny A w ziele. Przy pH 5 zawartość ta była najwyższa, a dodatkowo ujawniła się tu wyraźnie jej zależność od zasobności podłoża w azot (rys. 6).



Rys. 6. Zawartość witaferyny A w ziele w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 6. Effect of pH and nitrogen level in substrate on withaferine A content in herb

Przy wzroście od 100 do 300 mgN/dm³ zawartość witaferyny A w ziele wzrosła z 0,22% do 0,38%; dla porównania przy pH 7 tylko od 0,24% do 0,29%. Podwyższanie zasobności podłoża do 400 mg N/dm³, przynosiło spadek zawartości witaferyny A przy każdej wartości pH.

Takie same tendencje zaznaczyły się przy plonie witaferyny A (rys. 7.), będącym wypadkową plonu suchej masy ziela i zawartości witaferyny A w ziele.



Rys. 7. Plon witaferyny A w zależności od pH podłoża oraz jego zasobności w azot
Fig. 7. Effect of pH and nitrogen level in substrate on the yield of withaferine A

DYSKUSJA

Otrzymane wyniki wyraźnie wskazują na to, że *Withania somnifera* jest gatunkiem preferującym kwaśny odczyn gleby. Najwyższy plon ziela i korzeni, a także zawartość i plon witaferyny A charakteryzował rośliny uprawiane na podłożu o pH 5, które pobrały istotnie więcej składników mineralnych (azotu, potasu i fosforu) aniżeli uprawiane w wyższych wartościach pH. Wyższe pobranie azotu przez witanie w tych warunkach może być związane z preferencjami gatunku (Piskornik, 1994; Mengel i Kirkby, 1983; Nowacki, 1980) wobec jego formy azotanowej. Wiele źródeł podaje, że rośliny z rodziny *Solanaceae*, takie jak: białucha, dzierżazawa, papryka, pomidor, wolą formę azotanową NO₃⁻ (Demeyer i Dejaegere, 1997; Hegde, 1997) i przy większej jej dostępności w podłożu notuje się wzmożone pobieranie azotu, większą jego zawartość w tkankach i wyższy plon. Forma azotanowa jest bardziej dostępna i łatwiej pobierana przez rośliny w środowisku kwaśnym, zaś w obojętnym i zasadowym lepiej zachodzi pobieranie jonu NH₄⁺ (Mengel i Kirkby, 1983; Nowacki, 1980).

Lepszym zaopatrzeniem witanii w azot można też tłumaczyć wzrost zawartości potasu w ziele roślin uprawianych przy niższym pH. Wprost proporcjonalną zależność zawartości potasu od azotu obserwowali między innymi Gomez i wsp. (1996) u papryki i Łata (1993)

u barwinka różowego *Catharanthus roseus*. Azot, stymuluje pobieranie, jak również przemieszczanie się i retencję potasu (Nowacki, 1980). Zwykle obserwuje się większą zawartość tego pierwiastka w roślinach zasilanych azotem azotanowym aniżeli w roślinach korzystających z azotu amonowego (Nowotny-Mieczyska, 1976).

Notowany w doświadczeniu wzrost koncentracji fosforu w tkankach roślinnych *Withania somnifera* wraz ze spadkiem pH, można natomiast przypisać lepszej rozpuszczalności fosforanów trójwapniowych (superfosfat) w środowisku kwaśnym (Nowotny-Mieczyska, 1976).

Pogląd występujący w literaturze indyjskiej o znikomym zapotrzebowaniu witanii na azot, oparty na stwierdzonym przez większość autorów braku jej reakcji na nawożenie tym składnikiem, wynika prawdopodobnie z analizy plonu roślin uprawianych jedynie na glebach o pH 7 i wyższym. Należy podkreślić, że badania indyjskie dotyczą plonu korzeni, jako oficjalnie uznanego surowca oraz że, w przeprowadzonym przez nas doświadczeniu, w przypadku roślin uprawianych w podłożu o pH 7, również nie obserwowano reakcji plonu korzeni na wzrastające zaopatrzenie w azot. Jednak przy niższych wartościach pH (6 i 5) zaznaczył się istotny wzrost plonu towarzyszący zwiększającej się zawartości tego składnika w podłożu.

Jak podaje Piskornik (1994) odżywienie danym składnikiem jest optymalne, gdy otrzymujemy maksymalne plony, a wzrostowi masy roślin towarzyszy zwiększanie jego zawartości. Taka sytuacja, jeśli chodzi o azot u witanii, miała miejsce przy pH (5) i zasobności podłoża równej 300 mg N/dm³. W podobnym doświadczeniu wazonowym w szklarni, dotyczącym barwinka różowego, wartość ta wynosiła 200 mg N/dm³ (Łata, 1993). Barwinek uznawany jest za roślinę azotolubną. Wydaje się zatem, iż witanie tym bardziej określić można tym mianem.

Wpływ zasobności podłoża w azot na zawartość substancji czynnych w roślinach leczniczych jest niejednoznaczny. W literaturze istnieją sprzeczne doniesienia dotyczące nawet tych samych gatunków. U roślin leczniczych z rodziny *Solanaceae* wielu autorów nie obserwowało wzrostu zawartości substancji czynnych (alkaloidów) w zależności od nawożenia azotem (Golcz i in., 1977; Golcz i in., 1970; Demeyer i Dejaegere, 1997); inni zależność tę notowali (Mulonas i in., 1980). Nie ma doniesień dotyczących witanolidów, w tej pracy zaznaczyła się jednak tendencja wzrostowa zawartości witaferyny A w ziele wraz ze wzrostem zasobności podłoża w azot (do 300–350 mg/dm³) zwłaszcza przy pH 5.

Informacja, iż *Withania somnifera* preferuje dominujący na terenie kraju kwaśny odczyn gleb, reagując przy tym zwykłą plonu na nawożenie azotowe, pozwala na optymistyczną prognozę dotyczącą uprawy gatunku w Polsce.

WNIOSKI

1. *Withania somnifera* jest gatunkiem preferującym kwaśny odczyn gleby. Najwyższy plon ziela i korzeni, a także zawartość i plon witaferyny A wydały rośliny uprawiane na podłożu o pH 5.
2. *Withania somnifera* jest gatunkiem azotolubnym, a brak wzrostu plonu surowca przy wzrastającym nawożeniu azotowym obserwowany w Indiach, nie jest wynikiem

małego zapotrzebowania rośliny na ten składnik, ale nieodpowiedniego pH gleb, na których roślina jest tam uprawiana (7,5–8).

LITERATURA

- Bhattacharya A., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2001. Anti-oxidant effect of *Withania somnifera* glycowithanolides in chronic footshock stress-induced perturbations of oxidative free radical scavenging enzymes and lipid peroxidation in rat frontal cortex and striatum. *J. Ethnopharmacol.*, 74 (1): 1 — 6.
- Bhattacharya A., Ramanathan M., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2000 a. Effect of *Withania somnifera* glycowithanolides on iron-induced hepatotoxicity in rats. *Phytotherap. Res.*, 14 (7): 568 — 570.
- Bhattacharya S. K., Bhattacharya A., Sairam K., Ghosal S. 2000 b. Anxiolytic-antidepressant activity of *Withania somnifera* glycowithanolides: an experimental study. *Phytomed.*, 7 (6): 463 — 469.
- Dahatoude B. N., Joshi B. G., Vitkare D. G. 1983. Studies on response of nitrogen fertilization on the root yield of ashwagandha (*Withania somnifera*). *Punj. Krish. Vid. Res. J.*, 7 (1): 7 — 8.
- Demeyer K., Dejaegere R. 1997. Nitrogen and alkaloid accumulation and partitioning in *Datura stramonium* L. *J. Herb. Spices Med. Plant.*, 5 (3): 15 — 23.
- Golcz L., Kordana S., Nowak S. 1977. Potrzeby i dynamika pobierania składników pokarmowych przez pokrzyk wilczą jagodę (*Atropa belladonna* L.). *Herba Pol.* 23: 247 — 261.
- Golcz L., Kordana S., Załęcki R. 1970. Potrzeby pokarmowe pieprzowca rocznego (*Capsicum annuum* L.). *Herba Pol.*, 16: 107 — 125.
- Gomez I., Navarro-Pedreno J., Moral R., Iborra M. R., Palacios G., Mataix J. 1996. Salinity and nitrogen fertilization affecting the macronutrient content and yield of sweet pepper plants. *J. Plant. Nutr.*, 19 (2): 353 — 359.
- Hegde D. M. 1997. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. *Ext. Bull. ASPAC Food Fert. Tech.*, 441: 9.
- Łata B. 1993. Wpływ nawożenia azotem oraz dolistnego dokarmiania azotem, fosforem, potasem i cynkiem na plon surowca i zawartość alkaloidów u barwinka różowego [*Catharanthus roseus* (L.) G. Don]. Praca doktorska, SGGW, Warszawa.
- Maitra S., Jana B. K., Debnath S. 1998. Response of plant nutrients on growth and alkaloid content of Ashwagandha (*Withania somnifera* Dunal). *J. Interacadem.*, 2 (4): 243 — 246.
- Mengel K., Kirkby E. A. 1983. Podstawy żywienia roślin. PWRiL, Warszawa.
- Mulonas B. A., Stergianopoulos G. N., Maurommates A. Z. 1980. Effect of nitrogen and potassium on yield and chemical composition of *Basma tobacco*. *Georg. Erouna*, 4: 229 — 239.
- Nigam K. B., Rawat G. S., Prasad B. 1984. Effect of methods of sowing, plant density and fertility level on aswagandha (*Withania somnifera* Dunal). *South Indian Hort.* 32 (6): 356 — 359.
- Nowacki E. 1980. Gospodarka azotowa roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa.
- Nowotny-Mieczysława A. 1976. Fizjologia mineralnego żywienia roślin. PWRiL, Warszawa.
- Obidoska G. 2001. Wpływ czynników agrotechnicznych na plon surowca i nasion *Withania somnifera* (L.) Dun. uprawianej w warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Praca doktorska, SGGW, Warszawa.
- Ozguven M., Sener B. 1992. Drug yield and withanolide contents of *Withania somnifera* (L.) Dunal cultivated in Turkey. *Acta Hort.*, 306: 219 — 227.
- Piskornik Z. 1994. Fizjologia roślin dla wydziałów ogrodniczych. Część I. AR im. H. Kołłątaja, Kraków.
- Roja G., Heble M. R., Sipahimdani A. T. 1991. Tissue cultures of *Withania somnifera*, morphogenesis of withanolide synthesis. *Phytotherap. Res.*, 5 (4): 185 — 187
- Russo A., Izzo A. A., Cardile V., Borrelli F., Vanella A. 2001. Indian medicinal plants as antiradicals and DNA cleavage protectors. *Phytomed.*, 8 (2): 125 — 132.
- Shohat B., Kirson I., Lavie D. 1978. Immunosuppressive activity of two plant steroidal lactones, withaferin A and withanolide E. *Biomedicine*, 28 (1): 18 — 24.
- Wagner H., Norr H., Winterhoff H. 1994. Plant Adaptogens. *Phytomed.* 1 (1): 63 — 76.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Tadeusz Oleksiak Dariusz R. Mańkowski	Ocena stabilności plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej na podstawie wyników badań ankietowych z lat 1990–2001 Yield stability estimation of chosen winter wheat cultivars as based on the results of survey investigations in the years 1990–2001	3
Tadeusz Oleksiak	Efekty hodowli pszenicy ozimej Część II. Odmiana jako czynnik plonotwórczy w doświadczeniach i w produkcji Effects of winter wheat breeding Part II. Variety as a yield-creating factor in trials and in production	11
Józef Pilch	Uwarunkowania genetyczne cech morfologicznych kłosa pszenicy (<i>Triticum aestivum</i> L.) Genetic determination of the morphological traits of a spike of wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	21
Andrzej Woźniak Dariusz Gontarz	Wpływ przedplonów i sposobów zróżnicowanego pielęgnowania na jakość ziarna pszenicy jarej The influence of forecrops and different care systems on the quality of grain of spring wheat	33
Andrzej Woźniak	Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna The influence of different spring wheat in crop rotation on yield and quality of grain	41
Małgorzata Grudkowska Barbara Zagdańska Zbigniew Rybka	Odporność pszenicy jarej na suszę glebową w fazie kłoszenia Tolerance of spring wheat to soil drought at a heading phase	51
Jacek Waga	Zmienność niektórych frakcji ω -gliadyn a zawartość białka ogółem w potomstwie orkisz i odmiany Elena Variability of some ω -gliadins and grain protein content in spelt and cultivar Elena hybrid genotypes	61
Edward Pałys Robert Kuraszkiewicz	Wpływ terminów siewu na wybrane cechy i plon ziarna orkisz (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>) The influence of sowing time on selected characters and corn yield of spelt (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>)	71
Barbara Wiewióra	Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna oraz plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej Część I. Wpływ zapraw nasiennych na grzyby zasiedlające ziarno jęczmienia jarego, jego zdolność kiełkowania oraz wigor The effect of seed treatment on seed health, quality and yield of spring barley Part I. The effect of seed treatment on fungi contaminated seed of spring barley, its germination and vigour	81

Barbara Wiewióra	Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna oraz plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej Część II. Wschody polowe i plon jęczmienia jarego The effect of seed treatment on seed health, quality and yield of spring barley Part II. Field emergence and yield of spring barley	89
Monika Michalak Ewa Makarska Antoni Lipiec Marta Wesołowska-Trojanowska	Wpływ systemu uprawy jęczmienia jarego na zmiany udziału frakcji włókna surowego The effect of the system of spring barley cultivation on the percentage changes of crude fibre fraction	95
Andrzej Bichoński	Zmienność i współzależność wybranych cech technologicznych jęczmienia jarego browarnego Variability of some qualitative characters of spring barley traits	105
Elżbieta Małuszyńska Szymon Dziamba Jacek Kwiatkowski	Wartość siewna nasion trzech generacji pszenżyta ozimego w kolejnych latach badań The seed sowing value of three generations of winter triticale in the successive years of assessments	111
Tomasz Góral Edward Arseniuk	Reakcja linii somaklonalnych pszenżyta ozimego na porażenie grzybami z rodzaju <i>Fusarium</i> Część I. Fuzarioza kłosów powodowana przez <i>F. culmorum</i> W. G. Smith (Sacc.) Reaction of somaclonal lines of winter triticale to <i>Fusarium</i> infection Part I. <i>Fusarium</i> head blight caused by <i>F. culmorum</i> W. G. Smith (Sacc.)	117
Bogusław Łapiński	Anomalny powrót do kariotypów rodzicielskich w pokoleniu F ₂ mieszańców pszenżyta tetraploidalnego z żytem tetraploidalnym Anomalous restoration of parental karyotypes in F ₂ progeny of some crosses between tetraploid triticale and tetraploid rye	131
Tadeusz Śmiałowski Stanisław Węgrzyn	Zastosowanie analizy współczynników ścieżek do badań genotypowych zależności i współzależności wybranych cech plonotwórczych żyta ozimego (<i>Secale cereale</i>) Adaptation of the path-coefficient analysis to assess genotypic relationships and interrelationships of the yield parameters in winter rye (<i>Secale cereale</i>)	141
Piotr Nieróbca Jerzy Grabiński	Architektura łanu żyta w zależności od warunków glebowych The composition of a winter rye crop depending on soil conditions	151
Marian Górski	Żywotność nasion rzepaku ozimego w długoterminowym przechowywaniu Seed viability of the winter oilseed rape in the long-term storage	157
Wojciech Budzyński Krzysztof Jankowski	Poziom agrotechniki a struktura i plon nasion rzepaku jarego Oilseed rape yield and its structure in relation to pest control and nitrogen fertilization levels	161
Marian Machul Krystyna Magnuszewska	Wpływ elementów plonowania na zróżnicowanie plonów ziarna wybranych odmian kukurydzy w warunkach zwiększonej obsady roślin Effects of yield components on grain yield differentiation in selected maize varieties at increased plant density	175

Dariusz R. Mańkowski	Ocena postępu w uprawie ziemniaka w Polsce w latach 1986–2001 Część I. Analiza stabilności plonowania wybranych odmian ziemniaka Estimation of progress in potato production in Poland in the years 1986–2001 Part I. The analysis of yielding stability of some potato cultivars	185
Dariusz R. Mańkowski Tadeusz Oleksiak	Ocena postępu w uprawie ziemniaka w Polsce w latach 1986–2001 Część II. Postęp hodowlany w uprawie ziemniaka Estimation of progress in potato production in Poland in the years 1986–2001 Part II. Breeding progress in potato production	193
Leszek Domański Ewa Zimnoch-Guzowska Małgorzata Paczkowska	Wstępna ocena stabilności niektórych cech technologicznych w programie syntezy materiałów wyjściowych dla hodowli ziemniaka przydatnego do przetwórstwa na chipsy Preliminary evaluation of the stability of some processing quality traits in a frame of the development of parental lines for breeding of potato cultivars for chip industry	205
Krystyna Zarzyńska	Dziewięciostopniowa skala określania długości okresu spoczynku bulw różnych odmian ziemniaka A 9-grade scale to assess dormancy of different potato cultivars	215
Tomasz Erlichowski	Wpływ zaprawy Prestige 290 FS na zdrowotność i plonowanie ziemniaka The effect of tuber treatment with Prestige 290 FS on the healthiness and yield of potato	225
Barbara Sawicka Piotr Pszczółkowski	Próby ograniczenia zachwaszczenia ładu ziemniaka w uprawie pod osłonami Część III. Wpływ zachwaszczenia ładu na plon ogólny i handlowy bulw Attempts to control infestation of potato canopy cultivated under shields Part III. The effect of weed overgrowth in the stand upon the total and market yield of tubers	233
Piotr Pszczółkowski	Próby ograniczenia zachwaszczenia ładu ziemniaka w uprawie pod osłonami Część I. Reakcja roślin na herbicydy The attempts to control weed infestation in potatoes cultivated under shields Part I. Plant response to herbicides	249
Piotr Pszczółkowski	Próby ograniczenia zachwaszczenia ładu ziemniaka w uprawie pod osłonami Część II. Masa, liczebność i skład gatunkowy chwastów The attempts to control weed infestation in potatoes cultivated under shields Part II. Mass, population and species composition of weeds	261
Zbigniew Czerko	Reakcja bulw ziemniaka na ściskanie podczas przechowywania przy składowaniu luzem Reaction of potato tubers to compression during storage in a pile store	275
Sławomir Wróbel	Porażenie bulw ziemniaka parchem zwykłym i rizoktoniozą w zależności od zabiegów stosowanych w nasiennictwie Infection of seed potato tubers by common scab and black scurf depending on treatments used in seed production	283

Beata Tatarowska Bogdan Flis Ewa Zimnoch-Guzowska	Ocena stabilności odporności na <i>Phytophthora infestans</i> u odmian ziemniaka Evaluation of potato cultivars stability in resistance to <i>Phytophthora infestans</i>	291
Danuta Buraczyńska	Działanie nawozowe obornika i międzyplonów wsiewek stosowanych pod burak cukrowy Część III. Koncentracja suchej masy i makroskładników w biomasie buraka cukrowego Fertilizing effect of farmyard manure and undersown cover crops on sugar beet Part III. Concentration of dry matter and macroelements in biomass of sugar beet	305
Janusz Podleśny Anna Podleśna	Wpływ różnych poziomów wilgotności gleby na rozwój i plonowanie dwóch genotypów łubinu białego (<i>Lupinus albus</i> L.) The effect of different levels of soil moisture on development and yielding of two different genotypes of white lupine (<i>Lupinus albus</i> L.)	315
Elżbieta Pisulewska Julita Maciejewicz-Ryś Halina Góral	Plonowanie, zawartość składników organicznych i jakość białka długogłówekowych form koniczyny czerwonej (<i>Trifolium pratense</i> L.) Yield, chemical composition and protein quality in long flower head forms of red clover (<i>Trifolium pratense</i> L.)	323
Danuta Martyniak	Cechy biologiczne warunkujące wartość gazonową i nasienną wiechliny łąkowej (<i>Poa pratensis</i> L.) w świetle literatury Biological traits determining turf performance and seed value of Kentucky bluegrass (<i>Poa pratensis</i> L.) — literature review	335
Elżbieta Czembor	Podatność wiechliny łąkowej na brunatną plamistość zależności od dynamiki wzrostu roślin i szerokości liścia w warunkach fitotronowych Susceptibility of Kentucky bluegrass to Drechslera poae depending on a rate of plant growth and leaf width under controlled environmental conditions	345
Elżbieta Czembor	Wpływ zastosowania ochrony chemicznej na plon nasion traw — przegląd literatury The effects of chemical protection upon seed yield of grasses — literature review	355
Teresa Miś	Ocena odmian tytoniu uprawianych w rejonie województwa podkarpackiego Evaluation of tobacco varieties cultivated in the Podkarpackie province	363
Grażyna Obidoska Ala Sadowska	Wpływ pH podłoża i jego zasobności w azot na plonowanie <i>Withania somnifera</i> (L.) Dun. Effect of pH and nitrogen content in substrate on the yield of <i>Withania somnifera</i> (L.) Dun.	373