



Kwiat ziemniaka odmiany

Fot. Sławomir Wróbel

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 221/2002



Kwiat ziemniaka odmiany Panda. Fot. *Sławomir Wróbel*

RADZIKÓW 2002
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, ZYGMUNT STASZEWSKI, JERZY SZYRMER,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

Redaktor techniczny
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

JACEK WAGA
STANISŁAW WĘGRZYN
DANUTA BOROS¹
ANDRZEJ CYGANKIEWICZ

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wykorzystanie orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*)*

Utilization of spelt wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) for improving the nutritional qualities of common wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*)

Z uwagi na niską zawartość pewnych składników biochemicznych ziarna wartość odżywcza pszenicy jest gorsza w porównaniu z innymi gatunkami roślin uprawnych. Przyjęto założenie, iż tę cechę można poprawić przenosząc geny kodujące białka gliadynowe z *Tr. spelta* do *Tr. vulgare*. Spośród mieszańców orkisz i odmiany Elena wyprowadzono linie bliskoizogeniczne różniące się niektórymi podjednostkami należącymi do grupy ω -gliadyn. Dla uzyskanych linii określono: procentową zawartość białka ogółem, liczbę sedymentacji, skład aminokwasów, zawartość kationów cynku, żelaza i magnezu oraz właściwości immunochemiczne na podstawie testu ELISA. Stwierdzono, iż orkisz jest cennym źródłem genów odpowiedzialnych za wartość odżywczą. Związek ω -gliadyn orkisz ze zmiennością wartości odżywczej sugeruje, iż mogą one być wykorzystane jako markery genów odpowiedzialnych za tę cechę. Z drugiej strony, jeżeli przyjmiemy wynik testu ELISA jako wskaźnik toksyczności gliadyn w przypadku celiakii, to okazuje się, że orkisz jest najbardziej toksyczny w porównaniu do innych analizowanych form pszenicy. Badano też mąkę, z której gliadyny usunięto drogą ekstrakcji izopropanolem. Obserwowano znaczne pogorszenie właściwości wypiekowych zmodyfikowanego materiału przy jednoczesnym obniżeniu jego właściwości alergicznych.

Słowa kluczowe: analiza elektroforetyczna, celiakia, toksyczność gliadyn, wartość odżywcza, właściwości wypiekowe

Because of deficiencies in some important biochemical components the nutritional value of wheat is lower than that of other important crops. Improvement of these traits could be achieved by

* Pracę wykonano w ramach projektu badawczego Nr 6 PO6 A 016 15 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1998–2001.

transferring genes coding specific storage proteins from some spelt to the common wheat. Some near isogenic lines were derived from the cross combination between a spelt and the Elena wheat cultivar, differing in individual ω -gliadin subunits. For these genotypes protein content, sedimentation value, amino acid composition, zinc, iron and magnesium content as well as some immunochemical properties of gliadins by the ELISA test were analyzed. Spelt wheat turned out to be a valuable source of traits important from the nutritional standpoint. Moreover, the relationships between the spelt specific ω -gliadins and variability of nutritional value suggests that the identified protein subunits could be used as markers of genes responsible for this trait. On the other hand, if we take the results of ELISA test as an indicator of gliadin toxicity for the afflicted with coeliac, it follows that spelt is the most toxic among analyzed wheat forms. Chemically modified „nongliadin” wheat flour samples were also analyzed. Decreasing of baking quality as well as allergenic properties was observed.

Key words: baking quality, coeliac, electrophoretic analysis, gliadin toxicity, nutritional value

WSTĘP

Wartość odżywcza białka ziarna pszenicy (*Triticum aestivum* sp. *vulgare*) jest niższa w porównaniu z białkiem ziarna innych gatunków zbóż: jęczmienia, owsa, żyta, ryżu, wykorzystywanych do produkcji żywności. Jest to związane z niską zawartością lizyny, a także innych aminokwasów egzogennych (Rakowska i in., 1978). Średnia procentowa zawartość białka, mimo dużych wahań u różnych odmian pszenicy w granicach od 8% do 15%, jest jednak wyższa aniżeli u wymienionych gatunków zbóż. Ziarno pszenicy, głównie w jego części bielkowej, jest materiałem ubogim pod względem zawartości mikroelementów. Ponadto białka zapasowe pszenicy — głównie gliadyny — mają właściwości toksyczne w przypadku osób z nietolerancją glutenu, czyli chorych na celiakię. Dlatego wytworzenie genotypu pszenicy o poprawionej wartości pokarmowej jest problemem nie tylko interesującym, lecz przede wszystkim ważnym.

Z doniesień literatury wynika, iż jeden z podgatunków pszenicy heksaploidalnej — orkisz (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) — charakteryzuje się korzystniejszym składem biochemicznym ziarna w porównaniu do form uprawnych *Tr. vulgare* (Piergiorgianni i in., 1996; Ranhortra i in., 1995; Ranhortra i in., 1996; Campbell, 1997). Pojawiały się nawet opinie, że pieczywo z orkiszu jest tolerowane przez osoby cierpiące na różne rodzaje alergii, w szczególności alergię na produkty spożywcze pochodzenia pszenne (Campbell, 1997). Dzięki tym właściwościom orkisz mógłby stać się źródłem cennych genów dla hodowli odmian pszenicy o poprawionych właściwościach odżywczych i zdrowotnych.

Z drugiej strony orkisz charakteryzuje szereg cech typowych dla dzikich gatunków pszenicy, takich jak: łamliwa osadka kłosowa, słaba wymłacalność, czy też znaczna wysokość roślin i dlatego jest on trudny do uprawy na szeroką skalę (Campbell, 1997). Trudności związane z produkcją ziarna orkiszowego, a następnie przerobu uzyskanego surowca powodują, że jego rozpowszechnienie jest niewielkie, a cena z uwagi na właściwości odżywcze bardzo wysoka.

Stwierdzono, iż niekorzystne działanie gliadyn spowodowane jest obecnością tetrapeptydów repetytywnych (QQQP oraz PSQQ) w niektórych regionach polipeptydu (Kasarda i in., 1998). Modyfikacja składu białek zapasowych polegająca na eliminacji tych

tetrapeptydów powinna znacznie ograniczyć ich alergenne działanie w przypadku osób uczulonych na gluten.

W niniejszej pracy chcieliśmy stwierdzić, czy przeniesienie białek gliadynowych z orkiszu do form uprawnych *Tr. vulgare* może wpłynąć na poprawę wartości odżywczej i zdrowotnej ziarna pszenicy.

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny

Odmiany uprawne pszenicy ozimej

Z kolekcji roboczej pszenicy ozimej wybrano cztery odmiany: Begra, Elena, Sakwa i Zyta, które wykorzystano w badaniach jako wzorce obrazu elektroforetycznego, a ponadto jako surowiec niezbędny do uzyskania mąki „bezgliadynowej”.

Mieszance pokolenia F₂

Badano 217 pojedynków roślinnych pokolenia F₂ uzyskanych z kombinacji krzyżówkowej odmiany orkiszu Oberkummler Rotkorn i odmiany uprawnej Elena. Dla każdego osobnika wykonano oznaczenie procentowej zawartości białka ogółem, liczby sedymentacji, a także określono masę tysiąca ziaren.

Zestaw linii bliskoizogenicznych

Zestaw obejmował 62 linie bliskoizogeniczne, w obrębie których zidentyfikowano trzy biotypy. Został on utworzony drogą selekcji podlinii z linii wywodzącej się od jednego mieszańca F₃ (odmiany Elena z orkiszem). Biotypy różniły się między sobą budową fizykochemiczną białek z grupy ω-gliadyn, natomiast linie w obrębie biotypu były jednolite pod względem tej cechy.

Modyfikacje białek zapasowych — chemiczna eliminacja gliadyn

Skład białek zapasowych modyfikowano eliminując gliadyny 50% izopropanolem. Mąkę wybranych odmian traktowano roztworem izopropanolu w stosunku objętościowym 5:1 (izopropanol: mąka). Ekstrakcję prowadzono w temperaturze 50° C dwukrotnie po osiem godzin, a następnie mieszaninę wirowano przez 10 minut przy prędkości 5000 rpm (wirówka Eppendorf Centrifuge 5810). Mąkę po ekstrakcji suszono w temperaturze 30° C przez jedną dobę, kruszono i mielono w młynku laboratoryjnym.

Analiza elektroforetyczna białek zapasowych

Białka zapasowe analizowano metodami rozdziału elektroforetycznego na żelu poliakrylamidowym. Gliadyny rozdzielano metodą kwaśnej elektroforezy natywnej (A PAGE), a uzyskane obrazy elektroforetyczne interpretowano według metody opracowanej przez autora projektu (Bushuk i Zillman, 1978; Waga, 2000). Gluteniny analizowano metodą elektroforezy w środowisku zasadowym z dodatkiem soli sodowej siarczanu dodecyłu (SDS PAGE) (Laemmli, 1972).

Analiza jakości technologicznej

Procentowa zawartość białka ogółem

Procentową zawartość białka ogółem w ziarniakach określano metodą NIR przy użyciu aparatu Infratec 1255 firmy Tecator, w którym wartość badanej cechy jest funkcją ilości pochłoniętego promieniowania elektromagnetycznego w zakresie bliskiej podczerwieni.

Liczba sedymentacji

Wskaźnik sedymentacji oznaczono testem Zeleny'ego z użyciem kwasu mlekowego oraz tym samym testem w mikroskali z dodatkiem soli sodowej siarczanu dodecyłu (Zeleny i in., 1960; Cygankiewicz, 1997).

Wypiek laboratoryjny

Wypieki laboratoryjne wykonywano w warunkach standardowych ze 100 g mąki w piecu laboratoryjnym firmy Labor-Mim. Wykonywano pomiar objętości wypieku badanych prób, a następnie określano porowatość miękiszu wg tablic Dallmana.

Analiza wartości odżywczej

Ziarno uzyskane z 62 linii bliskoizogenicznych połączono w obrębie każdego z trzech biotypów. Otrzymane mieszaniny wraz z formami rodzicielskimi użyto do oznaczenia zawartości wybranych mikroelementów oraz składu aminokwasów.

Oznaczenie mikroelementów

Oznaczenie zawartości kationów trzech metali: żelaza, magnezu oraz cynku wykonano przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej Varian Spektr. AA-20B.

Oznaczenie składu aminokwasów

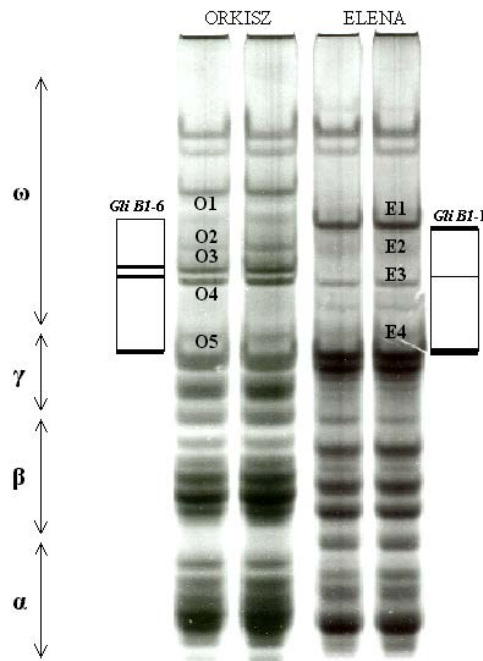
Skład aminokwasów oznaczono metodą chromatograficzną (Moore i Stein, 1963). Chromatogramy rejestrowano i integrowano za pomocą integratora Hewlett Packard 3396.

Analiza właściwości immunochemicznych gliadyn

Właściwości immunochemiczne prób mąki uzyskanej z mieszanek ziarna dwóch spośród trzech biotypów mieszańcowych oraz form rodzicielskich określono na podstawie testu ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay). W analizie wykorzystywano królicze przeciwciała poliklonalne przeciwko gliadynie (Sigma Co., USA), a wynik reakcji immunoenzymatycznej odczytywano przy pomocy czytnika Microelisa Reader (Organon Teknika, Holandia) (Gregorek i in., 1994).

WYNIKI

Na obrazie elektroforetycznym w strefie białek ω -gliadynowych zidentyfikowano kilka podjednostek specyficznych dla orkisz, które oznaczono symbolami O1, O2, O3 i O4 (rys. 1). Prążków tych nie obserwowano u odmian uprawnych pszenicy zwyczajnej. W jednej z wcześniejszych prac wykazano, iż frakcje O1, O3 i O4 w połączeniu z frakcją O5 (należącą do grupy grupy γ -gliadyn) są kodowane chromosomem 1B i tworzą blok białkowy o symbolu *Gli B1-6*. Jest on allelicznym wariantem bloku *Gli B1-1* (typowego dla odmiany Elena), który składa się z prążków oznaczonych symbolami: E1, E2, E3 i E4 (Waga, 2002, w druku).



Rys. 1. Porównanie białek ω -gliadynowych orkisz i odmiany Elena
 Fig. 1. Comparison of ω -gliadin subunits in spelt and the cultivar Elena

Określenie związku specyficznych ω -gliadyn orkisz ze zmiennością wybranych cech użytkowych

Charakterystyka genetyczna ω -gliadyn specyficznych dla orkisz umożliwiła określenie związku genetycznego tych frakcji białkowych ze zmiennością wybranych cech użytkowych: procentowej zawartości białka ogółem, liczby sedymentacji oraz masy tysiąca ziaren. Analizowano zarówno pojedynki roślinne pokolenia F_2 , jak i zestaw linii bliskoizogenicznych, pochodzących z kombinacji krzyżówkowej odmian Oberkummler Rotkorn i Elena.

Genotypy mieszańcowe różniące się pojedynczymi wariantami białkowymi porównywano parami. Analizowano zmienność średnich wartości badanych cech każdego genotypu z porównywanej pary. Genotypy zawierające blok *Gli B1-6* porównywano z genotypami zawierającymi blok *Gli B1-1*, natomiast genotypy u których obserwowano prążek E2 porównywano z genotypami zawierającymi prążek O2. Następnie rozpatrywano kombinacje dwóch allelicznych wariantów białkowych kodowanych przez loci *Gli B1* z prążkami O2 i E2 (*Gli B1-6/O2*, *Gli B1-6/E2*, *Gli B1-1/O2*, *Gli B1-1/E2*) (rys. 2). W pokoleniu F_2 rozpatrywano sześć, a wśród linii izogenicznych trzy kombinacje par badanych genotypów. Istotność zróżnicowania średnich wartości cech pomiędzy grupami oszacowano na podstawie testu t Studenta (tab. 1).

Tabela 1

Związek ω-gliadyn orkiszu ze zmiennością procentowej zawartości białka ogółem, liczby sedymentacji oraz masy tysiąca ziaren
Relationships between spelt specific ω-gliadin subunits and variability of protein content, sedimentation value and thousand kernels mass

Podjednostki białek gliadynowych Gliadin protein subunits	Pokolenie F2 Generation F2							Linie bliskoizogeniczne Near-isogenic lines						
	% białka %protein			LS		MTZ		% białka % protein			LS		MTZ	
	N	X	t	X	t	X	t	N	X	t	X	t	X	t
Gli B1-6	43	13,76	0,925	57,21	2,513*	52,43	1,155	33	14,74	4,802**	39,38	1,113	52,43	6,142**
Gli B1-1	46	14,01		49,7		53,92		29	13,89		41,17		46,71	
O2	160	14,09	3,156**	54,08	0,928	52,93	1,898	22	14,78	4,101**	40,27	0,083	52,38	4,364**
E2	49	13,4		52,12		54,43		38	14,03		40,13		48,08	
Gli B1-6/O2	32	13,92	1,071	59,03	1,056	52,38	0,124	22	14,78	1,251	40,27	0,998	52,38	0,069
Gli B1-6/E2	11	13,3		51,91		52,58		9	14,46		36,78		52,51	
Gli B1-6/O2	32	13,92	0,561	59,03	3,091**	52,38	0,772							
Gli B1-1/O2	34	14,08		49,21		53,61								
Gli B1-6/O2	32	13,92	0,241	59,03	1,953	52,38	1,126	22	14,78	4,684**	40,27	0,553	52,38	6,264**
Gli B1-1/E2	12	13,82		51,08		54,8		29	13,89		41,17		46,71	
Gli B1-6/E2	11	13,3	1,353	51,91	0,402	52,58	0,702							
Gli B1-1/O2	34	14,08		49,21		53,61								
Gli B1-6/E2	11	13,3	0,802	51,91	0,115	52,58	1,079	9	14,46	2,29*	36,78	1,294	52,51	2,964*
Gli B1-1/E2	12	13,82		51,08		54,8		29	13,89		41,17		46,71	
Gli B1-1/O2	34	14,08	0,639	49,21	0,465	53,61	0,591							
Gli B1-1/E2	12	13,82		51,08		54,8								

% białka — procentowa zawartość białka ogółem

% protein content

LS — Liczba sedymentacji

LS — Sedimentation value

MTZ — Masa tysiąca ziaren

MTZ — Thousand kernels mass

N — Liczebność genotypów

N — Number of forms within genotypes

X — Średnia wartość badanej cechy

X — Mean value of trait

t — Wartość obliczona testu t

t — Student test value

Procentowa zawartość białka ogółem jest wskaźnikiem o szczególnym znaczeniu w badaniach mieszańców *Tr. spelta* i *Tr. vulgare* z uwagi na szczególnie wysoką wartość tej cechy u orkisz (ok. 18%). Test t liczony dla mieszańców F₂ wskazał istotnie (dla $p = 0,01$) wyższy poziom białka w liniach zawierających podjednostkę O2 w porównaniu z liniami zawierającymi prążek E2 typowy dla Eleny. Analiza linii bliskoizogenicznych potwierdziła tę zależność, wskazując dodatkowo na istotnie wyższą zawartość białka w liniach zawierających blok *Gli B1-6*. Ponadto istotne zwiększenie zawartości białka obserwowano u mieszańców, w których obie rozpatrywane frakcje gliadyn (*Gli B1-6* oraz O2) występowały łącznie.

Tak jednoznacznych wyników nie uzyskano w przypadku liczby sedymentacji. Test t wskazał wprawdzie podwyższoną jej wartość u osobników pokolenia F₂ zawierających blok *Gli B1-6*. Jednakże analiza statystyczna dla linii bliskoizogenicznych nie potwierdziła tego wyniku.

Analiza zmienności masy tysiąca ziaren w pokoleniu F₂ nie wykazała istotnego zróżnicowania tej cechy wśród osobników różniących się składem białek gliadynowych. Jednakże w grupie linii bliskoizogenicznych wystąpiły zależności kształtujące się identycznie, jak w przypadku procentowej zawartości białka ogółem. Istotnie wyższymi wartościami MTZ charakteryzowały się genotypy zawierające gliadyny pochodzące z orkisz, a więc blok *Gli B1-6* i prążek O2 zarówno, gdy pojawiały się one indywidualnie, jak i w połączeniu ze sobą.

Zawartość mikroelementów i charakterystyka składu aminokwasowego badanych materiałów

W kolejnym etapie analizowano wartość odżywczą badanych materiałów. Określono zawartość trzech mikroelementów: kationów żelaza, magnezu i cynku, a także skład aminokwasów u odmiany orkisz Oberkummeler Rotkorn, Eleny oraz w mieszańcowych liniach bliskoizogenicznych różniących się pojedynczymi wariantami ω -gliadyn. Oznaczenie zawartości kationów trzech metali w badanym materiale wykonano zarówno dla mąki jak i dla otrąb.

Porównując formy rodzicielskie można stwierdzić, że orkisz zawiera znacznie więcej analizowanych mikroelementów niż odmiana uprawna pszenicy (tab. 2). To stwierdzenie dotyczy zarówno mąki jak i w otrąb. U orkisz obserwowano około 50% więcej magnezu oraz o około 100% więcej żelaza i cynku w porównaniu do odmiany Elena. Analizując formy mieszańcowe odnotowano, iż w mące uzyskanej z genotypów zawierających wszystkie podjednostki ω -gliadyn specyficzne dla orkisz (*Gli B1-6/O2*) zawartość żelaza kształtuje się na poziomie orkisz. Zależności takiej nie zaobserwowano w przypadku mieszańca zawierającego blok *Gli B1-6* w połączeniu w prążkiem E2 Eleny, ani w przypadku mieszańca zawierającego wszystkie ω -gliadyny typowe dla Eleny. Uzyskany wynik sugeruje, że specyficzna dla orkisz podjednostka O2 może pozostawać w genetycznym związku z zawartością żelaza. Gdyby tę obserwację udało się potwierdzić w kolejnych latach na materiale rozmnażanym w różnych środowiskach, byłby to dowód, że frakcja O2 jest markerem genu (genów) decydujących o podwyższonej zawartości żelaza w ziarnie pszenicy.

Tabela 2

Oznaczenie zawartości magnezu, żelaza i cynku w genotypach mieszańcowych orkisz i Eleny oraz formach rodzicielskich

The microelements (zinc, iron and magnesium) content in parental forms and in hybrid genotypes

	Genotypy Genotypes	Mg (%)		Fe (mg%)		Zn (mg%)	
		mąka flour	otręby bran	mąka flour	otręby bran	mąka flour	otręby bran
Komponenty rodzicielskie	Orkisz (spelt) (<i>Gli B1-6/O2</i>)	0,043	0,320	0,700	6,800	2,900	12,800
Parental forms	Elena (bread wheat) (<i>Gli B1-1/E2</i>)	0,030	0,212	0,400	3,500	1,300	6,900
Genotypy mieszańcowe Hybrid genotypes	<i>Gli B1-6/O2</i>	0,030	0,262	0,700	4,500	1,200	8,000
	<i>Gli B1-6/E2</i>	0,028	0,255	0,300	4,300	1,200	7,600
	<i>Gli B1-1/E2</i>	0,027	0,294	0,400	4,500	1,200	8,200

Analiza składu aminokwasowego wykazała podwyższoną zawartość wszystkich aminokwasów (z wyjątkiem argininy) w ziarnie orkisz w porównaniu z ziarnem odmiany Elena o około 20–60% (tab. 3).

Tabela 3

Zawartość aminokwasów w formach rodzicielskich oraz w genotypach mieszańcowych (w g/100g ziarna). Symbole *Gli B1-6/O2* oraz *Gli B1-1/E2* oznaczają linie zawierające białka gliadynowe typowe dla orkisz i odmiany Elena

Amino acid content in parental forms and in hybrid genotypes (g/100g kernels). The *Gli B1-6/O2* and *Gli B1-1/E2* lines contain spelt type or bread wheat type gliadins, respectively

Aminokwasy Amino acid	Orkisz (spelt)	Elena (bread wheat)	%*	<i>Gli B1-6/O2</i>	<i>Gli B1-1/E2</i>	%**
Cysteina (Cys)	0,33	0,27	122,2	0,32	0,27	118,5
Asparagina (Asp)	0,74	0,55	134,5	0,60	0,58	103,4
Metionina (Met)	0,26	0,19	136,8	0,22	0,19	115,8
Treonina (Thr)	0,44	0,31	141,9	0,34	0,32	106,3
Seryna (Ser)	0,87	0,56	155,4	0,70	0,55	127,3
Glicyna (Gly)	0,59	0,45	131,1	0,51	0,38	134,2
Alanina (Ala)	0,52	0,36	144,4	0,47	0,33	142,4
Walina (Val)	0,86	0,67	128,4	0,62	0,63	98,4
Izoleucyna (Ile)	0,61	0,40	152,5	0,52	0,42	123,8
Leucyna (Leu)	1,27	0,83	153,0	1,10	0,85	129,4
Tyrozyna (Tyr)	0,49	0,31	158,1	0,45	0,34	132,4
Fenylalanina (Phe)	0,89	0,62	143,5	0,74	0,61	121,3
Histydyna (His)	0,39	0,26	150,0	0,31	0,26	119,2
Lizyna (Lys)	0,54	0,42	128,6	0,51	0,42	121,4
Arginina (Arg)	0,51	0,54	94,4	0,50	0,41	121,9
Glutamina (Glu)	5,83	3,63	160,6	4,70	3,66	128,4
Prolina (Pro)	2,59	1,64	157,9	1,91	1,67	114,4

* — Procentowy udział zawartości aminokwasów w orkisz w stosunku do Eleny

* — Percent of amino acid content in spelt in relation to Elena

** — Procentowy udział zawartości aminokwasów w liniach zawierających gliadyny typowe do orkisz w stosunku do linii zawierających gliadyny typowe dla odmiany Elena

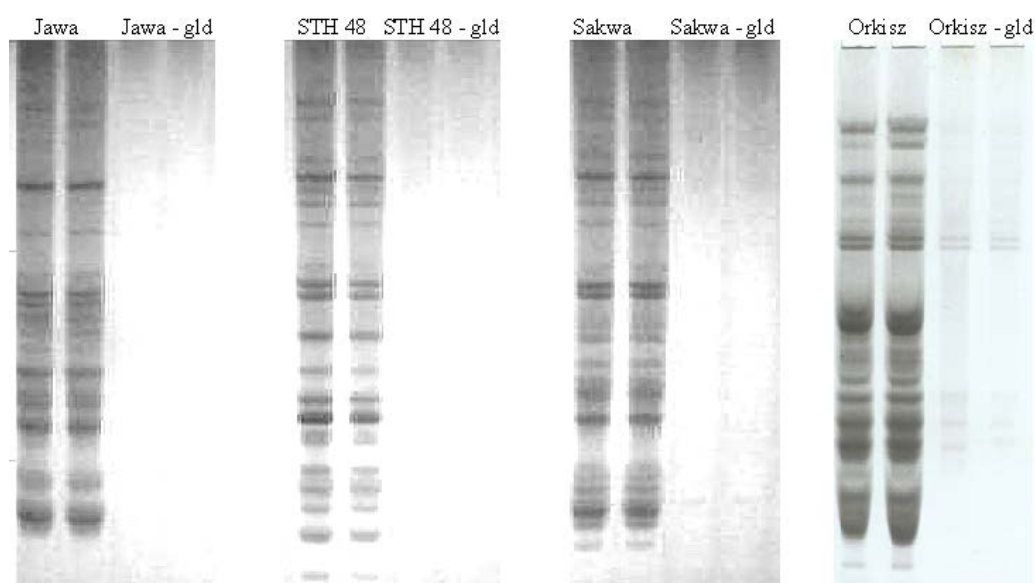
** — Percent of amino acid content in lines containing spelt gliadin type in relations to lines containing bread wheat gliadin type

Dotyczy to zwłaszcza glutaminy, proliny, seryny oraz tyrozyny. Godny odnotowania jest również fakt podwyższonej zawartości niektórych aminokwasów egzogennych, głównie lizyny, leucyny, oraz izoleucyny. Różnice pomiędzy genotypami mieszańcowymi, z których jeden zawierał ω-gliadyny typowe dla orkisz (*Gli B1-6/O2*), a drugi dla odmiany

Elena (*Gli B1-1/E2*) są podobne do różnic między orkiszem a Eleną. W pierwszym przypadku zawartość wszystkich aminokwasów (z wyjątkiem waliny) była wyższa niż w drugim z tym jednak, iż przewaga nie była tak znaczna jak u form rodzicielskich (od 3 do 40%). Wartości procentowe podane w tabeli 3 informują, w jakim stopniu obserwowane różnice mogą być tłumaczone zmiennością podjednostek ω -gliadyn.

Modyfikacje składu białek zapasowych badanych materiałów

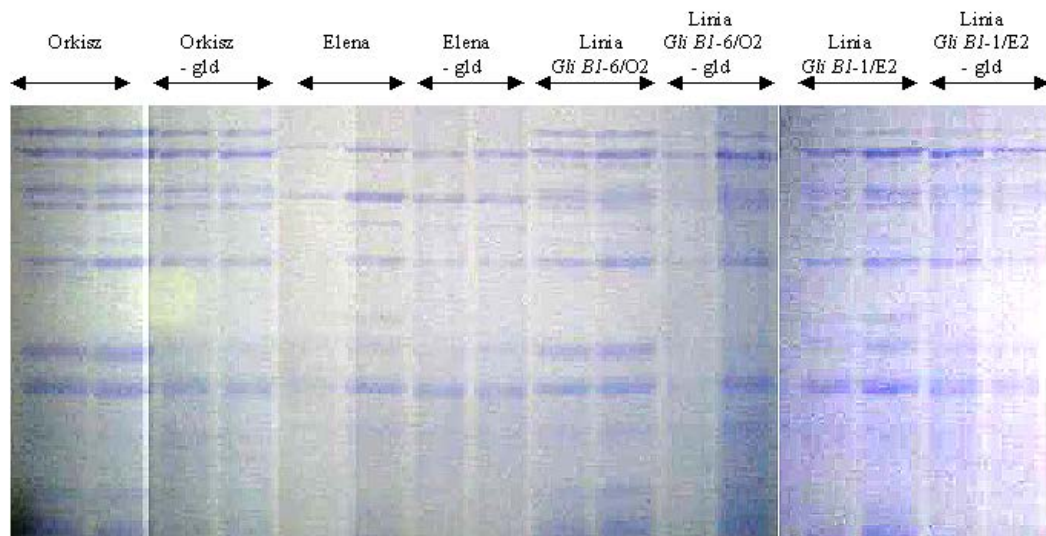
Opracowano metodę chemicznej eliminacji gliadyn z wykorzystaniem izopropanolu. W wyniku dwukrotnej ekstrakcji usunięto większość frakcji gliadynowych pozostawiając frakcje gluteninowe. Skuteczność wykonanej modyfikacji oceniono na podstawie analizy elektroforetycznej (rys. 2).



Rys. 2. Obraz elektroforetyczny gliadyn w próbach mąki „bezgliadynowej” na tle obrazów prób nie poddanych modyfikacji

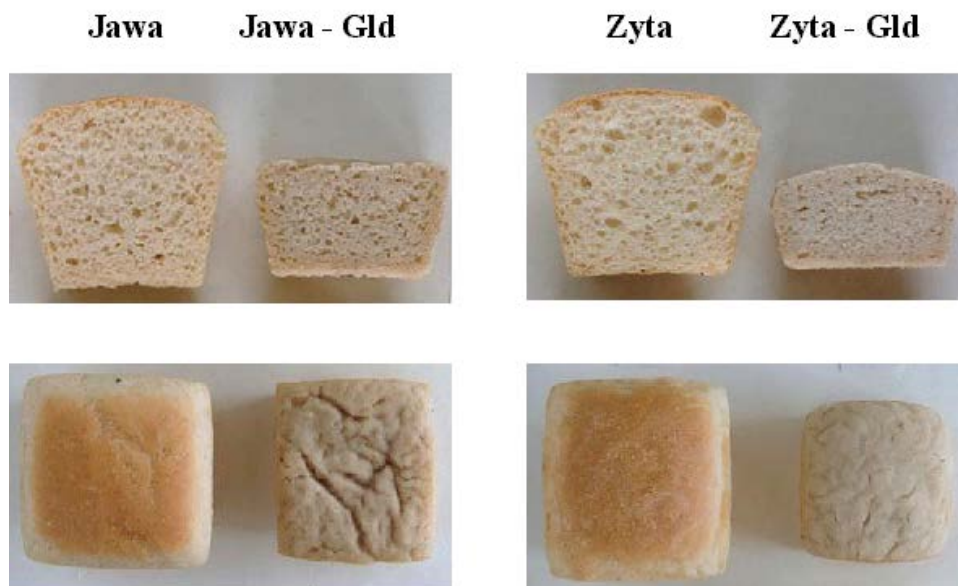
Fig. 2. Electrophoregrams of gliadins in „nongliadin” flour samples in comparison with the unmodified patterns

Obrazy elektroforetyczne uzyskane metodą A PAGE pozwalały obserwować jedynie śladowe ilości gliadyn w centralnej strefie rozdziału prób poddanych modyfikacji, na tle pełnego zestawu podjednostek gliadynowych w próbach nie modyfikowanych. Jednocześnie obraz elektroforetyczny uzyskany metodą SDS PAGE przedstawia białka gluteninowe w próbach mąki poddanych i nie poddanych modyfikacji (rys. 3).



Rys. 3. Obraz elektroforetyczny glutenin w próbach mąki „bezgliadynowej” na tle obrazów prób nie poddanych modyfikacji

Fig. 3. Electrophoregrams of glutenins in „nongliadin” flour samples in comparison with unmodified patterns



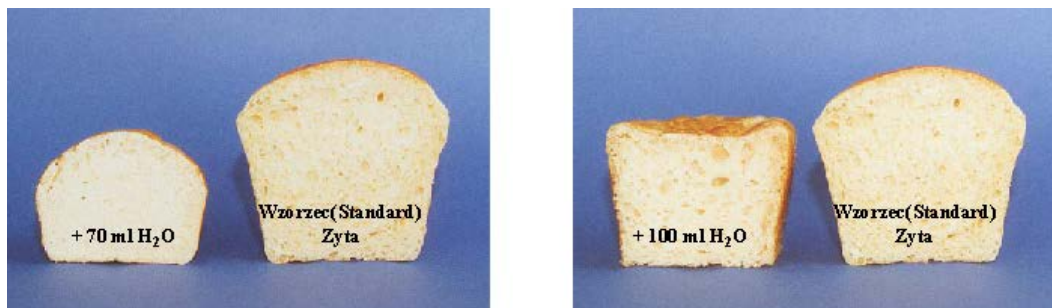
Rys. 4. Właściwości wypiekowe prób mąki „bezgliadynowej” w porównaniu z mąką nie poddaną modyfikacji

Fig. 4. Baking quality of „nongliadin” flour samples in comparison with the unmodified flour

Ich rozdziały były identyczne, co dowodzi, że mąka pozbawiona gliadyn zawiera pełny zestaw podjednostek gluteninowych.

Mąka „bezgliadynowa” z uwagi na brak jednego z podstawowych składników glutenu jest materiałem nietypowym, a przez to trudnym do oceny jakości technologicznej. W pierwszej kolejności wykonano szereg doświadczeń mających na celu określenie optymalnych warunków wypieku dla tego typu materiałów. W ocenie wykorzystano ziarno dwóch odmian pszenicy ozimej: Jawy oraz Zyty, które uzyskano od hodowców w ilości umożliwiającej przygotowanie dużych prób mąki zmodyfikowanej (około 2 kg). Pozwoliło to na wykonanie kilku powtórzeń analiz technologicznych.

Produkty mikrowypieku laboratoryjnego uzyskane z mąki poddanej modyfikacji charakteryzowały się znacznie mniejszą objętością w porównaniu z bochenkami wzorcowymi. Istotny natomiast był fakt, iż mąka pozbawiona gliadyny, a tym samym pozbawiona możliwości tworzenia glutenu, może być wykorzystywana do produkcji pieczywa (rys. 4). Zaobserwowano, iż stopniowe zwiększanie objętości wody dodawanej do mąki „bezgliadynowej” wpływało na zwiększenie objętości oraz poprawę kształtu uzyskanego pieczywa, osiągając (w przypadku odmiany Zyta) wysokość, taką jak w przypadku bochenków z mąki niemodyfikowanej (zawierającej gliadynę) (rys. 5). Różnica w obu przypadkach polegała na braku charakterystycznego „wyrośnięcia” ciasta i uzyskanego pieczywa. Wyniki doświadczenia świadczyły, iż mąka „bezgliadynowa” w porównaniu z mąką nie poddaną modyfikacji charakteryzuje się większą wodochłonnością. Ten wskaźnik oceny jakości technologicznej ulegał największym zmianom w wyniku eliminacji gliadyn.



Rys. 5. Wpływ zwiększenia ilości dodawanej wody na kształt i wielkość uzyskanego wypieku z mąki „bezgliadynowej” odmiany Zyta

Fig. 5. Influence of increasing water amount during processing on the shape and volume of bread derived from „nongliadin” flour samples of cultivar Zyta

Określenie poziomu gliadyny na podstawie testu ELISA

Materiały traktowane izopropanolem analizowano testem ELISA pod kątem zawartości gliadyny wiązanej przez specyficzne przeciwciała przeciwko gliadynie. Celem doświadczenia było stwierdzenie, w jakim stopniu zmniejszyła się toksyczność modyfikowanych materiałów.

Najwyższy poziom gliadyny związanej przez przeciwciała stwierdzono u orkisz, najniższy u odmiany Elena (tab. 4). W liniach mieszańcowych wartości testu ELISA były pośrednie w stosunku do form rodzicielskich. Ekstrakcja gliadyn izopropanolem spowodowała drastyczne obniżenie poziomu związanej gliadyny. W największym stopniu efekt ten obserwowano u odmiany Elena, w mniejszym u pozostałych genotypów.

Tabela 4

Zawartość gliadyny w mące orkisz, odmiany Elena i ich linii mieszańcowych traktowanej izopropanolem określona na podstawie testu ELISA
The level of gliadins linked by anti-gliadin antibodies in "nongliadin" flour samples of spelt, bread wheat and their hybrid lines evaluated on the basis of ELISA test

Genotyp Genotype	Modyfikacja Modification	Gliadyna (mg/100g)	gld+/gld-
Orkisz (spelt)	gld +	7504	24
	gld -	319,5	
Elena (bread wheat)	gld +	2892	30
	gld -	95,2	
<i>Gli B1-6/O2</i> (spelt type gliadins)	gld +	5181	20
	gld -	263,1	
<i>Gli B1-1/E2</i> (Elena type gliadins)	gld +	6168	24
	gld -	252,6	

“gld +” — Próba mąki zawierającej gliadyny (nie poddanej modyfikacji)

“gld +” — Unmodified (gliadin containing) flour samples

“gld -” — Próba mąki, w której zredukowano poziom gliadyny drogą ekstrakcji izopropanolem

“gld -” — “Nongliadin” (isopropanol treated) flour samples

“gld+/gld-” — Wskaźnik zmniejszenia poziomu gliadyny na skutek ekstrakcji izopropanolem

“gld+/gld-” — Gliadin level reduction indicator in samples treated with isopropanol

DYSKUSJA

Celem badań było stwierdzenie czy przeniesienie białek gliadynowych z orkisz do odmian uprawnych *Tr. vulgare*, a następnie ich modyfikacja może poprawić właściwości odżywcze i zdrowotne pszenicy. Uzyskane wyniki sugerują, iż należy oddzielić od siebie dwie grupy zagadnień: problem jakości technologicznej i wartości odżywczej od problemu toksyczności białek gliadynowych w przypadku osób chorych na celiakię.

W pierwszym przypadku orkisz okazał się źródłem cennych genów, głównie: wysokiej procentowej zawartości białka ogółem i związanej z tym podwyższonej zawartości niektórych aminokwasów (głównie egzogennej tyrozyny, leucyny i izoleucyny), a także wysokiej zawartości kationów żelaza, magnezu oraz cynku. U mieszańców orkisz z odmianą Elena, zawierających ω-gliadyny typowe dla orkisz, zaobserwowano podwyższony poziom białka ogólnego, żelaza oraz aminokwasów egzogennych, szczególnie lizyny, tyrozyny, leucyny i izoleucyny w porównaniu z mieszańcami zawierającymi ω-gliadyny typowe dla Eleny. Procentowa zawartość białka ogółem jest ważnym wskaźnikiem zarówno jakości technologicznej, jak i wartości odżywczej. Natomiast żelazo wchodzące w skład hemoglobiny wpływa na prawidłowe funkcjonowanie układu krążenia. Identyfikacja podjednostek ω-gliadyn kodowanych chromosomem *1B* jako markerów genów warunkujących te cechy może odegrać ważną

rolę w hodowli odmian pszenicy o poprawionych właściwościach technologicznych i odżywczych.

W drugim przypadku określenie zawartości gliadyny na podstawie testu ELISA (powszechnie wykorzystywanego wskaźnika przydatności badanego materiału w żywieniu osób uczulonych na gluten) nie potwierdziło opinii, zgodnie z którą orkisz i jego mieszańce z pszenicą uprawną mogły być tolerowane przez osoby chore na celiakię. Korzystniejsze wyniki uzyskano nawet dla odmiany Elena niż dla orkisz.

Modyfikacje składu białek zapasowych, które opracowano i wykorzystano w trakcie realizacji projektu sugerują, iż kontynuacja badań nad eliminacją toksycznych właściwości białek zapasowych pszenicy w tym właśnie kierunku jest uzasadniona. Efekt zmniejszenia toksyczności można było zaobserwować w materiałach, których skład białek zapasowych zmieniono eliminując większość gliadyn przez ich ekstrakcję izopropanolem. Dzięki silnej redukcji zawartości wszystkich grup białek gliadynowych uzyskano pewien układ modelowy. Zakładając możliwość wyłączenia ekspresji genów kodujących gliadyny metodami biologii molekularnej wytworzony genotyp powinien być zbliżony (zarówno pod względem właściwości technologicznych, jak ich toksyczności) do materiałów poddanych modyfikacji. Właściwości wypiekowe prób traktowanych izopropanolem uległy znacznemu pogorszeniu w porównaniu z wzorcem, jaki stanowiły próby nie poddane modyfikacji. Jednakże biorąc pod uwagę, iż z mąki „bezgliadynowej” w ogóle uzyskano wypiek, którego toksyczność została poważnie zredukowana, wynik ten można uznać za obiecujący.

Biorąc po uwagę opinię, według której osoby uczulone na gluten tolerują pieczywo z mąki orkisz, należy przypuszczać, iż w takich przypadkach rodzaj uczulenia został nie dość precyzyjnie określony bądź też uczulenie miało łagodniejszy charakter i nie było związane z celiakią. Z drugiej strony istnieje pewne prawdopodobieństwo, iż tolerowanie orkisz przez osoby w niewielkim stopniu uczulone na gluten ma inne podłoże biochemiczne, nie związane ze specyfiką budowy gliadyn. Być może (jest to tylko hipoteza) pewną rolę w takich przypadkach odgrywa podwyższona zawartość cynku w ziarnie orkisz. Cynk jest kofaktorem szeregu enzymów układu pokarmowego. Tym samym zwiększone jego spożycie przez osoby żywiące się produktami z ziarna orkisz teoretycznie mogłoby wpływać na zwiększanie aktywności enzymów — głównie proteolitycznych. Taka hipoteza łączy się w sposób logiczny z doniesieniem literatury na temat efektywniejszego trawienia przez organizm ludzki gliadyn pochodzących z orkisz niż z innych form pszenicy (Piergiovanni i in., 1996).

WNIOSKI

1. Przeniesienie specyficznych dla orkisz frakcji ω -gliadyn poprawiło wartość odżywczą uzyskanych genotypów mieszańcowych pszenicy zwyczajnej poprzez zwiększenie zawartości w ziarnie białka ogólnego, niektórych aminokwasów egzogennych (lizyny, leucyny, izoleucyny) oraz żelaza. Specyficzne frakcje ω -gliadyn mogą być markerami genów warunkujących te cechy.

2. Przeniesienie do pszenicy zwyczajnej frakcji ω -gliadyn specyficznych dla orkisz nie wpłynęło na zmniejszenie właściwości alergennych uzyskanych genotypów mieszańcowych. W świetle wyników testu ELISA orkisz nie nadaje się do produkcji żywności dla osób uczulonych na gluten.
3. Modyfikacja składu białek zapasowych polegająca na ekstrakcji gliadyn izopropanolem powoduje znaczne zmniejszenie właściwości alergennych mąki pszennej, ale także drastyczne obniżenie wszystkich parametrów charakteryzujących jakość technologiczną. Podwyższając ilość wody dodawanej w trakcie przygotowania do wypieku można poprawić właściwości reologiczne ciasta z mąki „bezgliadynowej”.

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* 15: 188 — 213.
- Cygankiewicz A. 1997. Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej i jarej na tle badań własnych i światowych. *Biul. IHAR* 204: 219 — 235.
- Gregorek H., Stolarczyk A., Kunachowicz H., Socha J., Madaliński K. 1994. Ocena zawartości glutenu w produktach dietetycznych stosowanych w Polsce w leczeniu celiakii. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*; XXI nr 3: 233 — 242.
- Kasarda D. D. 1998. Gluten and gliadin: precipitating factors in coeliac disease. *Proceedings of 7th International Symposium on Coeliac Disease*. Tampere, Finland, September 5–7, 1996: 1 — 26.
- Laemmli V. K. 1970. Cleavage of structural proteins during assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680 — 685.
- Moore S., Stein W. M. 1963. Chromatographic determination of amino acid by use automatic recording equipment. In: *Methods in enzymology*. Colowick P., Caplan N. O. (eds), Academic Press Inc., New York, VI: 819 — 831.
- Piergiovanni 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.
- Rakowska M., Szkiłładziowa W., Kunachowicz H. 1978. *Biologiczna wartość białka żywności*. Wydaw. Nauk. Tech. Warszawa.
- Ranhortra G. S., Gelroth J. A., Glaser B. K., Lorenz K. J. 1995. Baking and nutritional qualities of a spelt wheat sample. *Lebensm. Wiss. Technol.* 28: 118 — 122.
- 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.
- Waga J. 2000. Syntetyczna metoda klasyfikacji białek gliadynowych. *Biul. IHAR* 215: 35 — 60.
- Waga J. 2002. Inheritance of some ω -gliadin protein subunits and their linkage with the red glume coding Rg-1 locus. *Plant Breeding and Seed Science* (w druku).
- Zeleny L., Greenway W. T., Gurney G. M., Fifield C. C., Lebsack K. L. 1960. Sedimentation value as the index of dough mixing characteristics in early-generation wheat selections. *Cereal Chem.* 27: 673.

JANUSZ SZELAĞ
BOŻENA SZELAĞ
HENRYK CICHY

Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Małyszyn

Problem mrozoodporności pszenżyta ozimego

The problem of frost resistance of winter tritcale

Wieloletnie oceny polowe plenności i jednocześnie badania mrozoodporności materiałów pszenżyta ozimego w komorach chłodniczych pozwoliły na wyprowadzenie wysoko plonujących i mrozoodpornych rodów. Testy mrozoodporności prowadzono przy użyciu zmodyfikowanej metody Koch i Lechman (1969), (Szeląg i Maćkowiak, 1988) na populacji rodów i linii z Małyszyna oraz na rodach z doświadczeń wstępnych. W corocznie ocenianych zestawach rodów z doświadczenia wstępnego stwierdzono znaczny udział form z Małyszyna cechujących się najwyższą mrozoodpornością. Badania mrozoodporności linii z hodowli zachowawczych odmian pszenżyta wskazują na potrzebę testowania linii w celu utrzymania odpowiedniego poziomu tej cechy w odmianie. Stwierdzono istotną korelację między mrozoodpornością a plonem ziarna pszenżyta ozimego testując linie z hodowli zachowawczych odmian Alzo i Bogo. W sezonie 1996/1997 w warunkach mroźnej zimy współczynnik korelacji między tymi cechami dla Bogo wynosił $r_s = 0,562$ przy $p \leq 0,001$, a w sezonie 1995/1996 dla Alzo $r_s = 0,609$ przy $p \leq 0,001$.

Słowa kluczowe: hodowla pszenżyta, mrozoodporność, pszenżyto ozime, testy laboratoryjne

Many year investigations of winter tritcale breeding materials in freezing chambers allowed to select high yielding strains with satisfactory level of frost resistance. Tests of frost resistance were conducted using modified Koch and Lechman method (Szeląg and Maćkowiak, 1988) on set of strains and lines from Małyszyn and strains from preliminary trials. It has been stated that winter tritcale strains from Małyszyn breeding had high participation on the list of strains of preliminary trial with the level of frost resistance higher than check. Several years investigations of frost resistance of lines from maintenance breeding of registered cultivars showed that it was necessary to perform such research in order to maintain appropriate level of the trait. Statistically significant correlation between frost resistance and grain yield of winter tritcale on example of lines of Alzo and Bogo cultivars has been confirmed. In 1996/1997 season, in conditions of frosty winter, the correlation coefficient between frost resistance and grain yield of Bogo lines was $r_s = 0,562$ at $p \leq 0,001$ and in 1995/96 season such correlation coefficient of Alzo lines was $r_s = 0,609$ at $p \leq 0,001$.

Key words: breeding of tritcale, frost resistance, laboratory testes, winter tritcale

WSTĘP

Mrozoodporność pszenżyta ozimego jest ważnym składnikiem zimotrwałości, gdyż mróz podczas bezśnieżnych zim powoduje najgroźniejsze uszkodzenia roślin (Rybka, 1992). Tworzenie się kryształków lodu powoduje mechaniczne rozerwanie tkanki (Gut, 2000). Przystosowanie roślin do mrozu, polega na wytworzeniu mechanizmów obronnych, chroniących tkankę przed zamarzaniem lub neutralizujących jego skutki (Kacperska-Palacz, 1971). W warunkach Polski ostre zimy różnicujące materiał hodowlany zdarzają się raz na kilka lat. Dlatego opracowano laboratoryjne metody oceny mrozoodporności, które pozwalają na coroczną ocenę tej cechy (Banaszak i in., 1998; Brzostowicz i in., 1988; Fowler i in., 1981; Rybka, 1992; Szelać i Maćkowiak, 1988; Zagdańska i Rybka, 1988).

Celem niniejszej pracy było:

- ocenienie wpływu testowania linii z hodowli zachowawczych na trwałość mrozoodporności odmian,
- określenie wpływu wczesnej selekcji na mrozoodporność materiałów hodowlanych na występowanie rodów mrozoodpornych w doświadczeniach wstępnych,
- zbadanie zależności między mrozoodpornością linii Alzo i Bogo badaną w komorach chłodniczych, a plonem ziarna w warunkach po ostrej zimie.

MATERIAŁ I METODY

Przez dwadzieścia jeden lat badano mrozoodporność pszenżyta ozimego w komorach chłodniczych. Materiałem badawczym każdego roku były rody z różnego typu doświadczeń: wstępne, przedwstępne, międzyzakładowe, zakładowe, jak i inne materiały hodowlane. Wzorcem w badaniach w komorach chłodniczych do 1989 roku była pszenica Grana, a od 1990 roku pszenica ozima Emika. Badano także w wielu sezonach mrozoodporność linii z hodowli zachowawczych ośmiu odmian pszenżyta ozimego, takich jak: Malno, Ugo, Bogo, Tornado, Alzo, Marko, Prado, Janko. Wzorcem w badaniach linii z odmiany był materiał mateczny danej odmiany. Powyższe materiały zależnie od roku badań testowano w dwóch lub w trzech seriach. Ocenę wykonywano w skali 1–9 (1 — brak roślin żywych, 9 — wszystkie rośliny żywe i przedstawiano jako średnią z wykonanych serii). Mrozoodporność w komorach chłodniczych każdego roku prowadzono zmodyfikowaną metodą polowo-laboratoryjną Kocha i Lechmana (1969). Modyfikacje metody opisano szczegółowo w opublikowanej pracy Szelać i Maćkowiak (1988). Ocenę plonu linii z hodowli zachowawczych wykonano w doświadczeniach 4-powtórzeniowych na poletkach o powierzchni 5,2 m², założonych metodą losowanych bloków. Odmianę Bogo badano w sezonie wegetacyjnym 1996–1997, a odmianę Alzo w sezonie 1995–1996. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej i obliczono współczynniki korelacji Spearmana między mrozoodpornością a plonem ziarna z linii.

WYNIKI I DYSKUSJA

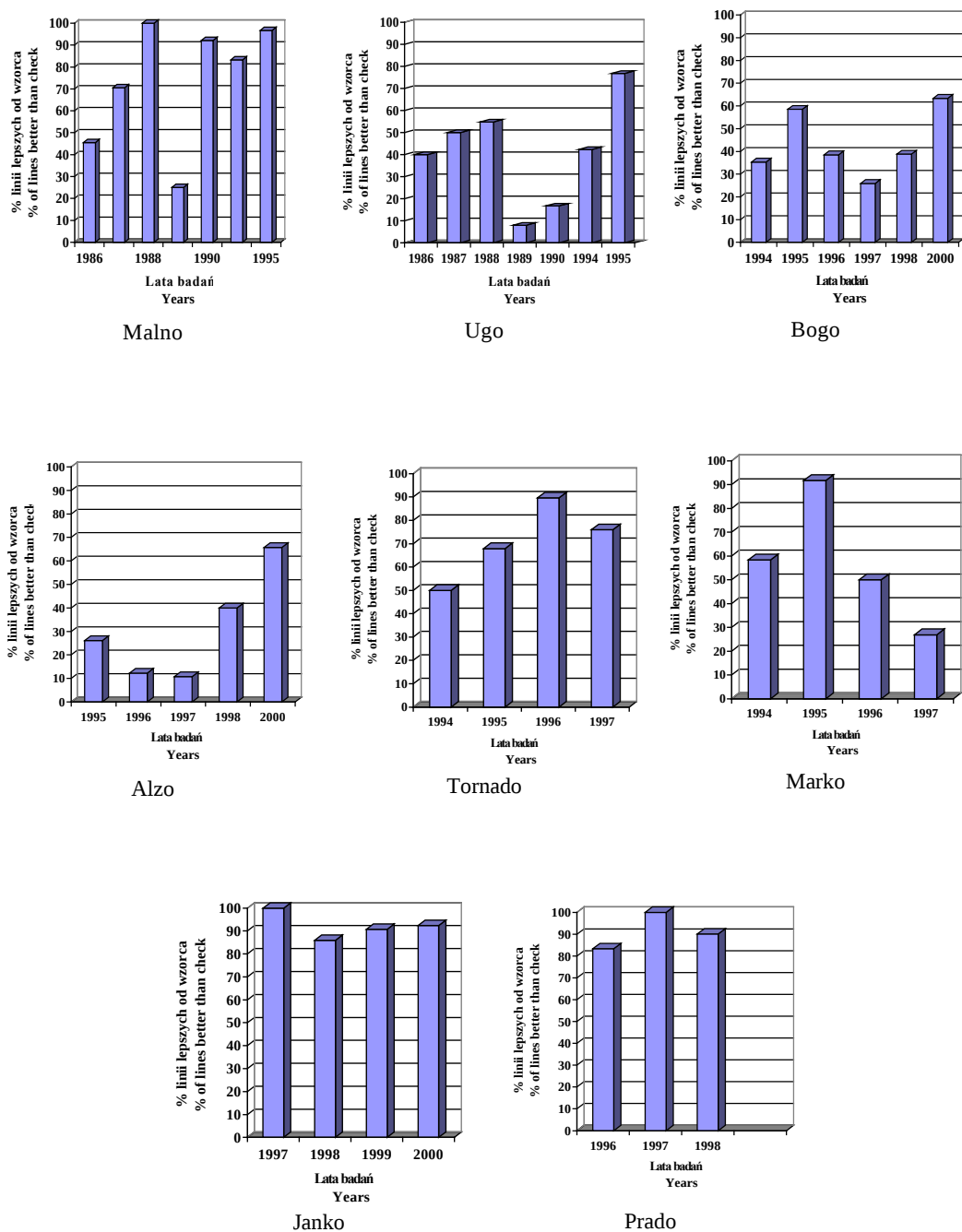
Badanie mrozoodporności odmian w warunkach kontrolowanych stanowi ważne uzupełnienie informacji nie zawsze możliwej do uzyskania w warunkach polowych. Ponadto testy w chłodniach pozwalają na określanie mrozoodporności niezbędnej do prawidłowego przezimowania roślin w zmiennych warunkach naszego klimatu (Gut i in., 1993).

Problemem okazało się utrzymanie poziomu mrozoodporności niektórych odmian w kolejnych latach prowadzenia hodowli zachowawczych. Jak wynika z doniesień, cecha ta jest niestabilna genetycznie w pszenżycie i innych zbożach (Gierat, 1972; Gut i Witkowski, 1988).

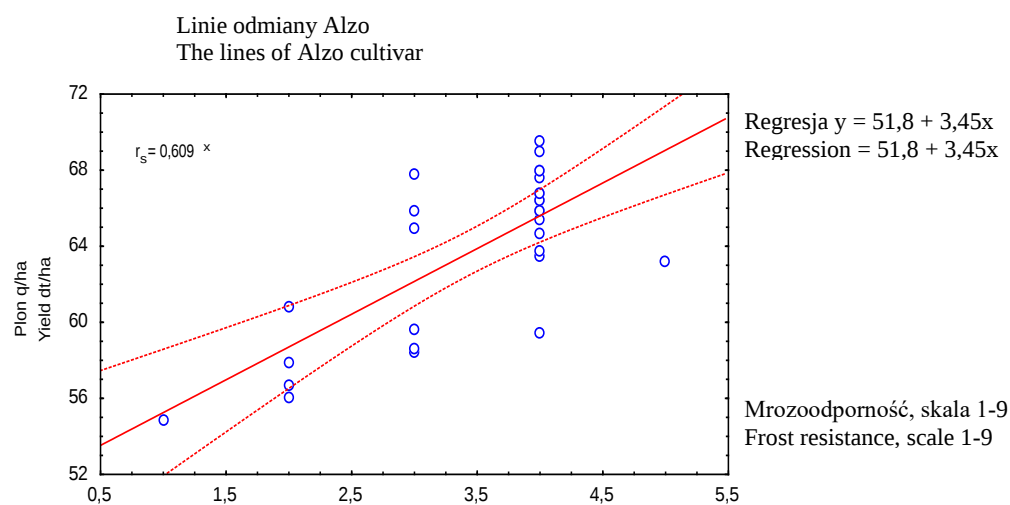
Na rysunku 1 przedstawiono wyniki badań mrozoodporności linii ośmiu uprawianych odmian hodowli małyszyńskiej. Liczba linii mrozoodpornych na poziomie wzorca (materiału matecznego) waha się w zależności od odmiany i roku badań. Obserwowano niewielkie zmiany liczby linii o mrozoodporności wzorca w poszczególnych latach (od 80% do 100% linii lepszych od wzorca) zwłaszcza u odmian o wyższej mrozoodporności. Natomiast u odmian o niższej mrozoodporności różnice w liczbie linii na poziomie wzorca są większe (od 10% do 90% linii lepszych od wzorca). Z rysunku 1 wynika, że są odmiany, których wszystkie linie mają zbliżoną wysoką mrozoodporność: Janko, Prado. Ale są odmiany, takie jak Bogo, Ugo, Alzo oraz Marko, u których brak kontroli mrozoodporności linii do tworzenia materiału hodowlanego może spowodować obniżenie poziomu mrozoodporności odmiany w kolejnych latach prowadzenia hodowli zachowawczej. Badania mrozoodporności linii poszczególnych odmian metodą chłodniową w czasie kolejnych lat prowadzenia hodowli zachowawczej, daje możliwość częściowej poprawy tej cechy w wielu odmianach.

Z doniesień literatury wynika, że badacze problemu mrozoodporności w zróżnicowany sposób opisują zależności między plonowaniem a mrozoodpornością (Gut i Witkowski, 1988; Dolnicki i Kumelowska, 1975; Gut i Witkowski, 1991; Szeląg i in., 1998).

W sezonie 1995–1996 wystąpiła istotna dodatnia korelacja pomiędzy mrozoodpornością a plonem ziarna dla linii pszenżyta odmiany Alzo: $r_s = 0,609$. Podobnie w sezonie 1996/1997 w warunkach ostrej zimy taką zależność stwierdzono dla linii odmiany Bogo $r_s = 0,562$ (rys. 2 i 3). W warunkach polowych Małyszyna linie o niższej mrozoodporności istotnie niżej plonowały od linii z wyższą mrozoodpornością. Najniższy plon ziarna linii odmiany Alzo o mrozoodporności 1° C wynosił 54,8 q/ha, a linii odmiany Bogo o mrozoodporności 2° C najniższy plon wynosił 52,9 g/ha. Potwierdzono w naszych badaniach zależność między tymi cechami, z tym, że mrozoodporność jest dodatnio skorelowana z plonem tylko w przypadku ostrych zim (Gut i Witkowski, 1988). Linie o słabej mrozoodporności są często atakowane przez pleśń śniegową, co uniemożliwia określenie wpływu mrozoodporności na ubytek plonu (Cichy i Maćkowiak, 1993; Szeląg i in., 1998).

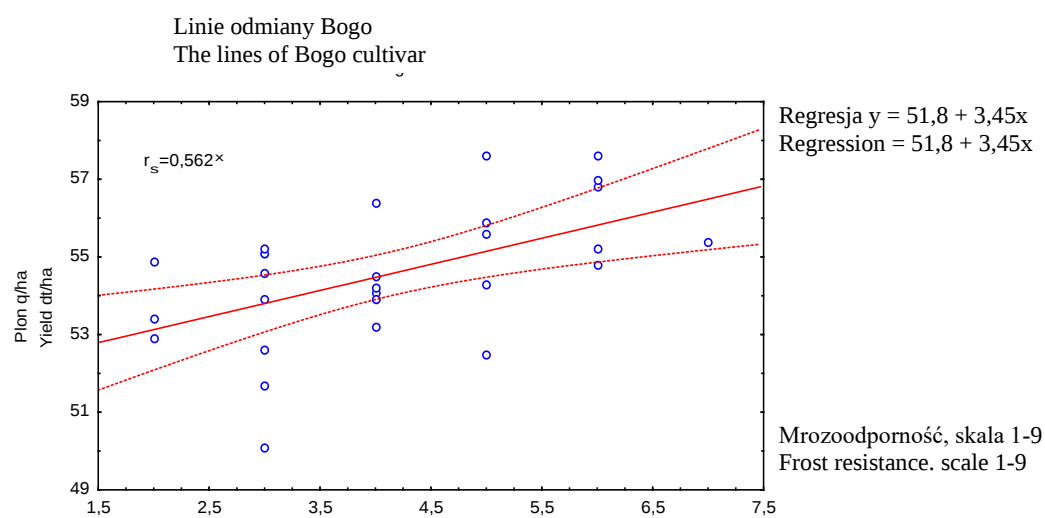


Rys. 1. Poziom mrozoodporności linii odmian pszenżyta ozimego w kolejnych latach badań
Fig. 1. Level of frost resistance of lines of winter triticale cultivars in following years



Rys. 2. Zależność między plonowaniem a mrozoodpornością linii odmiany Alzo w sezonie wegetacyjnym 1995–1996 (x — istotne przy $p \leq 0,001$)

Fig. 2. Relationship between yield and frost resistance for the Alzo lines in (the season) 1995–1996 (x — significant at $p \leq 0,001$)



Rys. 3. Zależność między plonowaniem a mrozoodpornością linii odmiany Bogo w sezonie wegetacyjnym 1996–1997 (x — istotne przy $p \leq 0,001$)

Fig. 3. Relationship between yield and frost resistance for the Bogo lines in (the season) 1996–1997 (x — significant at $p \leq 0,001$)

Przez dwadzieścia jeden lat, począwszy od sezonu 1979–1980, badano w komorach chłodniczych mrozoodporność zmiennej liczby (od 566 do 2914 obiektów) rodów i materiałów hodowlanych pszenżyta ozimego (tab. 1). Były wśród nich rody z doświadczeń wstępnych, jak i materiały mniej zaawansowane z mikrodoświadczenia. Na konieczność stosowania ostrych kryteriów poziomu mrozoodporności przy selekcji materiałów hodowlanych we wczesnych etapach hodowli zwracali uwagę inni autorzy (Dolnicki i Kumelowska, 1975; Bedo i in., 1987). Prowadzone systematycznie testowanie mrozoodporności dużej populacji pszenżyta ozimego przyczyniło się do wyprowadzenia materiałów wyjściowych o wysokiej mrozoodporności. Materiały te używane jako komponenty do krzyżowań wpłynęły na wzrost liczby form o dobrej mrozoodporności w hodowanej w Małyszynie populacji pszenżyta ozimego (tab. 1).

Tabela 1

Badanie mrozoodporności rodów pszenżyta ozimego w latach 1980–2000
Investigation of frost resistance of winter triticale strains in years 1980–2000

Rok badań Year of investigation	Liczba badanych rodów No of tested strains	% rodów lepszych od wzorca % of strains better than the check
1980 *	566	3,5
1981	666	2,5
1982	582	14,4
1983	647	45,6
1984	966	43,9
1985	1162	28,3
1986	1274	27,0
1987	1145	34,8
1988	1149	73,0
1989	1593	72,3
1990 **	1411	65,2
1991	1184	44,0
1992	924	53,0
1993	928	21,8
1994	1712	25,7
1995	811	38,7
1996	2914	37,7
1997	1262	39,5
1998	1528	44,3
1999	1202	62,2
2000	676	76,3

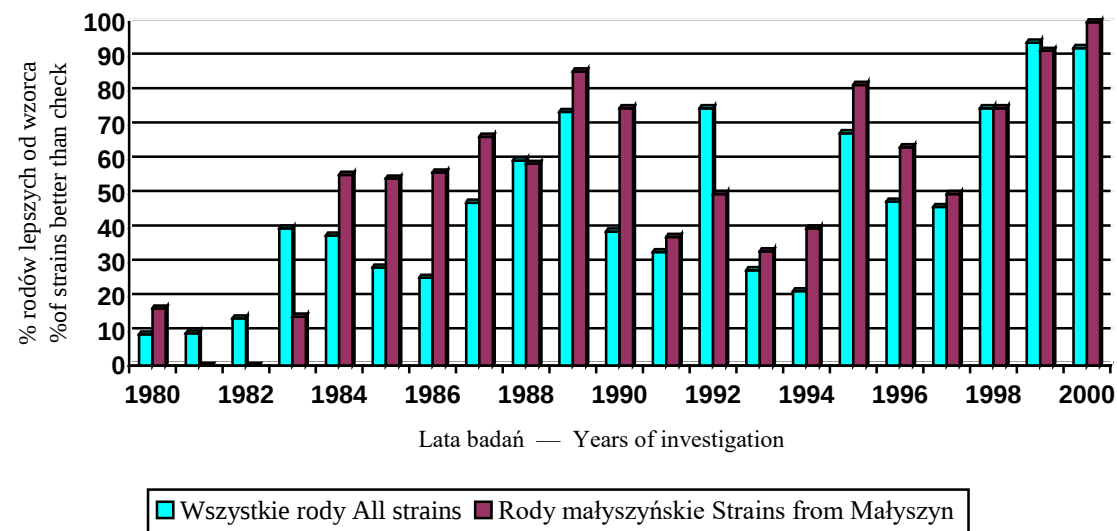
*— Do 1989 roku wzorzec pszenica Grana

*— To 1989 check wheat Grana

**— Od 1990 roku wzorzec pszenica Emika

**— From 1990 check wheat Emika

Większość rodów małyszynskich w doświadczeniach wstępnych łączy dobrą mrozoodporność z wysokim poziomem plonowania (tab. 2). Ponadto widoczny jest w kolejnych latach wzrost liczby rodów mrozoodpornych. W początkowych etapach hodowli nie było ani jednego rodu z mrozoodpornością wyższą od wzorca (w 1981 roku), natomiast w 2000 roku wszystkie rody zgłoszone do doświadczenia wstępnego miały mrozoodporność wyższą od wzorca (rys. 4).



Rys. 4. Procentowy udział małyszyńskich rodów pszenżyta ozimego o mrozoodporności wyższej od wzorca w doświadczeniach wstępnych w latach 1980–2000

Fig. 4. Percentage of Małyszyn winter triticale strains with frost resistance higher than check in the preliminary trial

Zaobserwowano w czasie długoletnich badań w Małyszynie, że liczba wyprowadzonych rodów o dobrej mrozoodporności w doświadczeniach zakładowych i międzyzakładowych rzutuje w sposób szczególny na liczbę mrozoodpornych rodów w doświadczeniach wstępnych. Ten korzystny trend zwiększania się w doświadczeniach wstępnych liczby rodów z Małyszyna o dobrej mrozoodporności obserwuje się od kilku lat.

Powyższe wyniki uzyskano poprzez wieloletnią ocenę mrozoodporności rodów w komorach chłodniczych zmodyfikowaną metodą Kocha i Lechmana (1969). Dobra mrozoodporność rodów w doświadczeniach wstępnych, a następnie zarejestrowanych odmian, umożliwia bez większych obaw ich uprawę we wschodnich rejonach kraju i wschodniej Europie, co potwierdzają wyniki COBORU (Zych, 1998).

Tabela 2

Mrozoodporność rodów w doświadczeniu wstępnym w latach 1980–2000
Frost resistance of strains in the preliminary test in the years 1980–2000

Lata badań Years of investigation	Liczba rodów No of strains	% rodów o mrozoodporności wyższej od wzorca % of strains with frost resistance above the check level	Rody małyszynskie Strains from Małyszyn	
			Liczba rodów No of strains	% rodów o mrozoodporności wyższej od wzorca % of strains with frost resistance above the check level
1980	22	9,1	6	16,7
1981	32	9,4	10	0,0
1982	29	13,8	7	0,0
1983	25	40,0	7	14,3
1984	29	37,9	9	55,6
1985	28	28,6	11	54,5
1986	39	25,6	16	56,3
1987	40	47,5	15	66,7
1988	47	59,8	17	58,8
1989	23	73,9	7	85,7
1990	23	39,1	8	75,0
1991	18	33,1	8	37,5
1992	18	75,0	8	50,0
1993	18	27,8	9	33,3
1994	23	21,7	10	40,0
1995	31	67,7	11	81,8
1996	23	47,8	11	63,6
1997	26	46,2	12	50,0
1998	40	75,0	12	75,0
1999	34	94,1	12	91,7
2000	40	92,5	11	100,0

WNIOSKI

1. Wieloletnie badania mrozoodporności pszenżyta ozimego w komorach chłodniczych pozwoliły na skuteczną ocenę tej cechy i wyprowadzenie wielu rodów o zadowalającej mrozoodporności.
2. Coroczne badania mrozoodporności poszerzają kryteria selekcyjne wyboru rodów pszenżyta ozimego do doświadczeń wstępnych.
3. Ocena mrozoodporności linii z hodowli zachowawczych odmian pszenżyta ozimego pozwala na kontrolę poziomu tej cechy, a w niektórych przypadkach na jej poprawę.

4. Odmiany o słabym lub średnim poziomie mrozoodporności wykazują znaczne różnice mrozoodporności linii w poszczególnych latach.
5. Stwierdzono obniżkę plonu ziarna linii z uszkodzeniami mrozowymi. Cech ta jest pozytywnie skorelowana ze stopniem mrozoodporności uzyskanym w badaniach w komorach chłodniczych.
6. Występowanie pleśni śniegowej na uszkodzonych przez mróz roślinach utrudnia wycenę wpływu mrozoodporności na plon ziarna.

LITERATURA

- Banaszak Z., Marciniak K., Brykczyńska L. 1998. Ocena metod badania mrozoodporności materiałów hodowlanych pszenżyta w DANKO. Biul. IHAR 205/206: 213 — 218.
- Bedo Z., Devay M., Bella L. 1987. Breeding of winter wheat resistant to late winter frosts. Cereal Res. Commun. 2/3: 131 — 137.
- Brzostowicz A., Maćkowiak W., Szelać J. 1988. Ocena mrozoodporności rodów i odmian pszenżyta. Biul. IHAR 168: 21 — 24.
- Cichy H., Maćkowiak W. 1993. Między- i wewnątrzodmianowe zróżnicowanie odporności na pleśń śniegową u pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 187: 121 — 126.
- Dolnicki A., Kumelowska I. 1975. Zimotrwałość form pszenicy ozimej z kolekcji IHAR i ZPHRiO 1973/74. Biul. IHAR 124/125: 37 — 43.
- Fowler D. B., Gusta L. V., Tyler N. J. 1981. Selection for winter hardiness in wheat. II. Screening methods. Crop Sci. 21: 896 — 901.
- Gierat K. 1972. Niektóre zagadnienia hodowli jęczmienia ozimego. Hod. Rośl. Nasien. 5 (33): 1 — 3.
- Gut M., Witkowski E. 1988. Badania nad mrozoodpornością rodów hodowlanych pszenicy ozimej w latach 1982–1985. Część II. Dobór komponentów do krzyżowań, a mrozoodporność rodów hodowlanych. Biul. IHAR 165: 41 — 48.
- Gut M., Witkowski E. 1991. Mrozoodporność i zimotrwałość rodów pszenicy ozimej hodowli IHAR w latach 1987 — 1989. Biul. IHAR 177: 83 — 91.
- Gut M., Witkowski E., Dyrek W., Gołębiowska-Malek H. 1993. Wpływ hartowania na mrozoodporność rodów hodowlanych pszenicy. Biul. IHAR 187: 13 — 18.
- Gut M. 2000. Mrozoodporność i zimotrwałość w hodowli zbóż ozimych — przegląd literatury. Część I. Uwarunkowania fizjologiczno-biochemiczne. Biul. IHAR 215: 23 — 33.
- Kacperska-Palacz A. 1971. Mechanizmy nabywania przez rośliny odporności na mróz. Post. Nauk Rol. 6: 18 — 34.
- Koch M. D., Lechman E. O. 1969. Resistenzeigenschaften in Gersten und Weizensortiment Gatersleben 7. Prüfung der Frostresistenzpflanze D.A.I.XIV: 263 — 282.
- Rybka Z. 1992. Fizjologiczno-biochemiczne kryteria oceny mrozoodporności roślin uprawnych. Biul. IHAR 183: 31 — 36.
- Szelać J., Maćkowiak W. 1988. Morozostojkosc nowych selekcyjnych obrazcow triticales i metody jej oceny. Fizjologiczneskie osnovy ustojczivosti zernowych kultur k stressowym wozdejstwiom. Konferencjonnyje materialy. IHAR Radzików: 49 — 57.
- Szelać J., Maćkowiak W., Szelać B., Woś H. 1998. Mrozoodporność, a zimotrwałość pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 205/206: 205 — 211.
- Zagdańska B., Rybka Z. 1988. Laboratoryjna metoda oceny mrozoodporności pszenżyta. Biul. IHAR 165: 35 — 39.
- Zych J. 1998. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Zboża ozime. Zesz. 1139: 51 — 85.

ANDRZEJ WOŹNIAKKatedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Produkcyjność pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze

Productivity of spring triticale in crop rotation and monoculture

W latach 1997–2000 oceniano produkcyjność pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze w różnych fazach rozwojowych. Wykazano, że produkcyjność pszenżyta jarego (plon suchej masy części nadziemnych i korzeni) była w każdej fazie rozwojowej istotnie większa w płodozmianie niż w monokulturze. Udział korzeni w całkowitej suchej masie pszenżyta jarego był największy w fazach: pełnia krzewienia — otwieranie się pochwy liściowej. Uprawa pszenżyta jarego w monokulturze istotnie zwiększała porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła oraz powietrznie suchą masę chwastów, w stosunku do płodozmianu. Przyczyniło się to do zmniejszenia obsady roślin i produkcyjności łanu.

Słowa kluczowe: monokultura, płodozmian, produkcyjność, pszenżyto jare

The results of productivity of spring triticale cultivated in crop rotation and in monoculture are presented in this paper. It was found that the productivity (dry matter of roots and above ground parts) of spring triticale in crop rotation was significantly higher than that of monoculture at each developmental stages. Share of roots in total dry matter of spring triticale was the highest from tillering to opening of leaf sheets. Cultivation of spring triticale in monoculture caused significant increase of take-all diseases occurrence as well as increase of dry matter of weeds comparing to crop rotation. Further disadvantages of monoculture were reduction of plant stand and productivity of canopy.

Key words: crop rotation, monoculture, productivity, spring triticale

WSTĘP

Produkcyjność roślin zbożowych kształtuje się we wczesnych fazach rozwojowych i zależy od predyspozycji gatunkowych i odmianowych, warunków siedliskowych oraz zabiegów agrotechnicznych (Czerednik i in., 1997; Woźniak, 2000). Z badań prowadzonych nad pszenżytem jarym i innymi zbożami jarymi uprawa w monokulturze zmniejsza produkcyjność łanu, w odniesieniu do systemu płodozmiennego (Woźniak, 1999, 2000). Rośliny uprawiane w monokulturze w większym stopniu niż w płodozmianie narażone są na choroby podsuszkowe (podstawy źdźbła) oraz zachwaszczenie, co prowadzi do

zmniejszenia się obsady roślin na jednostce powierzchni, liczby ziaren w kłosie oraz masy ziarna (Ścigalska, 1997).

Celem przeprowadzonych badań było określenie produktywności pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w latach 1997–2000 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk, należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Eksperyment założono na poletkach, na których w latach 1988–1996 prowadzono badania płodozmianowe z udziałem pszenżyta ozimego.

Doświadczenie prowadzono metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m². Gleba pod doświadczeniem była rędziną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żytznego bardzo dobrego. Wykazywała odczyn zasadowy, wysoką zawartość fosforu i potasu. Zawartość węgla organicznego w tej glebie wynosiła 1,90%.

Pszenżyto jare wysiewano w dwóch systemach następstwa roślin, a mianowicie w płodozmianie (ziemniak — owies siewny — groch siewny — pszenżyto jare) oraz w monokulturze. Uprawa roli pod poszczególne gatunki roślin była zgodna z zasadami systemu płuznego.

Nawozy mineralne stosowano pod pszenżyto w ilości 60 kg P₂O₅ i 100 kg K₂O na 1 ha przed wykonaniem orki przedzimowej, natomiast azotowe przed siewem (50 kg·ha⁻¹) oraz w fazie strzelania w źdźbło (30 kg·ha⁻¹).

Siew pszenżyta jarego odmiany Migo (550 ziaren na 1 m²) przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia. Do siewu użyto ziarno zaprawione preparatem Baytan Universal lub Raxil.

W okresie wegetacji roślin oznaczono suchą masę pszenżyta jarego w wytypowanych fazach rozwojowych przyjętych za Zadoksem i wsp. (1974), a mianowicie: w fazie krzewienia (DC 21–25), grubienia i otwierania pochwy (47–49), kwitnienia (64–65), dojrzałości mleczej (74–76) i pełnej 90–92. Cechę tę oznaczano na 2 losowo wybranych rzędach każdego poletka, z których wykopywano rośliny na długości 1 m. Część nadziemną oddzielono od korzeni w miejscu podstawy źdźbła. Suchą masę poszczególnych części oznaczono po ich wysuszeniu w temperaturze 80° C.

System korzeniowy analizowano w warstwie 0–20 cm, ponieważ jak podaje Pawłowski (1958) za Kaczyńskim i Rubaszowem oraz Pałys (1977) mieści się w niej od 75 do 95% masy korzeniowej. W celu oddzielenia części ziemistych od korzeni próbki przemyto wodą na sitach o wymiarach oczek 2 mm i 0,5 mm.

W celu wyjaśnienia przyczyn zróżnicowanej produktywności łanu pszenżyta określono porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła (zgorzel podstawy źdźbła i łamliwość źdźbła) oraz zachwaszczenie. Ocenę porażenia roślin przez kompleks patogenów podstawy źdźbła wykonano w fazie dojrzałości mleczej (DC 72). Polegało ono na pobraniu roślin wraz z górną częścią systemu korzeniowego z 1 mb rzędu każdego poletka

i wypłukaniu ich z pozostałości gleby. Następnie dzielono rośliny w zależności od stopnia porażenia na 4 grupy, zgodnie z przyjętą skalą.

Tabela 1

Porażenie korzeni przez *Gaeumannomyces graminis*
Root infection by *Gaeumannomyces graminis*

Skala porażenia Infection degree	% zainfekowanych korzeni % of infected roots
0° — rośliny zdrowe 0° — healthy plants	0
1° — porażenie słabe 1° — weak infection	1 — 25
2° — porażenie średnie 2° — moderate infection	26 — 60
3° — porażenie silne 3° — strong infection	61 — 100

Korzenie pojedynczej rośliny traktowano jako 100% i do nich odnoszono udział korzeni porażonych przez *Gaeumannomyces graminis*.

W stadium 72 określono porażenie pierwszego międzywęźla przez *Pseudocercospora herpotrichoides*, posługując się zmodyfikowaną skalą opisaną przez Bojarczuków (1974) i Pokacką (1984).

Tabela 2

Porażenie źdźbeł przez *Pseudocercospora herpotrichoides*
Stem infection by *Pseudocercospora herpotrichoides*

Skala porażenia Infection degree	Objawy porażenia Infection symptoms
0° — rośliny zdrowe 0° — healthy plants	brak symptoms less
1° — porażenie słabe 1° — weak infection	plamy na pochwach liściowych i źdźbłach do 1/4 obwodu spots on leaf sheaths and stems less than 1/4 of girth
2° — porażenie średnie 2° — moderate infection	plamy występujące na pochwach liściowych i źdźbłach od 1/4 do 2/3 obwodu spots on leaf sheaths and stems from 1/4 to 2/3 of their girth
3° — porażenie silne 3° — strong infection	plamy obejmują ponad 2/3 obwodu źdźbła, zaś dolna jego część jest częściowo lub całkowicie zgnitała spots cover 2/3 of stems girth with their lower parts partially/totally rotten

Wskaźniki porażenia korzeni i źdźbeł (I_p) obliczono według wzoru:

$$I_p = \frac{(b \cdot 25) + (c \cdot 60) + (d \cdot 100)}{n}$$

gdzie: $n = (a + b + c + d)$

a — liczba roślin zdrowych

b — liczba roślin porażonych w 1°

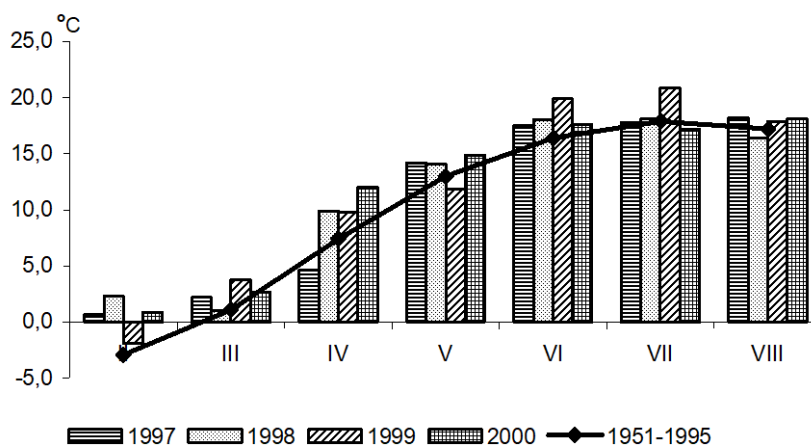
c — liczba roślin porażonych w 2°

d — liczba roślin porażonych w 3°

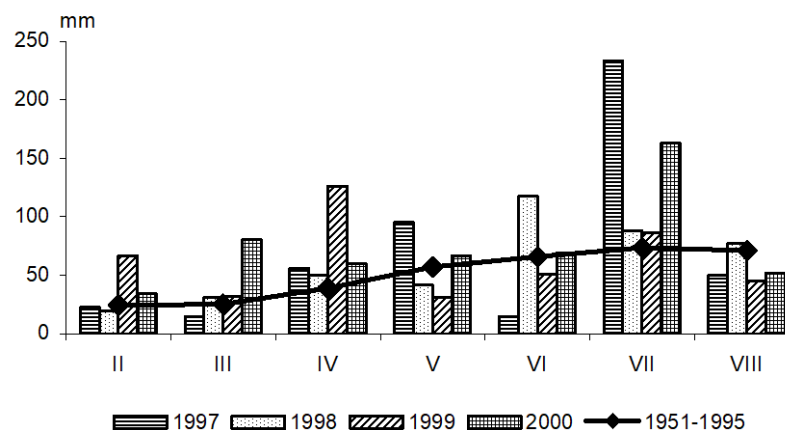
n — ogólna liczba badanych roślin.

Zachwaszczenie ładu oceniono kilka dni przed zbiorem rośliny uprawnej. Polegało ono na określeniu liczby oraz powietrznie suchej masy chwastów zebranych z powierzchni 1 m² każdego poletka, wyznaczonej losowo, dwukrotnie ramką o wymiarach 1 m x 0,5 m.

Charakterystykę warunków pogodowych w latach 1997–2000 przedstawiono na rysunkach 1 i 2. W miejscu badań miesięczne rozkłady średnich temperatur powietrza w okresie wegetacji pszenżyta jarego w niewielkim stopniu odbiegały od danych wieloletnich 1951–1995 (rys. 1).



Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza w °C, wg Stacji Meteorologicznej w Uhrusku
Fig. 1. Average monthly air temperatures in °C, acc. to Meteorological Station in Uhrusk



Rys. 2. Miesięczne sumy opadów atmosferycznych w mm, wg Stacji Meteorologicznej w Uhrusku
Fig. 2. Monthly total of rainfalls in mm, acc. to Meteorological Station in Uhrusk

Natomiast odmiennie w każdym roku kształtowały się opady atmosferyczne. W okresie poprzedzającym siewy (marzec) były one w 1997 roku niższe niż w okresie wieloletnim, w latach 1998–1999 dorównywały średnim opadom z wielolecia, natomiast w 2000 roku okazały się ponad 3-krotnie wyższe (rys. 2). W początkowym okresie intensywnego wzrostu zbóż, tj. w maju, spadło w 1997 roku znacznie więcej deszczu niż w latach 1951–1995. Z kolei lata 1998–1999 były ubogie w opady, zaś rok 2000 nieznacznie przewyższał średnią. Czerwiec tylko w 1998 roku obfitował w opady, zaś lipiec w każdym roku badań przewyższał średnie z lat 1951–1995. Katastrofalnie wysokie opady (ponad 230 mm) wystąpiły w lipcu 1997 roku.

Zebrane wyniki opracowano statystycznie, zaś zaistniałe różnice szacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$.

WYNIKI

Produkcyjność pszenżyta jarego istotnie zależała od sytemu następstwa roślin (tab. 3)

Tabela 3

Plon suchej masy pszenżyta jarego (korzenie i części nadziemne) w $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ i plon ziarna w $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ (średnio z 1997–2000)
Dry matter yield (roots and shoots) in $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ and grain yield in $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ of spring triticale (mean from 1997–2000)

Faza rozwojowa wg Zadoksa Growth stage acc. to Zadoks	Płodozmian Crop rotation			Monokultura Monoculture		
	średnie mean	wartości skrajne range	*CV%	średnie mean	wartości skrajne range	*CV%
21 — 22	26,8a**	19,5 — 32,8	23,6	20,1b	17,8 — 22,8	11,1
23 — 25	67,1a	40,6 — 80,0	35,3	57,7b	36,0 — 76,5	32,6
47 — 49	663,0a	428,0 — 894,8	29,9	540,3b	370,8 — 748,5	27,6
64 — 65	1419,2a	1253,0 — 1657,6	12,8	1219,7b	1071,4 — 1365,3	9,6
74 — 76	1575,8a	1505,5 — 1734,5	6,2	1244,7b	1159,9 — 1420,3	8,0
90 — 92	1735,9a	1640,6 — 1887,5	5,5	1407,9b	1338,6 — 1511,2	5,1
Plon ziarna Grain yield	501,0a	320,0 — 690,0	24,2	313,0b	220,0 — 424,0	20,9

*CV% — Współczynnik zmienności

*CV% — Coefficient of variation

** — Średnie oznaczone w wierszach tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($p = 0,05$)

** — Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the $p = 0,05$

W każdej fazie rozwojowej pszenżyto wytwarzało większą biomasę (części nadziemne i korzenie) w płodozmianie niż w monokulturze. W początkowej fazie wzrostu (DC 21-22 wg Zadoksa i wsp. (1974) plon suchej masy pszenżyta był istotnie większy o 25,0% w płodozmianie niż w monokulturze, ale pod koniec tej fazy (DC 23-25) różnica ta była już mniejsza i wynosiła 14,0%. W okresie poprzedzającym kłoszenie (47–49) różnica w gromadzeniu suchej masy na korzyść płodozmianu wynosiła 18,5%, natomiast w pełni kwitnienia (64–65) ponad 14%. W okresie dojrzewania pszenżyta (74–76) plon suchej masy w płodozmianie był o ponad 21% większy niż w monokulturze, natomiast pod koniec tej fazy różnica ta wynosiła 18,9%.

Plon suchej masy pszenżyta jarego charakteryzują także współczynniki zmienności (CV). Wynika z nich, że większą zmiennością plonu suchej masy wyróżnia się pszenżyto we wczesnych fazach rozwojowych. W późniejszym okresie, a zwłaszcza w czasie dojrzwania, wartość współczynnika maleje (tab. 3). Prawdopodobnie tę należy łączyć z różnym tempem gromadzenia suchej masy w poszczególnych etapach wzrostu i rozwoju pszenżyta.

Udział korzeni w całkowitej biomacie pszenżyta zmieniał się w poszczególnych fazach rozwojowych (tab. 4). Na początku krzewienia (DC 21–22) wynosił od 51,8 do 57,7%, największe zaś wartości (61,1–68,4%) osiągnął w pełni krzewienia i w okresie otwierania się pochwy liściowej. W późniejszym okresie udział korzeni w całkowitej biomacie sukcesywnie malał, zaś najmniejsze wartości osiągnął w okresie dojrzwania pszenżyta. Również w badaniach Świętochowskiego i Goneta (1961), Pietoli i wsp. (2000) oraz Woźniaka (1999, 2000) udział suchej masy korzeni zbóż w całkowitej biomacie był największy do fazy kwitnienia, po czym tempo tego procesu maleje. Jak podaje Świętochowski (1964) początkowe tempo wzrostu korzeni wszystkich zbóż jest większe niż części nadziemnych, a w okresie od fazy strzelania w źdźbło stosunki te układają się odwrotnie. Rośnie szybko część nadziemna, zaś wolniej korzenie. Podobne prawidłowości stwierdzono także w badaniach własnych.

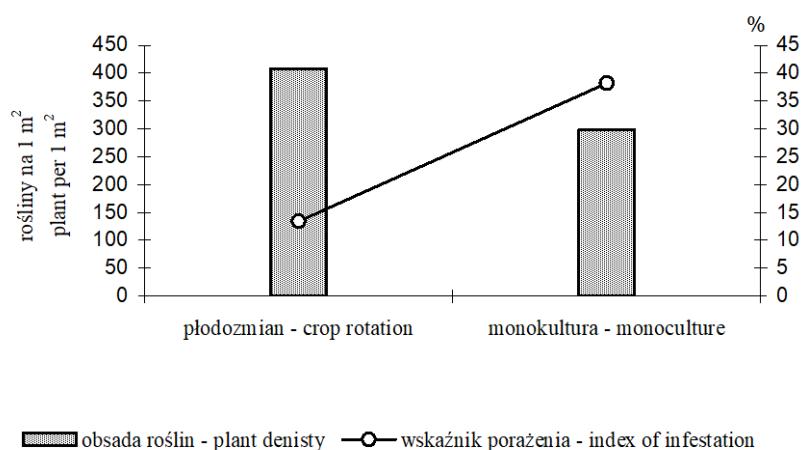
Tabela 4

Udział korzeni w całkowitym plonie suchej masy pszenżyta jarego w % (średnio z 1997–2000)
Share of roots in total dry matter yield of spring triticale (mean from 1997–2000)

Faza rozwojowa wg Zadoksa Growth stage acc. to Zadoks	Sucha masa =100% Dry matter = 100%	Płodozmian Crop rotation	Monokultura Monoculture
21 — 22	100	51,8	57,7
23 — 25	100	68,4	64,5
47 — 49	100	62,4	61,1
64 — 65	100	35,9	37,3
74 — 76	100	27,1	31,7
90 — 92	100	23,3	25,6

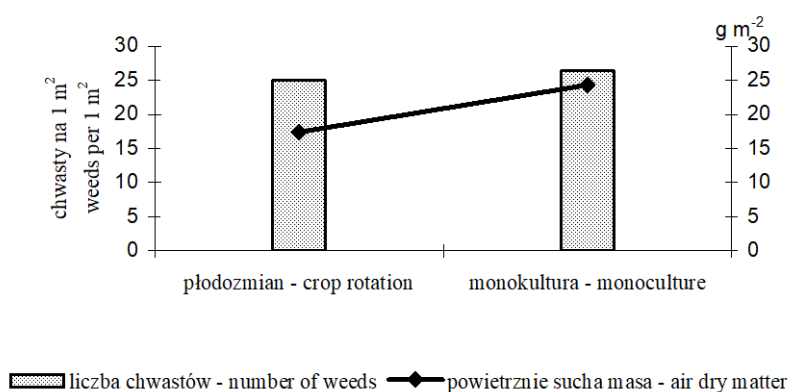
Jak wynika z badań Rozbickiego (1997) plon suchej masy nadziemnej jest istotnie skorelowany z plonem ziarna (współczynniki korelacji 0,47–0,79). W badaniach własnych wartości tych współczynników wynosiły w zależności od fazy rozwojowej — w płodozmianie $r = 0,21–0,69$, natomiast w monokulturze $r = 0,18–0,40$. Odbiciem tego stanu była wielkość plonu ziarna, która w płodozmianie była aż o 37,5% wyższa niż w monokulturze (tab. 3).

W omawianych badaniach plon suchej masy pszenżyta był skorelowany z obsadą roślin ($r = 0,39–0,64$). Cecha ta określona na powierzchni 1 m^2 w stadium 21–22 istotnie zależała od systemu następstwa roślin. W monokulturze zmniejszenie obsady roślin w omawianej fazie wynosiło ponad 28% (113 roślin na 1 m^2), w odniesieniu do płodozmiaru (rys. 3). Przyczyną tego było istotnie większe porażenie pszenżyta przez choroby podstawy źdźbła (głównie *Gaeumannomyces graminis* i *Pseudocercospora herpotrichoides*) w monokulturze niż w płodozmianie, a także wzrost powietrznie suchej masy chwastów (rys. 3 i 4).



Rys. 3. Obsada roślin na 1 m² po wschodach i wskaźnik porażenia roślin przez choroby podstawy źdźbła (średnio z 1997–2000)

Fig. 3. Plant density on 1 m² after emergence and infestation by take-all diseases index of spring triticales (mean from 1997–2000)



Rys. 4. Liczba i powietrznie sucha masa chwastów w pszenżycie jarym (średnio z 1997–2000)

Fig. 4. Number and air-dry matter of weeds in spring triticales (mean from 1997–2000)

WNIOSKI

1. Produkcyjność pszenżyta jarego (plon suchej masy części nadziemnych i korzeni) była w każdej fazie rozwojowej istotnie większa w plodozmianie niż w monokulturze.
2. Udział korzeni w całkowitym plonie suchej masy pszenżyta jarego był największy w fazach: pełnia krzewienia (DC 23-25) — otwieranie się pochwy liściowej (DC 47-49). W późniejszym okresie udział korzeni sukcesywnie malał.

3. Uprawa pszenżyta jarego w monokulturze istotnie zwiększała porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła oraz powietrznie suchą masę chwastów w stosunku do płodozmianu. Przyczyniło się to do zmniejszenia obsady roślin i produktywności łąnu.

LITERATURA

- Bojarczuk J., Bojarczuk M. 1974. Współdziałanie odmian pszenic ze szczepami grzyba *Cercospora herpotrichoides* Fron. Hod. Rośl. Aklim. 18: 313 — 326.
- Czerednik A., Łoboda T., Dalbiak A., Pietkiewicz S., Nalborczyk E. 1997. Analiza wzrostu i struktura plonu różnych morfotypów pszenżyta ozimego (X *Triticosecale* Wittmack). Zesz. Nauk AR w Szczecinie, 175, Rolnictwo 65: 79 — 84.
- Pałys E. 1977. Dynamika masy korzeniowej i nadziemnej zbóż jarych na glebie wytworzonej z lessów. Praca doktorska AR Lublin.
- Pawłowski F. 1958. Porównanie właściwości fizycznych gleby po pięcioletniej lucernie w mieszankach z trawami i w czystym siewie oraz ich wartości przedplonowej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio E, vol. XII, 6: 197 — 216.
- Pietola L.M., Laxåback J., Tanni R. 2000. Response of root growth dynamics to a transition to conservation tillage. Mat. 15th Conference of the Inter. Soil Tillage Res. Org. USA. Topic 2: Tillage and Soil Biology/Ecology. Mat. na płycie CD.
- Pokacka Z. 1984. Odporność polowa żyta na choroby podstawy źdźbła. Mat. XXIV sesji nauk. IOR, Poznań: 123 — 154.
- Rozbicki J. 1997. Agrotechniczne uwarunkowania wzrostu, rozwoju i plonowania pszenżyta ozimego. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa: 1 — 94.
- Ścigalska B. 1997. Plonowanie pszenżyta jarego w pięcioletniej monokulturze i w płodozmianie. Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Rolnictwo 65: 457 — 461.
- Świętochowski B. 1964. Badania nad systemem korzeniowym zbóż. Acta Agrobot. XVI, suppl.: 49 — 54.
- Świętochowski B., Gonet Z. 1961. Przyczynek do poznania ilości i składu chemicznego resztek poźniwnych żyta koszonego w różnych terminach. Pam. Puł. 1: 143 — 154.
- Woźniak A. 1999. Kształtowanie się suchej masy pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianach i monokulturze. Biul. IHAR 212: 103 — 107.
- Woźniak A. 2000. Kształtowanie się suchej masy jęczmienia jarego i pszenicy jarej w różnych fazach rozwojowych. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Ser. E, vol. LV, 3: 23 — 28.
- Zadoks J. C., Chang T. T., Konzak C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415 — 421.

ANDRZEJ WOŹNIAKKatedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wpływ przedplonów na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta jarego

The influence of forecrops on yielding, weed infestation and state of health of spring tritcale

W pracy przedstawiono plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta jarego uprawianego w stanowisku po ziemniaku, grochu siewnym i po 1, 2 lub 3-krotnej uprawie po sobie lub pszenżycie ozimym. Drugim czynnikiem były zróżnicowane sposoby pielęgnowania. Wykazano, że pszenżyto jare najwyżej plonuje po ziemniakach i grochu siewnym, natomiast istotnie niżej (o ponad 37%) w stanowisku po 3-krotnej uprawie po sobie lub pszenżycie ozimym. Obniżka plonu wynikała ze zmniejszenia obsady kłosów na jednostce powierzchni, liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren. Przyczyną redukcji plonu i wartości elementów jego struktury było większe niż po innych przedplonach porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła. Chemiczne środki ochrony roślin częściowo zmniejszały skutki słabego przedplonu.

Słowa kluczowe: choroby podstawy źdźbła, elementy struktury plonu, plon ziarna, przedplony, pszenżyto jare, sposoby pielęgnowania, zachwaszczenie

The effects of forecrops (potato, pea and tritcale 1, 2 and 3-fold after tritcale) along with two crop management systems (minimized and intensive) were evaluated in field experiment of 1998–2000. The highest yield of spring tritcale was obtained in combination where potato or pea was the forecrop. The cultivation of tritcale in monoculture caused yield reduction with the highest (37%) in combination of 3 years cultivation tritcale after tritcale. Yield reduction resulted from decrease of number of spikes per unit area, reduction of grain yield per spike and thousand-grain weight. The main reason of yield and yield elements reduction was higher plant infection by take-all diseases in monoculture comparing to other forecrops. Chemical plant protection only partially eliminated the effect of weak forecrop.

Key words: care system, forecrops, spring tritcale, structure of yield, take-all, yield of grain, weed infestation

WSTĘP

W Polsce zboża zajmują ponad 70% powierzchni zasiewów. Oznacza to, że w 4-polo-
wym płodozmianie rośliny zbożowe wysiewane są 3 razy po sobie. Taki sposób uprawy
jest przyczyną obniżek plonów ziarna (Blecharczyk i Pudełko, 1997; Woźniak, 1995) oraz
wzrostu zachwaszczenia i porażenia zbóż przez patogeny podstawy źdźbła (Pawłowski i

Woźniak, 1998; Woźniak, 2000). Agrofagi zmniejszają obsadę kłosów na jednostce powierzchni, liczbę i masę ziarna w kłosie oraz dorodność ziarna (Adamiak, 1980; Pawłowski i Wesołowski, 1986; Woźniak, 2001). Zboża wykazują zróżnicowane wymagania dotyczące przedplonu. Największe ma pszenica ozima i jęczmień, dla których najlepiej przeznaczyć stanowisko po roślinach nie zbożowych, mniejsze pszenżyto, zaś najmniejsze żyto. Z badań Rozbickiego (1999) wynika, że uprawa pszenicy ozimej po zbożach obniża plon ziarna o 8–28%, w porównaniu do stanowiska po roślinach okopowych lub strączkowych. Inne gatunki reagują mniejszą niżką plonu ziarna, bo jęczmień jary o 8–20,8% (Dmowski, 1995), pszenżyto ozime o 11% (Woźniak, 1995), zaś żyto o ponad 8% (Dmowski, 1995). Wielkość obniżek plonów zależy od jakości gleby, poziomu agrotechniki, rodzaju nawożenia oraz warunków pogodowych.

Celem badań była ocena plonowania, zachwaszczenia i zdrowotności pszenżyta jarego uprawianego po bardzo dobrych przedplonach, tj. po ziemniaku na oborniku i grochu siewnym oraz po 1, 2 lub 3-krotnej uprawie po sobie lub pszenżycie ozimym.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe prowadzono w latach 1988–2000 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną kredową mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczaną do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Do 1996 roku przedmiotem badań było pszenżyto ozime, które uprawiano w różnych systemach następstwa roślin. Od 1997 pszenżyto ozime zastąpiono formą jarą. Prezentowane w pracy wyniki zebrano w latach 1998–2000. Doświadczenie prowadzono metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach, o powierzchni poletek do zbioru 10 m².

Schemat doświadczenia uwzględnia następujące czynniki: I. przedplony pszenżyta jarego, a mianowicie: ziemniak, groch siewny oraz stanowisko po 1, 2 lub 3-krotnej uprawie po sobie lub pszenżycie ozimym. II. sposoby pielęgnowania pszenżyta, tj. zminimalizowane i intensywne.

Uprawa roli pod pszenżyto jare obejmowała pielęgnowaną podorywkę i orkę przedzimową wykonaną w ostatnich dniach października. Nawozy fosforowe i potasowe pod pszenżyto (60 kg P₂O₅ i 100 kg K₂O na 1 ha) stosowano przed wykonaniem orki przedzimowej. Wiosną pierwszym zabiegiem było bronowanie, po czym rolę doprawiano do siewu zestawem do przedsięwziętej uprawy roli i bronami średnimi. Nawozy azotowe stosowano przed siewem (50 kg·ha⁻¹) oraz (30 kg·ha⁻¹) w fazie strzelania w źdźbło (DC 35 wg Zadoksa i in., 1974).

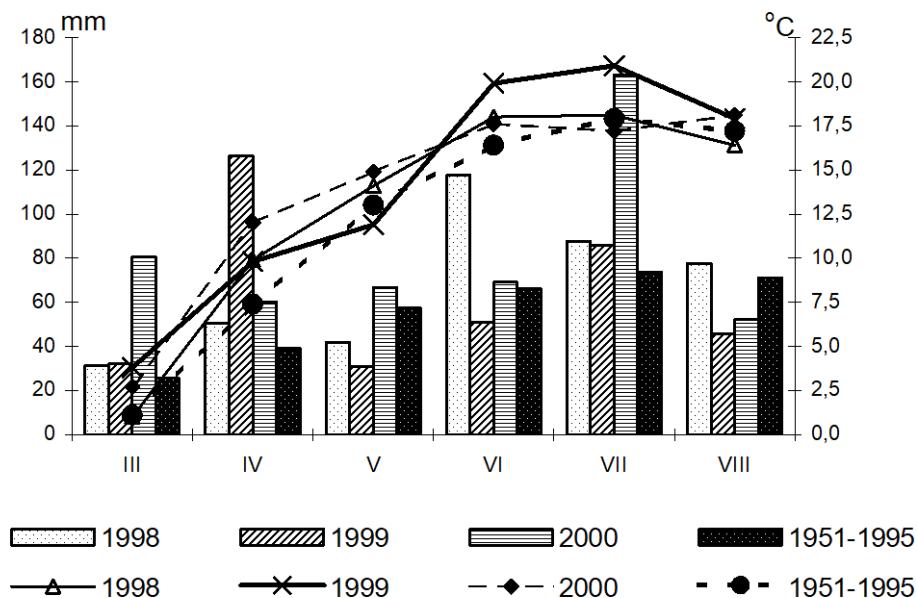
Pielęgnowanie zminimalizowane polegało na dwukrotnym bronowaniu, tj. na początku krzewienia (DC 22–23) oraz 10–14 dni później. Na pielęgnowanie intensywne składało się chemiczne niszczenie chwastów oraz chemiczna ochrona zbóż przed chorobami grzybowymi i wyleganiem. Do niszczenia chwastów dwuliściennych 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 (DC 28). Z kolei w pełni strzelania w źdźbło (DC 35) stosowano retardant Terpal C 420

SL (*chlerek chloromekwatu + etefon*) w ilości 2 l·ha⁻¹. Występowanie chorób poduszkowych ograniczano stosując w fazie strzelania w źdźbło (DC 30-32) Siarkol K 85 WP (*siarka + karbendazym*) w ilości 3,0 kg·ha⁻¹ lub Alert 375 SC (*flusilazol + karbendazym*) — 1,0 l·ha⁻¹, natomiast przeciw chorobom liści i kłosa, w stadium 58-59, Tilt CB 37,5 (*propikonazol + karbendazym*) — 1 kg·ha⁻¹.

Siew pszenżyta jarego odmiany Migo (550 ziaren na 1 m²) przeprowadzano w pierwszej dekadzie kwietnia. W obu systemach pielęgnowania do siewu użyto ziarno zaprawione preparatem Baytan Universal 19,5 DS (s.a. *triadimenol + imazalil + fuberidazol*) lub Raxil (*tebukonazol*).

Program badań obejmował plon ziarna, liczbę kłosów na 1 m², liczbę i masę ziaren w kłosie oraz masę 1000 ziaren w oparciu o próby pobierane z każdego poletka. Ponadto badano porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła zgodnie z metodą przedstawioną w pracy Woźniaka (2000), a także liczbę i powietrznie suchą masę chwastów na 1 m² każdego poletka.

Rozkład średnich temperatur powietrza w latach 1998–2000 podczas wegetacji pszenżyta jarego w niewielkim stopniu odbiegał od temperatur w latach 1951–1995 (rys. 1).



Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych wg Stacji Meteorologicznej w Uhrsku, lata 1998–2000

Fig. 1. Average monthly air temperatures and total of rainfalls acc. to Meteorological Station in Uhrsk, 1998–2000 years

Z kolei opady atmosferyczne kształtowały się odmiennie w każdym roku badań. W okresie poprzedzającym siewy (marzec) w latach 1998–1999 dorównywały one średnim

opadom z lat 1951–1995, natomiast w 2000 roku okazały się ponad 3-krotnie większe. W początkowym okresie intensywnego wzrostu zbóż — w maju w latach 1998–1999 spadło znacznie mniej deszczu niż w okresie wieloletnim, zaś w 2000 roku nieznacznie więcej. W 1998 roku obfite opady wystąpiły w czerwcu, zaś w 2000 roku w lipcu. Były one znacznie większe niż w porównywanych okresach wegetacyjnych. Niedobory opadów w okresie dynamicznego wzrostu roślin zmniejszały tempo przyrostów suchej masy części nadziemnych i korzeni, co wpłynęło ujemnie na plon ziarna (Woźniak, 2001).

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

WYNIKI

Plon ziarna pszenżyta jarego istotnie zależał od przedplonu (tab. 1). Najlepszymi roślinami przedplonowymi były ziemniaki uprawiane na oborniku oraz groch siewny.

Tabela 1

Plon ziarna pszenżyta jarego i elementy struktury plonu (1998–2000)
The grain yield and the elements of yield structure of spring triticale (1998–2000)

Wyszczególnienie Specification	Sposoby pielęgnowania Care systems	Przedplony Forecrops					
		A*	B	C	D	E	średnio mean
Plon ziarna w t·ha ⁻¹ Yield of grain in t·ha ⁻¹	a**	5,28	5,07Δ	4,25Δ	3,84Δ	3,34	4,35Δ
	b	5,50	5,68	4,63	4,44	3,35	4,72
	średnio — mean	5,39d***	5,38d	4,44e	4,14f	3,35g	—
Liczba kłosów na 1 m ² Number of spikes per 1 m ²	a	507,0	509,0	494,0	458,3	417,8	477,2
	b	539,8	490,3	498,0	506,0	395,0	485,9
	średnio — mean	523,4d	499,6de	496,0de	482,4e	406,0f	—
Masa ziarna z kłosa w g Mass of grains in spike in g	a	1,05	1,00Δ	0,94	0,97	0,96	0,99Δ
	b	0,98	1,21	0,97	1,09	1,03	1,06
	średnio — mean	1,01d	1,11e	0,96d	1,03d	1,00d	—
Liczba ziaren w kłosie Number grains in spike	a	25,5	25,6	24,8	22,5	22,1	24,1
	b	25,8	25,4	24,2	23,0	21,6	24,0
	średnio — mean	25,7d	25,5d	24,5d	22,8de	21,9e	—
Masa 1000 ziaren w g Mass of 1000 grains in g	a	40,4	39,5	39,7	40,0	36,5	38,8
	b	39,9	41,1	40,3	41,1	36,4	39,4
	średnio — mean	40,1d	40,0d	40,0d	40,5d	36,4e	—

*A — ziemniak; potato

B — groch siewny; pea

C — pszenżyto jare; spring triticale

D — pszenżyto jare lub ozime (x 2); spring or winter triticale (x 2)

E — pszenżyto jare lub ozime (x 3); spring or winter triticale (x 3)

**a — pielęgnowanie zminimalizowane; minimalized care

b — pielęgnowanie intensywne; intensive care

*** — średnie oznaczone w wierszach tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($p = 0,05$); means within a row followed by the same letter are not significantly different ($p = 0,05$)

Δ — istotne różnice w kolumnie ($p = 0,05$); significantly different in column ($p = 0,05$)

Na tych obiektach zwyczajki plonów ziarna wynosiły ponad 37,5%, w porównaniu do stanowiska, w którym pszenżyto wysiewano 3-krotnie po sobie. Istotnie niżej plonowało zboże także w stanowisku po 2-krotnej uprawie po sobie, gdyż zniżka plonu wynosiła

wówczas 23,1%, relatywnie do najlepszych przedplonów. Z kolei na obiektach z jednokrotną uprawą pszenżyta, plony ziarna były o 17,6% mniejsze, w porównaniu do obiektów po ziemniakach i grochu siewnym.

Chemiczna ochrona pszenżyta jarego istotnie zwiększała plon ziarna o 7,8%, w porównaniu do obiektów pielęgnowanych mechanicznie (pielęgnowanie zminimalizowane). Stosowane środki w większym stopniu zwiększały plon ziarna w stanowisku po 1 i 2-krotnej uprawie pszenżyta po sobie (o 8,2–13,5%) oraz po grochu siewnym (o 10,7%), w odniesieniu do pielęgnowania zminimalizowanego (tab. 1).

Obsada kłosów na 1 m² istotnie zależała od przedplonu (tab. 1). Na obiektach, na których przez 3 lata wysiewano pszenżyto po sobie stwierdzono średnio o 117,4 kłosów na 1 m² mniej niż po ziemniaku. W stosunku do pozostałych przedplonów różnice te były także istotne i wynosiły od 76,4 do 93,6 kłosów na 1 m². Można sądzić, że tak znaczna redukcja kłosów jest wynikiem istotnie większego niż na innych obiektach porażenia pszenżyta przez patogeny podstawy źdźbła wywołanego przez zgorzel podstawy źdźbła - *Gaeumannomyces graminis* (wskaźnik porażenia 16,1%) oraz łamliwość źdźbła (17,4%), której sprawcą jest *Pseudocercospora herpotrichoides* (tab. 2). W stanowiskach po ziemniaku i grochu siewnym wartości wskaźników porażenia roślin przez zgorzel podstawy źdźbła wynosiły od 1,6 do 3,9%, zaś w stanowisku po 2-krotnej uprawie pszenżyta po sobie — 11,8%.

Tabela 2

Występowanie agrofagów w pszenżycie jarym w zależności od przedplonów (1998–2000)
Occurrence agrophage of spring triticale in dependences from forecrops (1998–2000)

Wyszczególnienie Specification	Sposoby pielęgnowania Care systems	Przedplony Forecrops					
		A*	B	C	D	E	średnio mean
Wskaźnik porażenia roślin przez <i>Gaeumannomyces graminis</i> w %	a**	2,4	1,7	3,9	12,4	17,6	8,6
Index of infestation of plants by <i>Gaeumannomyces graminis</i> in %	b	1,3	1,4	3,9	11,2	14,7	7,1
	średnio mean	1,8d	1,6d	3,9d	11,8e	16,1f	—
Wskaźnik porażenia roślin przez <i>Pseudocercospora herpotrichoides</i> w %	a	9,8Δ	7,7	11,9Δ	18,6Δ	23,1Δ	14,2Δ
Index of infestation of plants by <i>Pseudocercospora herpotrichoides</i> in %	b	3,5	3,3	5,4	6,3	11,6	6,0
	średnio mean	6,7d	5,5d	8,7d	12,4de	17,4e	—
Liczba chwastów na 1 m ²	a	27,5Δ	28,3Δ	26,1Δ	33,1Δ	32,4Δ	29,5Δ
Number of weeds per 1 m ²	b	10,3	9,2	11,9	13,2	12,7	11,4
	średnio mean	18,9d	18,7d	19,0d	23,1d	22,6d	—
Powietrznie sucha masa chwastów w g·m ⁻²	a	18,2	30,3Δ	28,1Δ	33,1Δ	31,0Δ	28,1Δ
Air dry matter of weeds in g·m ⁻²	b	14,2	10,2	11,0	13,1	12,7	12,2
	średnio mean	16,2d	20,2d	19,6d	23,1d	21,8d	—

Objaśnienia jak w tabeli 1

Explanations see table 1

Tabela 3

Współczynniki korelacji (r) między elementami struktury plonu a plonem pszenżyta jarego
Simple correlation (r) among grain yield and yield components in spring triticale

Wyszczególnienie Specification	Plon ziarna Grain yield	Liczba kłosów na 1 m ² Number of spikes per 1 m ²	Masa ziarna z kłosa Mass of grains per spike	Liczba ziaren w kłosie Number of grains in spike	Masa 1000 ziaren Mass of 1000 grains	Choroby podstawy żdźbła Take-all		Liczba chwastów Number of weeds	Powietrznie sucha masa chwastów Air dry matter of weeds
						<i>Gaeumannomyces graminis</i>	<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>		
Plon ziarna Grain yield	1,00								
Liczba kłosów na 1 m ² Number of spikes per 1 m ²	0,89*	1,00							
Masa ziarna z kłosa Mass of grains per spike	0,48	0,19	1,00						
Liczba ziaren w kłosie Number of grains in spike	0,97*	0,88*	0,32	1,00					
Masa 1000 ziaren Mass of 1000 grains	0,73*	-0,82*	0,49	0,58	1,00				
Choroby podstawy żdźbła Take-all						1,00			
							1,00		
Liczba chwastów Number of weeds	-0,22	-0,32	-0,15	-0,49	-0,27	0,35	0,48	1,00	
Powietrznie sucha masa chwastów Air dry matter of weeds	-0,41	-0,30	0,13	-0,40	-0,21	0,25	0,25	0,79*	1,00

n = 12, * Istotne współczynniki korelacji (p = 0,05)

n = 12, * Significant correlation coefficient (p = 0.05)

Łamliwość źdźbła określona wartością wskaźnika porażenia wynosiła od 5,5 do 12,4% (tab. 2). Dla omawianych cech, tj. obsady kłosów na 1 m² oraz porażenia roślin przez patogeny podstawy źdźbła, stwierdzono również istotną ujemną korelację (r) wynoszącą -0,89 i -0,92 (tab. 3).

Największą masę ziarna z kłosa średnio 1,11 g stwierdzono na stanowisku po grochu siewnym. Na pozostałych obiektach wartość tej cechy wynosiła od 0,96 do 1,03 g. Masę ziarna w kłosie istotnie zwiększała chemiczna ochrona roślin, lecz wzrost ten wynosił zaledwie 6,6%, w porównaniu do pielęgnowania zminimalizowanego (tab. 1). Warto zaznaczyć, że dorodność ziarna była nieistotnie skorelowana z plonem ziarna i badanymi elementami struktury plonu (tab. 3). Na obiektach, na których przez 3 lata wysiewano pszenżyto po sobie liczba ziaren w kłosie była istotnie mniejsza o 10,6–14,8% niż po ziemniaku, grochu siewnym lub jednokrotnej uprawie po sobie (tab. 1). Badaną cechę istotnie zmniejszało porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła. Współczynniki korelacji (r) dla tych cech przyjmowały wartości istotnie ujemne od -0,97 do -0,99 (tab. 3). Masa 1000 ziaren pszenżyta jarego była istotnie mniejsza w stanowisku po 3-krotnej uprawie po sobie niż po innych przedplonach, a różnica ta wynosiła od 9,0 do 10,1% (tab. 1). Wartość omawianej cechy istotnie zmniejszało porażenie roślin przez *Pseudocercospora herpotrichoides*, o czym świadczy istotny, ujemny współczynnik korelacji -0,69 (tab. 3).

Zastosowane herbicydy istotnie ograniczały liczbę i powietrznie suchą masę chwastów w łanach pszenżyta (tab. 2).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

W prowadzonych badaniach stwierdzono istotną korelację pomiędzy plonem ziarna a liczbą kłosów na 1 m² ($r = 0,89$), liczbą ziaren w kłosie ($r = 0,97$) i masą 1000 ziaren ($r = 0,73$). Jednocześnie stwierdzono znacząco ujemny wpływ chorób podstawy źdźbła na plon ziarna ($r = -0,94$ – $-0,97$) i wymienione elementy jego struktury ($r = -0,69$ – $-0,99$) (tab. 3). Omawiane cechy w mniejszym stopniu determinowało zachwaszczenie łanu, co wynika ze stosunkowo niewielkiej liczby i powietrznie suchej masy chwastów (tab. 2). Ponadto znaczna część niepożądanego roślności na jednostce powierzchni pojawiła się dopiero na początku dojrzewania pszenżyta, a więc nie mogła mieć wpływu na plon ziarna. W tym okresie pojawiły się głównie *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* oraz gatunki piętra dolnego i przyziemnego, w tym *Stellaria media*, *Viola arvensis*, *Anagallis arvensis* i *Veronica persica*.

Chemiczne środki ochrony roślin okazały się, podobnie jak w badaniach Adamiaków (1991), Pawłowskiego i Wesołowskiego (1980) oraz Zawiaślak i Grejnera (1987), mało skutecznymi czynnikami „antyzmęczeniowymi”, gdyż w niewielkim stopniu przeciwdziałały niżkom plonu ziarna.

Wcześniejsze badania Woźniaka (1995) wykazały, że pszenżyto ozime uprawiane po sobie plonowało o ponad 11% niżej niż po ziemniaku lub grochu siewnym. Przyczyną tej niżki plonu było przerzedzenie łanu, skrócenie długości kłosów oraz zmniejszenie liczby ziarniaków w kłosie. Podobną reakcję pszenżyta na uprawę ciągłą stwierdzili Sadowski i

Krześlak (1991), a mniejszą Mazurek i wsp. (1990). W badaniach Chrzanowskiej-Drożdż (1996) uprawa pszenżyta ozimego w stanowisku po bobiku spowodowała zwiększenie plonu ziarna o 27%, relatywnie do przedplonu zbożowego. Korzystniej też kształtowała się liczba kłosów na 1 m², masa ziarna z kłosa i liczba ziaren w kłosie.

WNIOSKI

1. Najlepszymi przedplonami dla pszenżyta jarego były ziemniaki i groch siewny. Zwyżki plonów ziarna na tych obiektach wynosiły ponad 37,5%, w porównaniu do stanowiska, w którym pszenżyto przez 3 lata wysiewano po sobie.
2. Na podstawie współczynników korelacji stwierdzono, że plon ziarna istotnie zależy od liczby kłosów na 1 m² ($r = 0,89$), liczby ziaren w kłosie ($r = 0,97$) oraz masy 1000 ziaren ($r = 0,73$).
3. Dwukrotna lub trzykrotna uprawa pszenżyta po sobie istotnie zwiększała porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła, w stosunku do pozostałych przedplonów. W wyniku porażenia wystąpiły istotne zniżki plonu ziarna i pogorszenie wartości elementów jego struktury.
4. Chemiczne środki ochrony roślin częściowo przeciwdziałały obniżce plonu ziarna pszenżyta jarego i wartości elementów struktury plonu, w porównaniu do pielęgnowania zminimalizowanego, bez stosowania pestycydów.
5. Uprawa pszenżyta jarego w stanowisku po ziemniaku, grochu siewnym i po 1, 2 lub 3-krotnym wysiewie po sobie lub pszenżycie ozimym nie wpływała istotnie na zwiększenie zachwaszczenia łąnów. Herbicydy istotnie zmniejszały liczbę chwastów i wytworzoną przez nie powietrznie suchą masę.

LITERATURA

- Adamiak J. 1980. Studia nad uprawą roślin w monokulturze. II. Plonowanie roślin. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Rolnictwo 30: 99 — 107.
- Adamiak J., Adamiak E. 1991. Plonowanie 4 zbóż w monokulturze w warunkach różnego poziomu chemizacji na glebie ciężkiej. W: „Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach”. ART Olsztyn-VŠZ Brno, Cz. III: 213 — 219.
- Blecharczyk A., Pudelko J. 1997. Przyszłość monokultur w rolnictwie europejskim. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura 64: 143 — 155.
- Chrzanowska-Drożdż B. 1996. Plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od przedplonu i nawożenia mineralnego. Mat. konf. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta”. AR Szczecin: 21.
- Dmowski Z. 1995. Agroekologiczne aspekty uprawy zbóż w kraju. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, 267: 23 — 34.
- Mazurek J., Kuś J., Kuś J., Mróz A. 1990. Porównanie plonowania pszenżyta z innymi zbożami ozimymi na glebie pobranej z różnych zmianowań. Biul. IHAR 175: 39 — 45.
- Pawłowski F., Wesołowski M. 1980. Plonowanie i zachwaszczenie roślin w płodozmianach o różnym udziale zbóż na glebie lessowej. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Rolnictwo 29: 81 — 100.
- Pawłowski F., Wesołowski M. 1986. Studia nad plonowaniem i zachwaszczenie roślin w monokulturze. Cz. V. Pszenica ozima. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, s. E, vol. XLI: 9 — 21.
- Pawłowski F., Woźniak A. 1998. Plonowanie i zachwaszczenie pszenżyta ozimego w warunkach różnicowanego przedplonu i pielęgnowania. Rocz. Nauk Rol., A-113, 3/4: 29 — 38.

- Rozbicki J. 1999. Jakość ziarna zbóż na potrzeby przemysłu przetwórczego. W: „Środowiskowe i agrotechniczne uwarunkowania jakości produktów rolnych”. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa: 13 — 27.
- Sadowski T., Krześlak S. 1991. Nasycenie płodozmianu zbożami a jednostkowa wydajność żyta ozimego i pszenżyta ozimego na glebach lekkich. W: „Synteza i perspektywa nauki o płodozmianach”. ART Olsztyn-VŠZ Brno, Cz. III: 39 — 46.
- Woźniak A. 1995. Wpływ przedplonu i zróżnicowanego pielęgnowania na plon i wybrane elementy struktury plonu pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, 267: 291 — 297.
- Woźniak A. 2000. Zdrowotność pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze. Biul. IHAR 215: 91 — 98.
- Woźniak A. 2001. Studia nad plonowaniem, zachwaszczeniem i zdrowotnością pszenżyta jarego, pszenicy jarej oraz jęczmienia jarego w płodozmianach i krótkotrwałej monokulturze na glebie rędzinowej środkowowschodniej Lubelszczyzny. Wyd. AR w Lublinie, Rozprawy Naukowe: 247.
- Zadoks J. C., Chang T. T., Konzak C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415 — 421.
- Zawiślak K., Grejner M. 1987. Zbiorowiska chwastów w monokulturowej uprawie zbóż oraz efektywność ich zwalczania. Cz. I. Zboża ozime. Rocz. Nauk Rol. A-106, 1: 149 — 166.

STANISŁAW WĘGRZYN**MAREK GRZYWA****TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI**

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Ocena zdolności kombinacyjnej odmian i rodów jęczmienia jarego browarnego dla plonu i odporności na mączniaka

Combining ability of varieties and strains of brewery spring barley for yield and resistance to powdery mildew

Celem poznania zdolności kombinacyjnej potencjału plonowania i odporności na mączniaka wykonano ocenę statystyczno-genetyczną linii F_4 jęczmienia jarego browarnego na podstawie 5-letnich doświadczeń polowych. Analizowano pod względem potencjału plonowania ok. 1000 odmian i rodów oraz 667 rodów ze względu na odporność na mączniaka. Badane pod względem plonu odmiany i rody otrzymano ze skrzyżowania 27 testerów z 124 odmianami. Pod względem odporności na mączniaka badano 667 rodów i odmian, które uzyskano ze skrzyżowania 18 testerów z 80 odmianami i rodami. Analizę wariancji przeprowadzono w układzie hierarchicznym. Średnie kwadraty dla lat, testerów, odmian, kombinacji i odmian były wysoce istotne dla plonu i mączniaka. Analiza wariancji wykazała, że istnieje grupa testerów dobrze przekazujących potencjał plonowania na swoje potomstwo. Były to testery Krystal, STH 126, Rubin, Ilka, Dorina, Candice, Grosso, Gimpel i Lotus. Natomiast odporność na mączniaka przekazywały na potomstwo testery Krystal, Grosso i Rubin. One to są najwartościowszymi testerami, ponieważ przekazują na potomstwo dwie korzystne cechy równocześnie.

Słowa kluczowe: analiza wariancji, jęczmień jary, odporność na mączniaka, plon, zdolność kombinacyjna

The statistical analysis of the results of 5-year trials with brewery spring barley of F_4 generation was carried out to evaluate the combining ability for yield potential and resistance to powdery mildew. For yield ca. 1000 strains obtained from crossing of 27 testers with 124 cultivars, and for resistance to powdery mildew 667 strains obtained from crossing of 18 testers with 80 cultivars, were analysed according to hierarchic design. Mean squares for years, testers, cultivars and strains were significant for both investigated traits. The analysis of variance and the effects of GCA showed a group of testers well transmitting the yield potential to progeny. These testers were: Krystal, Rubin, Ilka, Dorina, Candice, Grosso, Gimpel, Lotus and STH 126. Another group of testers, i.e. Krystal, Grosso and Rubin, caused increase of resistance to powdery mildew in their progeny. The latter were the most valuable cultivars, because they transmitted well both traits to their progeny simultaneously.

Key words: analysis of variance, combining ability, resistance to powdery mildew, spring barley, yield

WSTĘP

Popularność wśród rolników nowych odmian jęczmienia jarego browarnego zależeć będzie nie tylko od ich dobrych parametrów browarnych, ale również od wysokiego potencjału plonowania i odporności na choroby.

Osiągnięcie w tym zakresie sukcesu w hodowli twórczej jęczmienia jarego zależy w dużym stopniu od doboru wartościowych komponentów do krzyżowań. Doboru tych źródeł można dokonać za pomocą określenia zdolności kombinacyjnej odmian i rodów włączonych do krzyżowań. Dlatego też celem niniejszej pracy jest poznanie zdolności kombinacyjnej dwóch cech: potencjału plonowania i odporności na mączniaka linii F₄ jęczmienia jarego browarnego otrzymanych w wyniku selekcji potomstwa uzyskanego z licznych krzyżowań komponentów rodzicielskich. Uważa się, że występowanie addytywnych form działania genów jest oszacowane komponentem ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA), natomiast nieaddytywne działanie genów charakteryzuje swoista wartość kombinacyjna.

W latach osiemdziesiątych poglądy te były podzielone. Fiedulova i wsp. (1981) uważali, że szereg cech struktury plonu takich, jak plon ziarna z rośliny, liczba ziaren z kłosa, masa 1000 ziaren były warunkowane dominacją lub naddominacją. Fejer i wsp. (1983) podali, że komponenty ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej odgrywały istotną rolę w warunkowaniu plonu ziarna jęczmienia. W Polsce działanie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej dla plonu jęczmienia jarego stwierdziła Kudła i wsp. (1995). Wykazali oni przewagę nieaddytywnych form działania genów w warunkowaniu plonu z rośliny. Inną ważną cechą u jęczmienia, na którą zwraca się dużą uwagę w trakcie selekcji jest odporność na mączniaka. Prace nad dziedziczeniem odporności na mączniaka przeprowadzili Asher i Thomas (1983), Heun (1987) oraz Balkema-Boomstra i wsp. (1993). Asher i Thomas (1983) stwierdził nieaddytywne sposób działania genów warunkujących odporność na mączniaka. Na podstawie oceny zdolności kombinacyjnej Heun (1987) wykazał, że odporność na mączniaka warunkowana była addytywnymi i nieaddytywnymi mechanizmami działania genów. W późniejszych badaniach przeprowadzonych przez Balkema-Boomstra i Masterbroek (1993) udowodniono przewagę addytywnych nad nieaddytywnymi formami działania genów w warunkowaniu odporności na mączniaka jęczmienia.

Do badań nad uwarunkowaniem cech ilościowych wykorzystywane są linie dihaploidalne (DH) (Adamski, 1993; Kaczmarek i in., 1984; Surma i in., 1984). Autorzy ci opracowali metodę estymacji parametrów genetycznych związanych z określonymi efektami genów. Podobieństwo linii DH pod względem wszystkich cech można określić łącznie za pomocą tzw. odległości Mahalobisa i przedstawić w formie dendrytu najkrótszych połączeń pomiędzy parami obiektów najmniej różniących się od siebie genotypów. W ostatnich latach wprowadzono do badań genetycznych na szeroką skalę molekularne mapowanie roślinnych genomów. Mapy QTL (ilościowe loci cech) były użyte

do wyrażenia ekspresji cech agronomicznych (Hayes i in. 1993 a, b; Backes i in., 1995; Thomas i in., 1995; Tinker i in., 1996; Mather i in., 1997). Uzyskane rezultaty badań QTL w jęczmieniu przedstawili Jensen (1989), Kjaer i wsp. (1991), Thomas i wsp. (1991), Barma i wsp. (1993) oraz Laurie i wsp. (1995). Pomimo ustawicznego rozwoju nowych metod określenia dziedziczenia cech roślin, dotychczas stosowane metody są wartościowym narzędziem pomocnym w hodowli twórczej jęczmienia.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe z rodami pokolenia F_4 jęczmienia jarego browarnego przeprowadzono w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Bąkowie w jednym powtórzeniu z wzorcem systematycznym wysianym w bloku co 15 poletek. Powierzchnia poletek wynosiła 5 lub 10 m². Obliczenie plenności zebranych rodów wykonano programem DW 11P (TP) opracowanym w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Krakowie. Poprawione plony w stosunku do średniego wzorca były włączane do dalszych obliczeń. Pod względem potencjału plonowania analizowano ok. 1000 rodów uzyskanych ze skrzyżowania 27 testerów z 124 rodami i odmianami. Odporność na mączniaka badano u 667 rodów otrzymanych ze skrzyżowania 18 testerów z 80 odmianami. Wyniki obserwacji na mączniaka były określone w skali 9-stopniowej, gdzie 9 odpowiadało całkowitej odporności, a 1 — całkowitej podatności na patogena. Wartości te dla celów obliczeniowych transformowano według wzoru:

$$x' = \arcsin \sqrt{0,125(x-1)}$$

gdzie

x — oznacza obserwację porażenia roku w skali (1–9)

x' — wartość cechy po transformacji

W tabelach dla mączniaka wartości efektów dla testerów i kombinacji przedstawiono w postaci transformowanej. W celu oceny zdolności kombinacyjnej plenności i odporności na mączniaka rodów odmian jęczmienia jarego browarnego w niniejszej pracy analizę statystyczno-genetyczną przeprowadzono w oparciu o metodę zastosowaną w pracach Węgrzyna i wsp. (1979, 1993, 1996, 2000). Obliczenia wykonano programem WAKOMB1s(TP) opracowanym przez Stanisława Węgrzyna w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Krakowie. Analizę zdolności kombinacyjnej badanych cech przeprowadzono w układzie hierarchicznym. Stosownie do przyjętego założenia w analizie wariancji z sumy kwadratów wydzielono zmienność lat, kombinacji i składnik resztowy, natomiast z sumy kwadratów dla kombinacji wyodrębniono zmienność testerów i odmian w kombinacjach. Testem "F" weryfikowano istotność efektów lat, kombinacji, testerów i odmian.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie analizy wariancji stwierdzono wysoce istotne średnie kwadraty: dla lat, kombinacji, testerów i odmian w kombinacjach dla plonu i odporności na mączniaka

(tab. 1). Wyniki przeprowadzonych analiz dowodzą również o trafnym doborze zróżnicowanych genetycznie testerów, odmian jęczmienia browarnego do krzyżowań hodowlanych. Zastosowane rody i odmiany do krzyżowań pochodziły z różnych krajów europejskich, krajowych ośrodków hodowlanych i banków genów.

Tabela 1

Analiza wariancji wartości kombinacyjnej dla wybranych cech jęczmienia jarego w latach 1990–1994
Analysis of variance of the combining ability for some traits of spring barley in years 1990–1994

Źródło zmienności Source of variation	Plon ziarna Grain yield		Mączniak Powdery mildew	
	liczba stopni swobody degrees of freedom	średnie kwadraty mean squares	liczba stopni swobody degrees of freedom	średnie kwadraty mean squares
Lata Years	4	10431,61**	3	28565,60**
Kombinacje Combinations	150	163,20**	97	192,62**
Testery Testers	26	282,73**	17	289,9**
Odmiany wewnętrzne testerów Cultivars inside testers	124	138,4**	80	172,0**
Reszta (błąd) The rest (error)	903	26,99	667	113,85

*, ** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

W innych, jednorocznych badaniach opisanych przez Grzywę i wsp. (2000) nad zdolnością kombinacyjną odmian i rodów jęczmienia jarego browarnego dla plenności, odporności na mączniaka, a także wylegania stwierdzono w analizie wariancji nieistotne średnie kwadraty dla odmian i rodów. W podobnej pracy (Węgrzyn i in., 2000) również w analizie wariancji nieistotne statystycznie okazały się średnie kwadratów dla plonu, odporności na mączniaka i wylegania dla odmian jęczmienia jarego pastewnego. Wydaje się, że jednoroczna ocena zdolności kombinacyjnej potomstw (linii F_4) odmian i rodów u jęczmienia może być niewystarczająca, ponieważ nie ujawnia rzeczywistych wartości badanych odmian i rodów na podstawie oceny ich potomstwa. Analiza statystyczno-genetyczna na podstawie syntezy badań polowych z kilku lat wykonana w niniejszej pracy (tab. 1) wypełniła tę lukę i pozwoliła ujawnić zdolność kombinacyjną dla badanych rodów i odmian jęczmienia jarego. W tabeli 2 przedstawiono testery, które charakteryzowały się istotnymi dodatnimi (korzystnymi) i ujemnymi (niekorzystnymi) efektami zdolności kombinacyjnej (pomijając testery o efektach nieistotnych). Największymi wartościami efektów zdolności kombinacyjnej dla plonu charakteryzowały się następujące testery: Krystal, STH 126, Rubin, Ilka, Dorina, Derkado, Candice, Gimpel, Grosso, Lotus i Apex. Istotne wartości ujemne uzyskano dla testerów Alexis, Korina, 2685/88, Arena, STH 145, Amazone i Catrin.

W tabeli 3 przedstawiono 79 wybranych kombinacji, charakteryzujących się istotnymi dodatnimi lub ujemnymi efektami kombinacji i odmian dla plonowania. Okazało się, że najwyższym plonem odznaczały się kombinacje: Derkado $\times$ Gimpel (75,3 dt/ha), Grosso

× Tasman (70,4 dt/ha). Tak duży potencjał plonowania dla pierwszej wymienionej kombinacji był efektem wysokiej zdolności kombinacyjnej = 19,92**, jako łączny efekt odmiany Gimpel = 15,15** i testera Derkado = 4,77** (tab. 3).

Tabela 2

Średnie i efekty testerów dla plonu jęczmienia jarego browarnego w latach 1990–1994
Means and effects of testers for grain yield in spring barley in years 1990–1994

Testery Testers	Liczba rodów Number of strains	Średnie dt/ha Means dt/ha	Efekty testerów Effects of testers
Alexis	74	48,09	-7,29**
Korina	32	51,63	-3,75**
2685/88	79	51,85	-3,53**
Arena	55	52,08	-3,30**
STH 145	42	52,46	-2,92**
Amazone	28	52,67	-2,71**
Catrin	14	52,99	-2,39**
Lenka	62	54,59	-0,79
291 N	42	55,08	-0,31
292 N	80	55,15	-0,24
HVS 1031	10	55,35	-0,03
HVS 424126	32	55,44	0,05
Nebi	28	55,57	0,19
HVS 135705	113	56,05	0,67
1266 N	56	56,21	0,83
Togo	15	56,61	1,22
Lotus	36	57,29	1,90*
Apex	22	57,50	2,12*
Grosso	96	58,26	2,88**
Gimpel	13	58,94	3,55**
Candice	12	59,24	3,86**
Derkado	20	60,15	4,77**
Dorina	13	60,83	5,46**
Ilka	24	61,10	5,72**
Rubin	34	62,36	6,98**
STH 126	18	64,96	9,58**
Krystal	8	66,49	11,10**
Średnia Mean		56,63	
NIR (0,05)			2,327
LSD (0,05)			

*, ** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

Druga wymieniona plenna linia wyselekcjonowana z kombinacji; Grosso × Tasman, dla której efekt kombinacji wyniósł 14,99**, swój wysoki potencjał plonowania zawdzięcza w większym stopniu odmianie Tasman (efekt = 12,11**) i nieco mniejszym testerowi Grosso (efekt = 2,88**). Przeprowadzona analiza wykazała, że testery o ujemnych efektach, obniżające istotnie plon w kombinacjach dawały w większości przypadków również kombinacje o ujemnych wartościach zdolności kombinacyjnej (tab. 3). Wyjątkiem okazały się kombinacja Arena × Ilka (efekt 4,39*) i kombinacja 2685/88 × Camir (efekt 4,17*), w których ujemne efekty testerów Arena (-3,29**) i 2685/88 (-3,53**) były zredukowane dodatnim wpływem odmian (Ilka i Camir) (tab. 3).

Tabela 3

**Średnia wartość dla plonu, efekt kombinacji odmian i rodów jęczmienia jarego browarnego
w latach 1990–1994**

**Mean values of yield, combinations and varieties effects strains in brewery spring barley
in years 1990–1994**

Kombinacje Combination	Liczba rodów Number of strains	Średnia kombinacji Mean of combination	Efekty kombinacji Effects combinations	Efekty odmian Effects varieties
Derkado × Gimpel	4	75,30	19,92**	15,16**
STH 126 × Nebi	10	69,89	14,50**	4,92*
STH 126 × Grosso	3	66,73	11,34**	1,77
Rubin × Malwas	4	69,03	13,64**	6,67**
Rubin × Krystal	5	68,04	12,66**	5,68**
Rubin × HWS 5444	3	64,80	9,42**	2,45
Rubin × Lotus	3	63,56	8,18**	1,20
Rubin × Lerche	7	61,76	6,38**	-0,59
Rubin × HVS 19574	3	60,09	4,71*	-2,26
Rubin × Grosso	4	60,07	4,69*	-2,29
Ilka × Nebi	5	68,52	13,14**	7,42**
Ilka × Grosso	3	61,33	5,95**	0,24
Krystal × (Naim × Apex)	3	63,89	8,51**	-2,59
Candice × Lenka	3	67,27	11,89**	8,03**
Candice × CE 38	3	59,42	4,04*	0,14
Gimpel × HVS 51249 × Grosso	5	63,42	8,03**	4,48*
Dorina × 2685/88	4	61,39	6,00**	0,56
Dorina × 292 N	9	60,58	5,20**	-0,25
Nebi × (Apex × Lenka)	5	60,82	5,43**	5,25**
HVS 135705 × 1266 N	19	59,76	4,38*	3,71
HVS 424126 × 2685/88	5	59,56	4,18*	4,12*
Togo × HVS 424126	8	59,31	3,93*	2,70
Grosso × Tasman	3	70,37	14,99**	12,11**
Grosso × (HWS 23353 × Bonus)	3	65,49	10,11**	7,23**
Grosso × (Ewasem × Rapid)	12	62,14	6,75**	3,87*
Grosso × Malwas	4	60,28	4,90*	2,02
Grosso × GOH 1601	3	59,39	4,01*	1,13
Grosso × Ewasem	7	59,37	3,99*	1,11
Grosso × 3503	5	61,23	5,85**	2,97
Grosso × Carnival	3	60,78	5,39**	2,51
Grosso × Bonus	3	48,23	-7,15**	-10,03**
Grosso × HVS 15440	3	40,14	-15,24**	-18,12**
Lenka × Cebeco 8501	7	60,52	5,14**	5,93**
Lenka × (STH 684 × Apex)	4	59,70	4,32*	5,11**
Lenka × Cebeco 341/2	3	47,44	-7,94**	-7,15**
Lenka × CE 431	3	59,29	3,91*	4,70*
Lenka × (Gerlinde × Candice)	10	43,66	-11,73**	-10,93**
1266 N × 2685/88	3	64,89	9,51**	8,68**
1266 N × Carotte	4	61,39	6,00**	5,18**
1266 N × HVS 135705	7	50,97	-4,41*	-5,24**
1266 N × Catrin	12	49,84	-5,54**	-6,37**
1266 N × HVS 424126	19	59,76	4,38*	3,55
Lotus × Adelle	11	64,19	8,81**	6,90**
Lotus × Perum	3	48,33	-7,05**	-8,96**
Lotus × HVS 19574	5	46,78	-8,61**	-10,51**
292 N × HVS 135705	5	62,78	7,40**	7,63**
292 N × (Amazone × Derkado)	9	60,58	5,20**	5,44**
292 N HVS 1031	8	59,31	3,93*	4,16*
292 N × 2685/88	7	50,92	-4,46*	-4,23*
292 N × STH 145	8	47,65	-7,73**	-7,50**

c.d. Tabela 3

Kombinacje Combination	Liczba rodów Number of strains	Średnia kombinacji Mean of combination	Efekty kombinacji Effects combinations	Efekty odmian Effects varieties
Apex × Adelle	10	62,01	6,62**	4,51*
Apex × Alexis	2	46,33	-9,05**	-11,17**
Arena × Ilka	16	59,77	4,39*	7,69**
Arena × Alexis	8	48,91	-6,47**	-3,18
Arena × Rudzik	13	46,21	-9,17**	-5,87**
Arena × BR 2751/4	8	43,16	-12,23**	-8,93**
2685/88 × Camir	5	59,56	4,17*	7,71**
2685/88 × HVS 424126	12	49,84	-5,54**	-2,01
2685/88 × Cartin	7	48,21	-7,18**	-3,64
2685/88 × STH 145	8	47,65	-7,73**	-4,20*
2685/88 × 292 N	3	41,43	-13,95**	-10,42**
291 N × Alexis	4	49,96	-5,43**	-5,12**
291 N × 292 N	4	49,96	-5,43**	-5,12**
STH 145 × Amazone	7	50,97	-4,41*	-1,49
Alexis × HVS 51294	5	50,88	-4,50*	2,79
Alexis × SK 2889	6	50,71	-4,68*	2,61
Alexis × HVS 78267	4	49,21	-6,17**	1,12
Alexis × Arena	4	48,91	-6,47**	0,82
Alexis × (HVS 51249/79 × Candice)	5	47,73	-7,65**	-0,36
Alexis × Jarek	3	46,99	-8,39**	-1,10
Alexis × BR 2751/4	9	45,28	-10,11**	-2,82
Alexis × BKH 2478	7	45,2	-10,18**	-2,89
Alexis × Korina	7	44,16	-11,23**	-3,94*
Alexis × HVS 51249	3	43,85	-11,53**	-4,24*
Alexis × (STH 126 × Nebi)	8	42,25	-13,13**	-5,84**
Catrin × 1266 N	3	50,18	-5,21**	-2,81
Amazone × STH 145	3	50,18	-5,21**	-2,50
Amazone × 1266 N	3	41,43	-13,95**	-11,24**
Korina × Alexis	7	43,30	-12,08**	-8,33**
Średnia Mean		55,62		
NIR (0,05)				
LSD (0,05)			5,457	

*, ** Istotne różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

Duży wpływ na obniżanie plenności jęczmienia odgrywa słaba odporność na mączniaka. Poprawa odporności na tę chorobę wytworzonych materiałów wymaga od hodowców dużego wysiłku hodowlanego. Dlatego w niniejszej pracy podjęto się również oceny testerów i odmian użytych do wytworzonych kombinacji pod kątem odporności na mączniaka. W tabeli 4 przedstawiono charakterystykę testerów pod względem odporności na mączniaka. Najwyższą odpornością charakteryzowały się testery: Krystal (8,7), Rubin (8,7), Grosso (8,6), (tab. 4). Również wymienione testery odznaczały się dodatnimi korzystnymi efektami (Krystal = 5,48**, Rubin = 4,6** i Grosso = 4,04**), (tab. 4). Niekorzystnymi, istotnie ujemnymi efektami pod względem przekazywania odporności na mączniaka odznaczały się testery; Alexis (-8,47**), Gimpel (-7,46**) i Arena (-4,23**), (tab. 4). Pozostałe testery nie dawały istotnych efektów pod względem odporności na mączniaka (tab. 4). W tabeli 5 zamieszczono 31 wybranych kombinacji o istotnych dodatnich (korzystnych) lub ujemnych (niekorzystnych) efektach kombinacji dla

mączniaka. Tylko 15 z nich odznaczało się istotnymi dodatnimi efektami kombinacji. Wśród badanych kombinacji na ich dodatni istotny efekt wpływ wywierały tylko testery; Krystal, Rubin, Grosso, a istotny ujemny wpływ na efekt kombinacji miały testery; Alexis, Gimpel i Arena. Tylko w 3 kombinacjach: Rubin $\times$ Malwas, Grosso $\times$ Tasman i Grosso $\times$ Carnival na efekt dodatni wspólnie wpływały zarówno testery, jak i odmiany (tab. 5). Istotny, ale niekorzystny wpływ testera i odmiany na odporność na mączniaka stwierdzono u kombinacji Arena $\times$ Alexis (tab. 5). Należy podkreślić, że średnia odporność na mączniaka dla wszystkich testowanych kombinacji wynosiła 8,1 przy rozpiętości oceny od 6,2 do 9,0 (mierzonej w skali od 9 do 1), (tab. 5).

Tabela 4

Średnie i efekty testerów dla plonu odporności na mączniaka jęczmienia jarego browarnego w latach 1990–1994

Means and effects of testers for powdery mildew in spring barley in years 1990–1994

Testery Testers	Liczba rodów Number of strains	Średnia wartość w skali 9–1 Mean value in scale 9–1	Efekty testerów Effects of testers
Alexis	74	7,5	-8,47**
Gimpel	24	7,6	-7,46**
Arena	74	8,0	-4,23**
STH 145	14	8,1	-2,49
Togo	15	8,2	-1,64
HVS 135705	54	8,3	-0,66
Korina	32	8,3	-0,62
Candice	25	8,3	-0,62
Apex	36	8,4	0,40
Amazone	18	8,4	1,11
Derkado	11	8,4	1,11
Lenka	67	8,4	1,23
Lotus	63	8,5	2,16
Nebi	52	8,5	2,26
HVS 424126	13	8,5	2,44
Gross	138	8,6	4,05*
Rubin	47	8,7	4,60**
Krystal	11	8,7	5,48**
Średnia Mean		8,3	
NIR (0,05)			
LSD (0,05)			4,613

*, ** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

W praktyce hodowlanej duże znaczenie mają te kombinacje, które charakteryzują się odpornością 9, a równocześnie wysoce istotnymi dodatnimi efektami kombinacji wynoszącymi 12,56** (maksymalne wartości dodatnich efektów po transformacji odpowiadają w skali wartości = 9), (tab. 5). Należy do nich zaliczyć kombinacje: Lenka $\times$ Candice, Candice $\times$ Lenka, Lenka $\times$ STH 126, Grosso $\times$ Carnival, Grosso $\times$ Tasman, Lotus $\times$ HVS 19574, Rubin $\times$ Malwas, Korina $\times$ Alexis. Na podstawie wykonanych analiz i ocen zdolności kombinacyjnej można wskazać perspektywiczne kombinacje, które łączyły wysokie efekty plenności i odporności na mączniaka. Są to kombinacje Candice $\times$ Lenka, Grosso $\times$ Tasman oraz Rubin $\times$ Malwas. Przydatność dla hodowli twórczej badanych form

jęczmienia jarego na podstawie uzyskanych wyników potwierdzają wyniki wcześniejszych prac wykonanych dla jęczmienia (Grzywa i in., 2000; Węgrzyn i in., 2000). Przyjętą metodykę dla innych gatunków zbóż; pszenicy i owsa, potwierdziły wykonane wcześniej podobne opracowania (Węgrzyn i in., 1993, 1996; Śmiałowski i in., 1999, 2000). Przeprowadzona w tych pracach szczegółowa analiza licznych kombinacji również ujawniła dużą grupę korzystnych testerów i odmian u pszenicy ozimej i owsa oraz perspektywiczne kombinacje, z których hodowcy mogą wyselekcjonować wartościowe potomstwo.

Tabela 5

Ocena wartości kombinacyjnej rodów jęczmienia jarego browarnego pod względem odporności na mączniaka w latach 1990–1994
The combining ability for resistance to powdery mildew of selected strains of brewery spring barley in years 1990–1994

Kombinacje Combination	Liczba rodów Number of strains	Średnia kombinacji Mean of combination	Efekty kombinacji Effect combination	Efekty odmian Effects varieties
Rubin × Malwas	4	9,0	12,56**	7,96*
Rubin × Krystal	5	8,9	8,66*	4,06
Lotus × HVS 19574	5	9,0	12,56**	10,40**
Lenka × STH 126	5	9,0	12,56**	11,33**
Lenka × Candice	3	9,0	12,56**	11,33**
Korina × Alexis	7	9,0	11,56**	12,18**
Candice × Lenka	3	9,0	12,56**	13,18**
Candice × Grosso	4	8,8	7,69*	8,31*
HVS 424126 × 3513-1	5	8,8	7,99*	5,55
Grosso × Tasman	3	9,0	12,56**	8,51*
Grosso × Carnival	3	9,0	12,56**	8,51*
Grosso × 3503	5	8,9	9,36*	5,31
Grosso × Ewasem	15	8,9	8,66*	4,61
Grosso × STH 126	4	8,8	7,69*	3,64
Grosso × (Gimpel × Regent)	4	8,8	7,69*	3,64
Grosso × HVS 78267	3	7,3	-9,78*	-13,83**
Grosso × Bonus	3	6,2	-17,95**	-21,99**
Apex × (Rubin × Gimpel)	5	8,9	8,66*	8,26*
Apex × Alexis	2	7,2	-11,24**	-11,64**
Gimpel × (HVS 51249 × Grosso)	11	7,5	-8,53*	-1,07
Gimpel × (Lotus × Maresi)	8	6,9	-13,34**	-5,88
Arena × BR 2751/4	8	7,4	-9,06*	-4,84
Arena × Rudzik	13	7,3	-9,83**	-5,60
Arena × Alexis	8	6,6	-15,56**	-11,33**
Alexis × Korina	7	7,6	-7,83*	0,65
Alexis × Br 2751/4	9	7,5	-8,65*	-0,18
Alexis × (HVS 51249/79 × Candice)	5	7,1	-12,09**	-3,62
Alexis × (STH 126 × Nebi)	8	6,9	-13,20**	-4,73
Alexis × HVS 51294	5	6,9	-13,52**	-5,05
Alexis × Jarek	3	6,6	-15,55**	-7,08
Alexis × Arena	4	6,6	-15,55**	-7,08
Średnia Mean		8,1		
NIR (0,05)				10,61
LSD (0,05)				

*** Istotnie różne od zera odpowiednio dla $P = 0,05$ i $P = 0,01$

*, ** Significantly different from 0 at $P = 0.05$ and $P = 0.01$, respectively

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki analizy statystyczno-genetycznej pokolenia F₄ wskazują na grupę testerów dobrze przekazujących potencjał plonowania na potomstwo, są to: Krystal, STH 126, Rubin, Ilka, Dorina, Derkado, Candice, Gimpel, Grosso i Apex.
2. Testery Krystal, Rubin i Grosso były najwartościowszymi pod względem przekazywania na potomstwo odporności na mączniaka. Łączyły one tę cenną właściwość z wysokim potencjałem plonowania.
3. Ujemne efekty dla odporności na mączniaka przekazywały na swoje potomstwo Alexis, Gimpel i Arena.
4. Na podstawie wykonanych analiz i ocen zdolności kombinacyjnej można wskazać perspektywiczne kombinacje, które łączyły wysokie efekty plenności i odporności na mączniaka. Są to kombinacje Candice × Lenka, Grosso × Tasman oraz Rubin × Malwas

LITERATURA

- Adamski T. 1993. Wykorzystanie linii podwojonych haploidów w analizie statystyczno-genetycznej cech ilościowych. Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, seria Rozprawy i Monografie 2: 1 — 60.
- Asher M. J. C., Thomas W. T. B. 1983. The expression of partial resistance to *Erysiphe graminis* in spring barley. *Plant Pathology* 33: 123 — 130.
- Backes G., Grauer A., Forogdhi-Wehr B., Fischbeck G., Wenzel G., Jahoor A. 1995. Localization of quantitative trait loci (QTL) for agronomic important characters by use of RFLP map in barley (*Hordeum vulgare*). *Theor. Appl. Genet.* 90: 294 — 302.
- Balkema-Boomstra A. G., Masterbroek H. D. 1993. Diallel analysis of partial resistance to powdery mildew caused by *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* in spring barley (*Hordeum vulgare*). *Euphytica* 65: 15 — 21.
- Barma U. M., Chalmres K. J., Thomas W. T. B., Hackett C. A., Lea V., Jack P., Forster B. P., Vangh R., Powell W. 1993. Molecular mapping of genes determine height, time to heading and growth habit in barley (*Hordeum vulgare*). *Genome* 36: 1080 — 1087.
- Fejer S. A., Fedak G. 1983. Genetic analysis of hybrids between three two rowed barley cultivars and various new. Introductions grown in Canada. *Crereal Res. Commun.* 11: 253 — 258.
- Fiedulova N. M., Sazanova L. N. 1981. Nasledowanie osnovnych koliczestwennych priznakov jarogo jaczmenia w sistemie topkrosnykh skreszczywanij. *Cytol. i Genet.* 15/2: 61 — 66.
- Grzywa M., Węgrzyn S., Kłodnicka M. 2000. Wartość kombinacyjna odmian i rodów jęczmienia jarego dla wybranych cech. *Biul. IHAR* 216: 173 — 185.
- Hayes P. M., Blake T., Chen T. H. H., Tragoonzung S., Chen F., Pan A., Lin B. 1993 a. Quantitative trait loci on barley (*Hordeum vulgare* L.) chromosome 7 associated with components of winter-hardiness. *Genome* 36: 66 — 71.
- Hayes P. M., Lin B. H., Knapp S. J., Chen F., Jones B., Blake T., Franckowiak J., Rasmusson D., Somells M., Ulrich S. E., Wesenberg D., Kleinhofs A. 1993 b. Quantitative trait locus effects and environmental interaction in a sample of North American barley germ plasm. *Theor. Appl. Genet.* 87: 392 — 401.
- Heun M. 1987. Combining ability and heterosis for quantitative powdery mildew resistance in barley. *Plant Breeding* 99: 234-238.
- Jensen J. 1989. Estimation of recombination parameters between a quantitative trait locus (QTL) and two marker gene loci. *Theor. Appl. Genet.* 78: 613 — 618.
- Kaczmarek Z., Surma M., Adamski T. 1984. Ważniejsze parametry genetyczne — ich interpretacja i sposoby wyznaczania. *Listy Biometryczne* 21: 13 — 20.
- Kjaer B., Haar V., Jensen J. 1991. Associations between 23 quantitative traits and 10 genetic markers in a barley cross. *Plant Breeding* 106: 261 — 274.
- Kudła M. M., Kudła M. 1995. Genetyczne możliwości wzrostu plonowania jęczmienia jarego. *Biul IHAR* 198: 35 — 44.

- Laurie D. A., Pratchett N., Bezaud J. H., Snape J. W. 1995. RFLP mapping of five major genes and eight quantitative trait loci controlling flower time in winter × spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cross. *Genome* 38: 575 — 585.
- Mather D. E., Tinker N. A., Laberge D. E., Edney M., Jones B. L., Rossmagel B. G., Legge W. G., Briggs K. G., Irvine R. B., Falk D. E., Kasha K. J. 1997. Regions of the genome effect grain and malt quality in North American two-row barley cross. *Crop Sci.* 37: 544 — 554.
- Surma M., Adamski T., Kaczmarek Z. 1984. The use of doubled haploid lines for estimation of genetic parameters. *Genet. Pol.* 25: 27 — 32.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Nita Z. 1999. Zdolność kombinacyjna rodów i odmian owsa na podstawie oceny kilku cech. Część I. Owies białoziarnisty (*Avena sativa* L. var. *aristata*). *Biul. IHAR* 210: 53 — 59.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Nita Z. 2000. Combining ability of parental forms on the based of some traits of oats the naked grains oat (*Avena sativa* L. var. *nuda*). *Plant Breeding and Seed Science* 44/1: 63 — 72.
- Thomas W. T. B., Powell W., Swantson J. S. 1991. The effects of major genes on quantitative varying characters in barley. The G Pert and dense loci and quality characters. *Heredity* 66: 381 — 389.
- Thomas W. T. B., Powell W., Wangh R., Chalmers K. J., Barne U. M., Jack P., Lea U., Forster B. P., Swantson J. S., Ellis R. P., Hanson P. R., Lauce R. C. M. 1995. Detection of quantitative trait loci for agronomic, yield, grain and disease characters in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor. Appl. Genet.* 91: 1037 — 1047.
- Tinker N. A., Mather D. E., Rossmagel B. G., Kasha K. J., Kleinhofs A., Hayes P. M., Falk D. E., Ferguson T., Slurgar L. P., Legge W. G., Irvine R. B., Choo T. M., Briggs K. G., Ulrich S. E., Franckowiak J., Blake T. K., Graf R. J., Dofing S. M., Saghai Maroof M. A., Sedes G. J., Hoffman D., Dahleen L. S., Kilian A., Chen F., Biyashev R. M., Kudrna D. A., Steffenson B. J. 1996. Region of the genome that affect agronomic performance in two-row barley. *Crop Sci.* 36: 1053 — 1062.
- Węgrzyn S., Grzywa M., Kłodnicka M. 2000. Model nieźrównoważonego układu hierarchicznego w badaniu zdolności kombinacyjnej jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 215: 129 — 139.
- Węgrzyn S., Nalepa S., Pochaba L. 1979. Ogólna i swoista wartość kombinacyjna dla plonu i jego komponentów u pszenicy ozimej. *Hod. Rośl Aklim.* 23: 61 — 72.
- Węgrzyn S., Pochaba L., Cygankiewicz A., Witkowski E. 1993. Zdolność kombinacyjna form rodzicielskich na podstawie oceny kilku cech rodów hodowlanych pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 187: 19 — 28.
- Węgrzyn S., Pochaba L., Choma K. 1996. Zdolność kombinacyjna form rodzicielskich na podstawie oceny kilku cech rodów hodowlanych pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 200: 277 — 287.

MAREK GRZYWA**TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Zastosowanie translokacji do lokalizacji genów krótkoźdźbłowości u mutantu jęczmienia odmiany Delisa. Część I.

Utilization of translocation for localization of short straw genes of barley mutant from Delisa variety. Part I.

Krótkoźdźbłowy mutant odmiany Delisa skrzyżowano z testerami translokowanymi. Mutant zastosowano jako formę mateczną. W pokoleniu F_1 obserwowano częściową sterylność kłosów. W pokoleniu F_2 wykonano pomiary wysokości roślin wszystkich mieszańców. W zależności od stopnia płodności kłosów podzielono rośliny na dwie grupy: częściowo sterylne i płodne. W tym pokoleniu przeprowadzono analizy genetyczne. Intensywność połączenia pomiędzy punktami pęknięcia translokacji i genem lub genami, które warunkują krótkoźdźbłowość obliczono metodą iloczynów Immer'a za pomocą rachunku prawdopodobieństwa.

Słowa kluczowe: geny krótkoźdźbłowości, jęczmień, metoda Immer'a

A short-straw mutant of cultivar Delisa was crossed with translocation tester. In generation F_1 semi sterility was observed. Hybrids of F_2 were multiplied. Statistical analysis in F_2 was carried out. Evaluated plants segregated in two groups: fertile and semisterile. Plants of each group were evaluated biometrically for their height. Only two lines in estimated breeding material were chosen (mutant Delisa $\times$ T₂-7b, mutant Delisa $\times$ T₃-7c). Intensity of linkage between the breaking points of translocation and the gene or genes which conditioning short strawness was calculated by Immer's products method and maximum likelihood.

Key word: barley, genes short stem, Immer's products, translocation

WSTĘP

Translokacje jęczmienia były szeroko wykorzystywane do lokalizacji genów, wyznaczania grup sprzężeniowych i podwajania efektów genów wskaźnikowych. Stosowanie translokacji okazało się efektywniejsze od zastosowania aneuploidów ze względu na jednakową transmisję translokowanych chromosomów przez obydwa rodzaje genów. Przydatność ta wynikała stąd, że mogły być stosowane do krzyżowania zarówno jako formy mateczne lub ojcowskie. Ponadto translokowane linie homozygotyczne cechowały

się wysoką płodnością. Prawidłowa lokalizacja genów tą metodą zależy w dużym stopniu od poprawnego rozdziału homozygot i heterozygot translokowanych na podstawie wizualnej oceny częściowej sterylności.

Właściwa segregacja roślin pod względem badanych cech w grupie roślin płodnych i częściowo sterylnych jest podstawą skutecznej analizy genetycznej. Zasada lokalizacji genów za pomocą testera translokowanego sprowadza się do określenia położenia genów w stosunku do punktu pęknięcia translokacji.

W ten sposób zlokalizowano wiele genów warunkujących różne cechy jęczmienia. Andrews (1954) zlokalizował geny pasiastości liści jęczmienia i odporności na głównię pyłkową. Giese i wsp. (1981) określiła położenie genu odporności na mączniaka. Hagaard i wsp. (1984) zlokalizował geny inhibitory proteazy, natomiast Jenesen (1971) wyznaczył położenie 10 genów warunkujących nekrotyczne plamy na liściach jęczmienia. Za pomocą translokacji zbadano sprzężenia pomiędzy sześcioma zmutowanymi genami (Konishi i in., 1984) oraz sprzężenia pomiędzy genami na siódmym chromosomie odkryte przez Ramage i Sunsen w 1961 roku. Turcotte (1957) zastosował translokacje do lokalizacji niektórych cech kłosa. Badania nad translokacjami w Polsce prowadzili; Ruebenbauer i Nalepa (1972), Grzywa i Nalepa (1975), Ruebenbauer i wsp. (1976), Nalepa i Grzywa (1981). W pracach tych otrzymano rośliny trisomiczne jęczmienia w oparciu o mieszańce uzyskane z linii translokowanych (Ruebenbauer, Nalepa, 1972). W 1976 roku Ruebenbauer i wsp. opracowali metodę wykorzystania linii translokowanych w celu podniesienia wysokiej aktywności β -amylazy do odmiany o wysokiej wartości browarnej, lecz niskiej sile diastycznej słodu, a w 1981 roku Nalepa i Grzywa zlokalizowali gen lub geny na 3 chromosomie w odległości 10,5 i 18,5 jednostek rekombinacyjnych w stosunku do punktu pęknięcia, warunkujące krótkie źdźbło.

W ostatnich latach wprowadzono do badań genetycznych na szeroką skalę molekularne mapowanie roślinnych genomów. Mapy QTL (ilościowe loci cech) były użyte do wyrażenia ekspresji cech agronomicznych (Hayes i in., 1993 a, b; Backes i in., 1995; Tinker i in., 1996; Mather i in., 1997). Uzyskane rezultaty badań QTL w jęczmieniu przedstawili Jenesen (1971), Kjaer i wsp. (1991), Barma i wsp. (1993) oraz Laurie i wsp. (1995). Pomimo ustawicznego rozwoju nowych metod mapowania i określenia dziedziczenia cech roślin, wcześniej stosowane metody są również wartościowym narzędziem pomocnym w hodowli twórczej jęczmienia. Wykorzystując obecnie rozwinięte techniki molekularne należałoby zastosować je do bardziej precyzyjnej analizy sprzężeń.

Celem niniejszej pracy było określenie położenia genów warunkujących krótko-źdźbłowość mutantu jęczmienia odmiany Delisa i wyznaczenie wartości sprzężenia tych genów z punktami pęknięcia translokacji.

MATERIAŁ I METODA

Do badań wykorzystano krótkoźdźbłowego mutantu jęczmienia odmiany Delisa o długości źdźbła = 74 cm oraz 6 translokowanych homozygotycznych linii T_2-7b , T_2-7k , T_2-4n , T_3-7c , T_6-7t , charakteryzujących się dobrą płodnością (sterylnością kłosa do 10%)

i średnią wysokością około 90 cm. Linie homozygotyczne otrzymano z USA z Uniwersytetu Rolniczego w Tuscon w Nebrasce od prof. Ramage.

Analizę genetyczną wykonano wg metody zastosowanej przez Ramage (1961), Ruebenbauera i Nalepę (1972), Ruebenbauera i wsp. (1976) oraz Grzywę i Nalepę (1975). W celu otrzymania pokolenia F_1 przeprowadzono krzyżowanie mutantu Delisa z 6 liniami translokowanymi. W następnym roku ziarniaki wysiano w rozstawie 20 x 5 cm celem samozapylenia pokolenia F_1 . Analizę genetyczną wysokości źdźbła przeprowadzono w pokoleniu F_2 mieszańców. Na podstawie wizualnej oceny płodności kłosa utworzono procentowe klasy od 0 do 100% o przedziale klasowym 5% (Ramage, Suneson, 1961; Grzywa, Nalepa, 1975; Ruebenbauer i in., 1976; Nalepa, Grzywa, 1981). Stwierdzono duży udział procentowy kłosów płodnych w klasie 0–5 i 5–10%. Kierując się tymi wyliczeniami mieszańce pokolenia F_2 rozdzielono na dwie klasy; do 20% płodne, natomiast sterylne do klasy powyżej 20%. W związku z tym rośliny o sterylności kłosa do 20% (płodne) zaliczono do grupy homozygot translokowanych, natomiast o sterylności powyżej 20% (sterylne) do grupy heterozygot translokowanych.

W obydwu grupach roślin wykonano pomiary długości źdźbła. Wyniki pomiarów opracowano statystycznie za pomocą testu χ^2 . Intensywność sprzężenia pomiędzy punktem pęknięcia translokacji a genami krótkoźdźbłowości obliczono metodą iloczynów Immera (Immer, Hendreson, 1943) i formułą maksymalnego prawdopodobieństwa według następujących wzorów:

$$F = \frac{a}{1-x} + \frac{2b}{1+2x} + \frac{c}{x} - \frac{2d}{1-2x} = 0$$

gdzie: a, b, c, d — stanowią obserwowaną częstość fenotypów w F_2 ,
 x — procent rekombinacji $p/1-p$.

Błąd sprzężenia obliczono ze wzorów:

$$SE_p = \frac{1}{I_x(1-4x)}$$

przy czym

$$I_x = \frac{1}{2x(1-x)} + \frac{2}{1-4x^2}$$

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 zamieszczono segregację fenotypów oczekiwanych w pokoleniu F_2 otrzymanym z krzyżowań typu marker x translokacja, dotyczącą płodności kłosa i wysokości roślin. Z rozkładu fenotypów w potomstwie F_2 przedstawionego w tabeli 1, gdzie litera T oznacza translokację, litera W — wysokie źdźbło, litera N — chromosom normalny, a litera w — niskie źdźbło; oczekiwano wystąpienie segregantów w stosunku: 3 płodne wysokie; 3 sterylne wysokie; 1 sterylny niski; 1 płodny niski. Rozkład taki ma

miejsce w populacji mieszańców F_2 uzyskanych z krzyżowania typu marker x translokacja przy swobodnej rekombinacji genów, jeżeli badany gen jest recesywny. Zatem w grupie roślin płodnych fenotypy wysokie i niskie występują w stosunku 3:1. Taki sam stosunek wysokości był obserwowany w grupie roślin częściowo sterylnych, co świadczy o braku sprzężenia, a więc tym samym oznacza, że badany gen nie leży na części chromosomu odpowiadającego translokacji. Jeżeli istniałoby sprzężenie, wówczas wśród częściowo sterylnych i w grupie roślin płodnych należałoby oczekiwać osobników wysokich i niskich w stosunku 1:1. Występowanie innych stosunków rozszczepień, różnych od podanych skrajnych liczb pozwala założyć, że zachodzi sprzężenie pomiędzy badanym genem a punktem pęknięcia translokacji i można je określić.

Poprawne określenie położenia genów w stosunku do punktu pęknięcia translokacji uzależnione jest od prawidłowego rozdziału homozygot i heterozygot translokowanych. Podziału tego można dokonać na podstawie analizy sterility kłosa. Do grupy roślin częściowo sterylnych zgodnie z przyjętym założeniem zaliczono w badanym materiale te rośliny, których sterility kłosa przewyższyła 20%. Przedstawione w tabeli 2 wyniki wskazują, że większość badanych linii mieści się w granicach istotności, z wyjątkiem mieszańców translokowanych linii T_2-5n .

Tabela 1

Segregacja genotypów w drugim pokoleniu heterozygot translokowanych
The segregation of genotypes in second generation of translocated heterozygotes

Gamety Gamets	TW	Tw	NW	Nw
TW	TTWW	TTWw	TNWW	TNWw
Tw	TTWw	TTww	TNWw	TNww
NW	TNWW	TNWw	NNWW	NNWw
Nw	TNWw	TNww	NNWw	NNww

Tabela 2

Segregacja roślin na fenotypy płodne i częściowo sterylne w pokoleniu F_2 mieszańców testera translokowanego z mutantem odmiany Delisa
Segregation of plants on fertile and partly sterile phenotypes in F_2 generations of hybrids of translocation testers with mutant of variety Delisa

Linia Lines			Liczba roślin badanych No. of investigated plants	Fenotypy Phenotypes		χ^2 1:1	P
				sterylne sterile	częściowo sterylne part sterile		
Delisa	×	T ₂ -7b	187	90	97	0,26	0,70 — 0,50
	×	T ₂ -7k	197	85	112	3,70	0,10 — 0,05
	×	T ₂ -4n	174	82	92	0,56	0,50 — 0,30
	×	T ₂ -5n	197	123	74	12,18	0,001
	×	T ₃ -7c	186	85	101	1,36	0,30 — 0,20
	×	T ₂ -7i	155	67	88	2,84	0,10 — 0,05

Tabela 3

Segregacja roślin pod względem wysokości źdźbła w pokoleniu F₂ płodnych i sterylnych mieszańców testera translokowanego z krótko źdźbłowym mutantem odmiany Delisa
The segregation for height among fertile and sterile plant of hybrids of translocation testers with short-stem mutant of Delisa cultivar in F₂ generation

Linia Lines	Liczba roślin płodnych No. fertile of plant	Fenotypy Phenotypes		Procent roślin niskich Percentage of short plant	χ^2 13:3	P	Liczba roślin sterylnych No. of plant sterile	Fenotypy Phenotypes		Procent roślin niskich Percentage of short plant	χ^2 13:3	P	
		wysokie tall	niskie short					wysokie tall	niskie short				
Delisa	× T ₂ -7b	90	61	29	32,2	10,8	0,01 — 0,001	97	55	42	43,3	38,4	0,001
	× T ₂ -7k	85	75	10	11,8	2,7	0,20 — 0,10	112	90	22	19,6	0,06	0,90 — 0,80
	× T ₂ -4n	82	65	17	20,7	3,9	0,05 — 0,02	92	61	31	33,7	3,11	0,10 — 0,05
	× T ₂ -5n	123	107	16	13,0	14,4	0,001	74	58	16	21,6	0,36	0,70 — 0,50
	× T ₃ -7c	85	33	52	61,2	100,5	0,001	101	36	65	64,4	58,5	0,001
	× T ₆ -7i	67	59	8	11,9	2,01	0,20 — 0,10	88	78	10	11,4	4,96	0,05 — 0,025
	× T ₆ -7t	56	54	2	3,6	6,14	0,02 — 0,01	51	46	5	9,8	2,61	0,20 — 0,10

Tabela 4

Porównanie fenotypów segregujących na wysokie i niskie rośliny w grupie płodnych i sterylnych linii translokowanych z mutantem Delisy charakteryzujących się najwyższym procentem roślin krótkoźdźbłowym
Comparison of phenotypes segregating on tall and short plants in group of fertile and sterile translocation lines with Delisa mutant characterized with the highest percentage of short stem plants

Linia Lines			Rośliny płodne Plants of fertile					Rośliny sterylne Plants of sterile				
			Liczba badanych roślin Number investigated plant	wysokie tall	niskie short stem	χ^2 3:3	P	Liczba badanych roślin Number investigated plant	wysokie tall	niskie short stem	χ^2 9:7	P
Delisa	×	T ₂ -7b	90	61	29	2,503	0,30 — 0,10	97	55	42	0,008	1,0 — 0,99
	×	T ₃ -7c	85	33	52	0,394	0,95 — 0,80	101	36	65	1,830	0,30 — 0,10

Odchylenie w rozkładzie fenotypów płodnych i sterylnych tej linii może być dla niej charakterystyczne, bowiem częściowa sterylność zależy często od pochodzenia translokacji, bądź też może być powodem modyfikującym wpływem środowiska (Hanson, Kramer, 1950; Burnham, i in., 1954; Chang-Sheng Shin, Shebeski, 1960; Ruebenbauer, Nalepa, 1972; Grzywa, Nalepa, 1975).

W populacjach mieszańcowych roślin płodnych i częściowo sterylnych dokonano rozdzielenia na wysokie i niskie. Do grupy wysokich zaliczono segreganty o długości źdźbła zbliżonej do markera translokowanego, zaś do niskich zbliżone do formy matecznej.

W badanym materiale, zarówno w grupie roślin płodnych jak i częściowo sterylnych potraktowano jako całość. Rozkład fenotypów wysokich i niskich odbiega od mendelowskiego stosunku 3:1 i jest zbliżony do stosunku 13:3 (tab. 2). Pozwala to przypuszczać, że krótkoźdźbłość mutantu Delisy jest uwarunkowana współdziałaniem więcej niż jedną parą genów. Spośród badanych populacji wysokim procentem roślin niskich, tak w grupie płodnych, jak i sterylnych wyróżniają się linie: Delisa $\times$ T₂-7b i Delisa $\times$ T₃-7c. Linie te charakteryzują się też wysokim odchyleniem wartości χ^2 obliczonego dla teoretycznego rozkładu 13:3. Na tej podstawie linie te wydzielono i analizowano oddzielnie (tab. 3). Przedstawione w tabeli 4 stosunki rozszczepień mieszańców Delisy z testerem translokowanym T₂-7b wskazują, że rozszczepienia na wysokie i niskie fenotypy w grupie roślin płodnych mieszczą się w granicach istotności dla stosunku 3:1 z prawdopodobieństwem $P = 0,30-0,10$, zaś w grupie roślin częściowo sterylnych stosują się do rozkładu 9:7 z prawdopodobieństwem $P = 0,99$. Dla mieszańców Delisy z testerem translokowanym T₃-7c rozszczepienie na fenotypy wysokie i niskie jest zgodne z rozkładem 27:37 zarówno w grupie płodnych i sterylnych. W obrębie rekombinantów płodnych prawdopodobieństwo zgodności rozkładu jest wyższe od stwierdzonego dla grupy sterylnych i wynosi $P = 0,95-0,80$. Wśród roślin częściowo sterylnych przyjmuje wartości $P = 0,30-0,10$. Wyniki te wydają się wskazywać, że krótkie źdźbło jęczmienia mutantu Delisy uwarunkowane jest współdziałaniem kilku genów recesywnych, które znajdują się prawdopodobnie na drugim i trzecim chromosomie. Jak wiadomo wysokość źdźbła roślin zbożowych jest cechą złożoną. Badania Kumpa (1947) nad długością źdźbła jęczmienia wykazały, że cecha ta zależy od obecności co najmniej jednego genu dominującego. Zlokalizowane geny krótkoźdźbłości u niektórych odmian jęczmienia wskazuje na ich częstą obecność w drugim i trzecim chromosomie. Karłowatość typu *brachitic* lub *semibrachitic* niektórych form jęczmienia spowodowana jest obecnością odpowiednich genów w drugim chromosomie (Kasha 1958; Kasha, Walker, 1960). Znana jest lokalizacja genu karłowatości *uzu*, warunkującego krótkie źdźbło wielu japońskich odmian jęczmienia. Gen ten znajduje się na krótkim ramieniu chromosomu trzeciego i często jest używany jako marker (Takahashi i Hayashi, 1959; Mann, 1953; Leonard i in., 1957; Ramage, Suneson, 1961). Oprócz genu *uzu* w trzecim chromosomie jęczmienia występuje często gen *dwarf 1* (Eslick, Hockett, 1976). Geny krótkoźdźbłości jęczmienia Golden Promise i Spring barley także znajdują się na trzecim chromosomie (Nalepa, Grzywa, 1981). Zatem zlokalizowanie genów krótkiego źdźbła na chromosomie drugim i trzecim mutantu Delisy znajduje potwierdzenie w wynikach wcześniejszych prac.

W naszych badaniach, stosując konwencjonalną analizę genetyczną wyodrębniono dwie linie spośród badanych mieszańców, odróżniające się od pozostałych stosunkiem rozszczepień na niskie i wysokie fenotypy. Linie te przeanalizowano stosując formułę maksymalnego prawdopodobieństwa i metodę iloczynów Immer'a celem potwierdzenia lub wykluczenia sprzężenia pomiędzy genami krótkoźdźbłowości z punktem pęknięcia translokacji. Uzyskane wyniki sugerują, że sprzężenia pomiędzy genami krótkoźdźbłowości mutantu Delisy i punktem pęknięcia translokacji obu testerów istnieje, a uzyskane wartości sprzężeń dla obu metod są zbliżone (tab. 5).

Tabela 5

Porównanie wartości rekombinacji obliczonych w procentach metodą iloczynów Immer'a, rachunku prawdopodobieństwa występujących pomiędzy genami krótkiego źdźbła mutantu Delisy i punktem pęknięcia translokacji T₂-7b oraz T₃-7c

Comparison of recombination values calculated in percentage with the Immer's products method, probability estimation, present between short stem genes of Delisa mutant and break point of the T₂-7b and T₃-7c translocation

Linia Lines		χ^2	Procent rekombinacji wg Immer'a Percentage of recombination by Immer's method	Błąd standartowy Standard error by Immer's method	Procent rekombinacji Percentage of recombination	Błąd standartowy Standard error of likelihood method
Delisa	× T ₂ -7b	1,914	43,01	±1,2371	42,5	±1,3087
	× T ₃ -7c	3,161	38,49	±1,3572	54,2	±2,2729

W przypadku mieszańca Delisa z linią T₂-7b procent rekombinacji obliczony metodą iloczynów Immer'a wynosił 43%, natomiast dla formuły maksymalnego prawdopodobieństwa — 42%, przy średnim błędzie standardowym ±1,24 do ±1,31. Procent rekombinacji ustalony za pomocą obu metod dla mieszańca Delisy z linią T₃-7c wskazuje mniejszą zgodność. Wartości te wynoszą odpowiednio dla metody Immer'a 38% zaś dla rachunku prawdopodobieństwa 54%. Wyniki te obciążone są błędem standardowym, które w metodzie Immer'a wynosi ±1,36, natomiast dla rachunku prawdopodobieństwa ±2,27. Wysokie wartości procentów rekombinacji sugerują, że geny krótkoźdźbłowości Delisy są słabo sprzężone z punktem pęknięcia translokacji i wydaje się prawdopodobnym, że na zwiększenie liczby roślin niskich w populacjach obu mieszańców mają wpływ geny typu *brachitic* na chromosomie drugim oraz gen *uz* i *dwarf* na chromosomie trzecim pochodzące z linii translokowanych T₂-7b, T₃-7c, których użyto jako testera w krzyżowaniach. Przyjęcie tego założenia byłoby pomocne do wyjaśnienia mendlowskich stosunków rozszczepień, wskazujących na obecność więcej niż jednego genu krótkiego źdźbła w chromosomach badanych mieszańców.

WNIOSKI

1. Krótkoźdźbłowość mutacyjnej linii jęczmienia odmiany Delisa jest uwarunkowana obecnością genów recesywnych.
2. Geny krótkoźdźbłowości zlokalizowane są na drugim i trzecim chromosomie, charakteryzują się słabym sprzężeniem z punktem pęknięcia translokacji T₂–7b, T₃–7c.

LITERATURA

- Andrews J. E. 1954. Inheritance of reaction to loose smut and stem rust in barley. Diss. Abstr. 14: 899.
- Burnham C. R. F., White F. H., Livers R. 1954. Chromosomal interchanges in barley. Cytologia 19: 191 — 202.
- Barma U. M., Chalmers K. J., Thomas W. T. B., Hackett C. A., Lea V., Jack P., Forster B. P., Vangh R., Powell W. 1993. Molecular mapping of genes determine height, time to heading and growth habit in barley (*Hordeum vulgare*). Genome 36: 1080 — 1087.
- Backes G., Grauer A., Foroughi-Wehr B., Fischbeck G., Wenzel G., Jahoor A. 1995. Localization of quantitative trait loci (QTL) for agronomic important characters by use of RFLP map in barley (*Hordeum vulgare*). Theor. Appl. Genet. 90: 294 — 302.
- Chang-Sheng Shin, Shebeski L. B. 1960. Sterility in interchange heterozygous of barley. Can. J. Genet. Cytol. 2: 429 — 434.
- Eslick R. R., Hockett E. A. 1976. A second locus for high lysine barley In: Barley Genetics III. Proc. Third Intl. Barley Genet. Symp. H. Gaul (ed.). Verlag Karl Thiemeig, Munchen: 634.
- Giese H., Jorgensen J. H., Jensen J. 1981. Linkage relationships of ten powdery mildew resistance genes of barley chromosome 5. Hereditas 95: 43 — 50.
- Grzywa M., Nalepa S. 1975. Badania nad możliwością użycia translokowanych heterozygot w pokoleniu F₂ dla lokalizacji genów powodujących krótkoźdźbłowość jęczmienia. Biul. IHAR 124/125: 33 — 36.
- Hagaard J., Bjorn SE., Nielsen G. 1984. Localization of linkage to chromosomes of structural genes for the major protease inhibitors of barley grains. Theor. Appl. Genet. 68: 127 — 130.
- Hanson W. D., Kramer H. G. 1950. The determination of linkage intensities from F₂ and F₃ genetic data involving chromosomal interchanges in barley. Genetics 35: 556 — 569.
- Hayes P. M., Blake T., Chen T. H. H., Tragoonzung S., Chen F., Pan A., Lin B. 1993 a. Quantitative trait loci on barley (*Hordeum vulgare* L.) chromosome 7 associated with components of winter-hardiness. Genome 36: 66 — 71.
- Hayes P. M., Lin B. H., Knapp S. J., Chen F., Jones B., Blake T., Franckowiak J., Rasmusson D., Somells M., Ulrich S. E., Wesenberg D., Kleinhofs A. 1993 b. Quantitative trait locus effects and environmental interaction in a sample of North American barley germplasm. Theor. Appl. Genet. 87: 392 — 401.
- Immer F. R., Henderson M. T. 1943. Linkage studies in barley. Genetics 28: 419 — 440.
- Jenesen J. 1971. Mapping of 10 mutant genes for necrotic spotting in barley by means of translocations. In: Barley Genetics II. Proc. Second Intl. Barley. Symp. R. A. Nilan (ed.). Washington State Univ. Press, Pullman: 213 — 219.
- Kjaer B., Haar V., Jensen J. 1991. Associations between 23 quantitative traits and 10 genetic markers in a barley cross. Plant Breed. 106: 261 — 274.
- Konishi T., Hayashi T., Moriya T., Takahashi R. 1984. Inheritance and linkage studies in barley VII location of six new mutant genes on chromosome 3. Bev. Ohara Inst. Landw. Biol., Okayama Univ. 18: 251 — 64.
- Kump M. 1947. The inheritance of stalk length in barley (*Hordeum sativum* Jess). Poljoprivredna Znanstvena Smotra, Zagreb. 10–11: 36 — 48.
- Laurie D. A., Pratchett N., Bezaut J. H., Snape J. W. 1995. RFLP mapping of five major genes and eight quantitative trait loci controlling flower time in winter × spring barley (*Hordeum vulgare* L.) cross. Genome 38: 575 — 585.
- Leonard W. W. H. Mann H. O., Powers L. 1957. Partitioning method of genetics analysis applied to plant height inheritance in barley. Colorado Agric. St. Tech. Bull. Co. 24.

- Mann H. O. 1953. Height inheritance in barley. M. Sc. Thesis. Colorado State Univ.: 1—103.
- Mather D. E., Tinker N. A., Laberge D. E., Edney M., Jones B. L., Rossnagel B. G., Legge W. G., Briggs K. G., Irvine R. B., Falk D. E., Kasha K. J. 1997. Regions of the genome effect grain and malt quality in North American two-row barley cross. *Crop Sci.* 37: 544 — 554.
- Nalepa S., Grzywa M. 1981. Localization of genes for short-straw characters in two varieties of spring barley by using a translocation tester. *Genet. Pol.* 22, 1: 37 — 43.
- Persson G. 1969. An attempt to find suitable genetic markers for dense ear loci in barley II. *Hereditas* 63: 1 — 28.
- Ramage R. T., Suneson C. A. 1961. Translocation gene linkages on barley chromosome 7. *Crop Sci.* 319 — 320.
- Ruebenbauer T., Nalepa S. 1972. Badania nad mieszańcami uzyskanymi z translokowanymi liniami jęczmienia z odmianą Antalek. *Biul. IHAR* 108/109: 3 — 5.
- Ruebenbauer T., Nalepa S., Kowalska M., Ruśniak L. 1976. Określenie położenia genu *Dip* przy pomocy form translokowanych jako podstawa do wyboru roślin jęczmienia o dużej sile diastatycznej. *Hod. Rośl. Aklim.* 20/3: 283 — 291.
- Takahashi R., Hayashi J. 1959. Linkage study of albini lemma character in barley. *Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. Okayama Univ.* 11: 132 — 140.
- Tinker N. A., Mather D. E., Rossnagel B. G., Kasha K. J., Kleinhofs A., Hayes P. M., Falk D. E., Ferguson T., Slurgar L. P., Legge W. G., Irvine R. B., Choo T. M., Briggs K. G., Ulrich S. E., Franckowiak J., Blake T. K., Graf R. J., Dofing S. M., Saghai Maroof M. A., Sedes G. J., Hoffman D., Dahleen L. S., Kilian A., Chen F., Biyashev R. M., Kudrna D. A., Steffenson B. J. 1996. Region of the genome that affect agronomic performance in two-row barley. *Crop Sci.* 36: 1053 — 1062.
- Turcotte E. L. 1957. The use of translocations in analyzing the inheritance of brittle rachis and dehiscent awns in barley. M. Sc. Thesis, Univ. Minnesota: 50.

KAZIMIERZ NOWOROLNIK**DANUTA LESZCZYŃSKA**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem

Comparison of response of spring barley cultivars to nitrogen fertilization

W latach 1997–1999 przeprowadzono 2 serie doświadczeń wazonowych z 12 odmianami jęczmienia jarego (po 6 odmian w każdej serii) stosując pod nie 3 dawki azotu: 1, 2 i 3 g N/wazon. Wśród tych odmian tylko Madonna, Poldek, NS 891132 i RAH 2095 wykazały istotny wzrost plonu ziarna pod wpływem 2 i 3 g N w stosunku do dawki najniższej (1 g N), a pozostałe tylko przy dawce 2 g N, zaś odmiana Scarlett reagowała spadkiem plonu ziarna przy dawce najwyższej (3 g N). Dodatni wpływ azotu na plon jęczmienia był związany ze wzrostem rozkrzewienia się roślin.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, nawożenie azotem, odmiany, plon ziarna

Two series of pot experiment were carried out in the period of 1997–1999 to determine the response of 12 spring barley cultivars to three nitrogen fertilization rates: 1, 2 and 3 g N/pot. Madonna, Poldek, NS 891132 and RAH 2095 cultivars showed significant increase of yield for each N rate. For the remaining cultivars, significant differences of yield increase were observed between dose 1 g N/pot and 2 g N/pot. Scarlett cultivar characterized by the weakest response to increasing nitrogen rate and at the highest dose of N fertilization yield reduction was noticed. The grain yield increment was due to increase of tillering rate.

Key words: cultivars, grain yield, nitrogen fertilization, spring barley

WSTĘP

W wielu dotychczas przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono korzystne współdziałanie między odmianami jęczmienia a poziomem nawożenia mineralnego (Kulik, 1981; Noworolnik, 1990, 1996; Prugar, Strnad, 1981). Azot dodatnio wpływał na rozkrzewienie produkcyjne roślin, a często także na liczbę ziaren w kłosie i był ważnym czynnikiem plonotwórczym (Noworolnik, 1990, 1996; Leszczyńska, Noworolnik, 1998). Znaczny postęp w hodowli zbóż uzasadnia celowość systematycznego badania wymagań nawozowych nowych odmian w stosunku do zróżnicowanych dawek azotu. Do tego szczególnie przydatne są doświadczenia wazonowe (Ruszkowski, 1984). Umożliwiają one równoczesne przebadanie znacznej liczby odmian lub rodów (słabo jeszcze

rozmnożonych), przy niewielkim zapotrzebowaniu na nasiona i eliminacji zmienności glebowej.

Celem przeprowadzonych doświadczeń było badanie reakcji nowych odmian jęczmienia jarego w zakresie wielkości i struktury plonu ziarna na wzrastający poziom nawożenia azotem.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia przeprowadzono w hali wegetacyjnej IUNG w Puławach posługując się wazonami Mitscherlicha (o poj. 7 kg gleby). W każdej serii doświadczeń użyto glebę o składzie mechanicznym piasku gliniastego mocnego, która charakteryzowała się pH w KCl — 6,3 oraz zawartością przyswajalnego fosforu — 14 mg P_2O_5 , potasu 18 mg K_2O oraz magnezu — 6 mg Mg/100 g gleby. W poszczególnych seriach doświadczeń badano reakcje różnych odmian (w I serii 1997–1998: Bryl, Poldek, Rastik, POB 2495, RAH 2095 i mieszaniny JP-6 oraz w II serii 1998–1999: Gwarek, Madonna, Scarlett, Stratus, NS 891132 i STH 2697) na 3 poziomy nawożenia azotem: 1, 2 i 3 g N/wazon. Przewidziane w schemacie dawki azotu dzielono na dwie części — 60% przed siewem i 40% na początku strzelania w źdźbło jęczmienia, zaś nawożenie podstawowe innymi składnikami stosowano przed siewem jęczmienia w dawce: 0,7 g P, 1,7 g K, 0,4 g Mg, 50 mg Fe, 5 mg B i 3 mg Cu/wazon. Siewu dokonano w końcu marca. W fazie 2 liści pozostawiono w wazonie po 12 roślin. Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% połowej pojemności wodnej. Doświadczenie założono w 4 powtórzeniach.

Po zbiorze doświadczenia określono plon ziarna, jego strukturę oraz zawartość białka ogólnego w ziarnie (metodą Kjeldahla). Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, obliczając zmienność odmian, dawek N i współdziałanie odmian z dawkami azotu. Istotność różnic oceniano za pomocą półprzedziałów ufności Tukeya.

WYNIKI

Stwierdzono istotność zróżnicowania plonu ziarna jęczmienia pod wpływem dawek azotu, pomiędzy odmianami (niezależnie od nawożenia N), a także współdziałanie odmian z nawożeniem azotem w drugim cyklu badawczym.

Badane odmiany wykazały różną reakcję na wzrastające dawki azotu. W pierwszej serii doświadczeń uprawiane odmiany Poldek i RAH 2095 silniej reagowały na wzrastające dawki azotu niż pozostałe odmiany. Wyraźną tendencję do wyższego plonowania przy dawce 3 g N w porównaniu do 2 g N/wazon obserwowano u odmiany POB 2495. Pozostałe odmiany przy dawkach 2 i 3 g N/wazon plonowały podobnie i tylko istotnie wyżej w stosunku do dawki 1 g N/wazon (tab. 1).

W drugiej serii badań najsilniej reagowały na dawki azotu odmiany Madonna i NS 891132, zwłaszcza przy poziomie 2 i 3 g N/wazon. Plon ziarna odmian Gwarek, Stratus i STH 2697 był istotnie wyższy w stosunku do obiektu z dawką 1 g N, ale stosunkowo mało zróżnicowanego na dawkach 2 i 3 g N/wazon. Odmiana Scarlett zareagowała tylko istotną

zwyżką plonu ziarna przy dawce 2 g N/wazon w stosunku do pozostałych obiektów (tab. 2).

Tabela 1

Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i elementy struktury plonu (1997–1998)
Effect of nitrogen fertilization on grain yield and yield components of spring barley cultivars (1997–1998)

Odmiana Cultivar	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Plon ziarna g/wazon Grain yield g/pot	Liczba kłosów w wazonie Ear number per pot	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight g	Zawartość białka w ziarnie (% s.m.) Protein content in grain (% d.m.)
Bryl (past)	1	48,1	51,4	18,8	50,2	10,6
	2	64,0	63,1	19,0	52,5	14,0
	3	64,5	62,5	19,9	51,6	15,9
	x	58,9	59,0	19,2	51,4	13,5
JP-6* (past)	1	51,2	50,3	20,4	50,3	10,0
	2	69,0	68,2	19,3	52,4	13,4
	3	72,3	74,5	19,5	49,8	14,9
	x	64,2	64,3	19,7	50,8	12,8
Poldek (brow)	1	52,6	48,6	22,1	49,0	9,7
	2	65,5	62,3	21,8	48,2	12,7
	3	70,6	64,8	20,9	50,1	14,0
	x	62,9	58,6	21,6	49,7	12,1
Rastik** (past)	1	45,5	42,7	22,8	47,0	11,9
	2	57,0	57,9	20,0	49,1	15,2
	3	58,9	62,5	21,1	44,5	16,8
	x	53,8	54,4	21,3	46,9	14,6
POB 2495 (past)	1	46,3	53,0	19,2	45,6	9,8
	2	63,8	73,8	18,5	46,8	13,1
	3	68,2	84,1	17,9	45,4	14,2
	x	59,4	70,3	18,5	45,9	12,4
RAH 2095 (past)	1	53,6	52,6	21,5	47,8	10,1
	2	66,2	63,1	20,2	52,0	13,4
	3	71,5	65,5	20,9	52,1	14,7
	x	63,8	60,4	20,9	50,6	12,7
Średnio Mean	1	49,5	49,8	20,8	48,3	10,3
	2	64,2	64,7	19,8	50,2	13,6
	3	67,7	69,0	20,0	48,9	15,1
NIR _(0,05) dla odmian LSD _(0,05) for cultivars		4,2	5,0	1,6	2,1	1,1
NIR _(0,05) dla dawek N LSD _(0,05) for N rate		3,9	4,5	r.n	1,8	1,2
NIR _(0,05) dla interakcji odmiany x dawki N LSD _(0,05) for interaction cultivars x N rate		r.n	6,3	2,0	2,4	r.n

*) mieszanina odmian: Boss + Rabel + Ekol

*) cultivar mixture: Boss + Rabel + Ekol

**) jęczmień nagi

**) hulless barley

past — odmiana pastewna

past — fodder cultivar

brow — odmiana browarna

brow — brewing cultivar

Tabela 2

**Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna odmian jęczmienia jarego i elementy struktury plonu
(1998–1999)**

**Effect of nitrogen fertilization on grain yield and yield components of spring barley cultivars
(1998–1999)**

Odmiana Cultivar	Dawka N g/wazon N rate g/pot	Plon ziarna g/wazon Grain yield g/pot	Liczba kłosów w wazonie Ear number per pot	Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight g	Zawartość białka w ziarnie: % s.m. Protein content in grain: % d.m.
Gwarek (brow)	1	44,5	46,4	20,4	47,0	11,5
	2	51,0	54,7	20,2	46,2	15,3
	3	55,6	59,3	20,1	46,8	15,6
	x	50,4	53,5	20,2	46,7	14,1
Madonna (brow)	1	42,7	50,6	20,2	42,0	12,8
	2	57,1	56,8	20,3	49,7	13,5
	3	66,7	65,5	20,7	49,6	14,4
	x	55,5	57,6	20,4	47,1	13,6
Scarlett (brow)	1	43,6	46,2	22,0	43,5	11,4
	2	52,5	53,8	21,9	44,6	14,8
	3	45,6	57,2	19,4	41,1	15,9
	x	47,2	52,4	21,1	43,1	14,0
Stratus (brow)	1	50,3	45,1	22,4	49,9	9,5
	2	64,7	64,2	20,8	48,6	12,3
	3	60,4	66,7	20,5	44,2	15,7
	x	58,5	58,7	21,2	47,6	12,5
NS 891132 (past)	1	45,6	53,8	17,6	46,6	11,9
	2	66,0	74,3	17,2	51,5	12,9
	3	72,7	75,2	17,9	54,0	13,2
	x	61,4	67,8	17,6	50,7	12,7
STH 2697* (past)	1	51,3	34,0	35,4	43,8	9,8
	2	62,6	43,2	31,3	46,2	12,5
	3	60,0	44,8	30,9	43,7	14,8
	x	58,0	40,7	32,5	44,6	12,4
Średnio Mean	1	46,3	46,0	23,0	45,5	11,1
	2	59,0	57,8	22,0	47,8	13,6
	3	60,2	61,4	21,6	46,6	14,9
NIR _(0,05) dla odmian LSD _(0,05) for cultivars		4,1	4,7	1,5	1,7	1,2
NIR _(0,05) dla dawek N LSD _(0,05) for N rate		4,0	4,5	1,3	1,6	1,3
NIR _(0,05) dla interakcji odmiany x dawki N LSD _(0,05) for interaction cultivars x N rate		5,3	5,8	1,8	2,1	r.n

*) jęczmień wielorzędowy

past — odmiana pastewna

past — fodder cultivar

brow — odmiana browarna

brow — brewing cultivar

Większość uprawianych odmian reagowała dużą zwiększą liczby kłosów przy średniej (2 g N) i dużej (3 g N) dawce w porównaniu z małą dawką (1 g N/wazon, tab. 1 i 2). Istotne

zwiększenie liczby kłosów przy dużej dawce azotu w stosunku do średniej i małej stwierdzono tylko u odmian: POB 2495 i Madonna oraz w przypadku mieszaniny odmian JP-6.

Zróznicowanie cech produkcyjności kłosa jęczmienia pod wpływem nawożenia azotem było mniejsze niż w przypadku liczby kłosów. Istotne zmiany liczby ziaren w kłosie pod wpływem badanego czynnika wykazały tylko odmiany: Rastik, Stratus i STH 2697 (tab. 1, 2). Wyższe wartości tej cechy stwierdzono u odmiany STH 2697 przy małej dawce azotu (1 g N), a największy jej spadek przy dawce 3 g N/wazon. Większość odmian reagowała zmianami masy 1000 ziaren, które układały się różnie u poszczególnych odmian. Największy dodatni wpływ wyższego poziomu nawożenia azotem na dorodność ziarna stwierdzono u odmian Madonna i NS 891132. Ujemny wpływ dużej dawki azotu na MTZ wystąpił u odmian Stratus i Scarlett. Większe wartości tej cechy przy średniej dawce N uzyskano u odmian Rastik, RAH 2095, STH 2697 i mieszaniny JP-6. Pozostałe odmiany nie reagowały istotnie na poziom nawożenia azotem pod względem dorodności ziarna.

Nowe formy jęczmienia: nagoziarnista (Rastik), wielorzędowa (STH 269) i mieszanina odmian (JP-6) nie odróżniały się wyraźnie reakcją na nawożenie azotowe od odmian należących do formy typowej (oplewionej i dwurzędowej). Dzieląc badane odmiany na słabiej i silniej reagujące na azot, Rastik i STH 2697 można zaliczyć do tej pierwszej grupy.

Pod wpływem wzrastających dawek azotu zwiększała się u wszystkich odmian zawartość białka ogólnego w ziarnie na średniej dawce azotu. Niektóre z nich (Bryl, Rastik, Stratus, STH 2697 i mieszanina JP-6) reagowały wzrostem zawartości białka ogólnego przy dawce najwyższej.

We wcześniejszych doświadczeniach wazonowych (Leszczyńska, Noworolnik 1998; Noworolnik 1990, 1996; Noworolnik, Leszczyńska, 2000) większość badanych odmian plonowała podobnie przy dawkach 2 i 3 g N/wazon, a niektóre: Brenda, Start, Rodion, Ramon i Grosso reagowały dodatnio na dawkę 3 g N/wazon. Wszystkie odmiany także zwiększały znacznie liczbę kłosów/wazon pod wpływem podwyższania poziomu nawożenia azotem. Największe zwiększenie rozkrzewienia produkcyjnego roślin obserwowano u odmian: Start, Boss, Bies, Rodion, Brenda, Refren. Najsłabszą reakcją pod tym względem charakteryzowały się odmiany Klimek i Rambo. Większość odmian nie reagowała istotnie zmianami liczby ziaren w kłosie pod wpływem nawożenia N, ale część z nich — Rabel, Rodion, Boss, Krona, Orthega i Refren wykazała zmniejszenie wartości tej cechy przy dużej dawce azotu.

Podobnie jak w niniejszych badaniach stwierdzono różną reakcję wcześniej badanych odmian jęczmienia na nawożenie N pod względem masy 1000 ziaren. Tylko dwie: Start i Ramon zwiększały dorodność ziarna przy dużej dawce N, zaś Boss, Rambo, Atol, Bies, Brenda i Orthega zachowywały się odwrotnie. Większa grupa odmian wykazała podobną masę 1000 ziaren przy różnych dawkach azotu. Wszystkie poprzednio badane odmiany zwiększały zawartość białka w ziarnie w miarę wzrostu dawki azotu, a największe zwwyżki dotyczyły odmian: Rodion, Boss i Orthega.

W literaturze naukowej brakuje doniesień na temat reakcji najnowszych odmian jęczmienia (badanych w niniejszej pracy) na nawożenie azotem. Wyższym plonem ziarna

wyróżniały się odmiany: Poldek, RAH 2095 i mieszanina JP-6 (1997–1998) oraz NS 891132, Stratus i STH 2697 (1998–1999).

WNIOSKI

1. Największymi wymaganiami w stosunku do azotu charakteryzowały się odmiany: NS 891132, Madonna, Poldek i RAH 2095, u których podwyższenie dawki azotu z 2 do 3 g dawało istotny wzrost plonu. Najmniejszymi wymaganiami w stosunku do tego składnika charakteryzowała się odmiana Scarlett, u której największa dawka azotu powodowała spadek plonu. Podobna tendencja wystąpiła u odmian Stratus i STH 2697. U pozostałych odmian podwyższenie dawki azotu z 2 do 3 g nie powodowało istotnego wzrostu plonu ziarna.
2. Dodatni wpływ nawożenia azotem na plon jęczmienia był efektem zwiększania się liczby kłosów w wazonie wskutek lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin.
3. Wraz ze wzrostem dawki azotu zwiększała się zawartość białka w ziarnie jęczmienia, w większym stopniu u odmian: Bryl, Rastik, Stratus i STH 2697.

LITERATURA

- Kulik D. 1981. Ertragsstruktur bei Sommergerste unter dem Einfluss unterschiedlicher Düngungsintensität. Braugerstetagung, Halle: 219 — 234.
- Leszczyńska D., Noworolnik K. 1998. Reakcja odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w warunkach kontrolowanych. Pam. Puł. 112: 145 — 149.
- Noworolnik K. 1990. Plonowanie odmian jęczmienia jarego na różnych dawkach azotu. Biul. IHAR 176: 37 — 41.
- Noworolnik K. 1996. Reakcja odmian i rodów jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. Biul. IHAR 197: 121 — 125.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. Biul. IHAR 214: 163 — 166.
- Prugar J., Strnad P. 1981. Einfluss der N-Düngung auf Ertrag und Qualität der Sommergerste. Braugerstetagung, Halle: 211 — 218.
- Ruszkowski M. 1984. Możliwość oceny reakcji odmian jęczmienia jarego na nawożenie azotem w doświadczeniach wazonowych. Biul. IHAR 154: 15 — 18.

DANUTA MACKIEWICZ-KAROLCZAK**ZBIGNIEW BRODA**

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

Akademia Rolnicza w Poznaniu

Ocena efektywności krzyżowań międzygatunkowych w rodzaju *Secale*

Estimation of the efficiency of interspecific crosses in genus *Secale*

Przeprowadzono krzyżowania wzajemno-przemienne pomiędzy odmianami uprawnymi żyta, *Secale cereale* L. ssp. *cereale* oraz gatunkami dzikimi żyta: *S. cereale* ssp. *afghanicum*, *S. cereale* ssp. *ancestrale*, *S. cereale* ssp. *segetale*, *Secale africanum*, *Secale sylvestre* i *Secale vavilovii*. Generalnie efektywność krzyżowania była niska, lecz w przypadku, gdy żyto uprawne było formą mateczną nieco wyższa. Najlepsze rezultaty otrzymano z kombinacji krzyżówkowych z *S. africanum*, gdy występowało ono jako forma ojcowska. Stwierdzono zmienność w odniesieniu do efektywności krzyżowania różnych odmian uprawnych żyta z gatunkami dzikimi. Najbardziej przydatną do krzyżowań międzygatunkowych żyta okazała się odmiana Dańkowskie Złote.

Słowa kluczowe: efektywność krzyżowania, krzyżowania międzygatunkowe, *Secale*, żyto

The reciprocal crosses have been made between several polish cultivars of rye, *Secale cereale* ssp. *cereale* and wild rye species: *S. cereale* ssp. *afghanicum*, *S. cereale* ssp. *ancestrale*, *S. cereale* ssp. *segetale*, *Secale africanum*, *Secale sylvestre* and *Secale vavilovii*. Generally, the crossing efficiency was low, but when cultivated rye was used as female parent, it was a little higher. The best results were obtained from crosses with *S. africanum* as a male parent. The variation of efficiency of crosses between different rye cultivars and wild species was observed. The Dańkowskie Złote proved to be the most useful cultivar for interspecific crosses.

Key words: efficiency of crosses, interspecific crosses, *Secale*, rye

WSTĘP

Żyto uprawne *Secale cereale* L. ssp. *cereale* od wieków utrzymuje ważną pozycję w ogólnej europejskiej produkcji zbóż. Ze względu na jego niskie wymagania klimatyczne i glebowe jest uprawiane na tych terenach, gdzie uprawa pszenicy jest niemożliwa lub nieopłacalna. W Polsce ze względu na przewagę lekkich gleb piaszczystych, niskie pH gleb i niedobór opadów, żyto obok pszenicy jest głównym zbożem, a Polska jednym z największych producentów ziarna (Madej, 1996).

Postęp w hodowli żyta został spowolniony i ograniczony, o czym od wielu lat donoszą liczni autorzy (Koczowska, 1977; Ruebenbauer, 1975; Wolski, 1983). Spowodowane jest to w dużym stopniu brakiem materiału wyjściowego do hodowli a zwłaszcza jego małą zmiennością. Dalszy postęp w hodowli żyta jest uzależniony od zwiększenia zmienności materiału wyjściowego do hodowli. Jedną z metod powiększania tej zmienności jest krzyżowanie międzygatunkowe form uprawnych żyta z dzikimi gatunkami pokrewnymi.

Badania nad mieszańcami międzygatunkowymi żyta i ich wykorzystaniem w hodowli prowadzili między innymi Ruebenbauer (1972), Plarre (1974), Łapiński (1977), Fejern i Fedak (1981), Kobyljanskij (1982), Rzepka-Plevneš (1990). Ich zdaniem mieszańce międzygatunkowe ze względu na swą odrębność genetyczną i dużą ekspresję cech mogą być wykorzystane jako źródło genów, w które ubogie są nasze odmiany hodowlane. Mieszańce międzygatunkowe żyta są wykorzystywane do wzbogacania potencjału genetycznego żyta w geny warunkujące odporność na powszechne choroby (Ruebenbauer, 1975; Kobyljanskij, 1982; Rzepka, 1990; Rzepka, Tomczak, 1993) oraz na wyleganie (Koczowska, 1977) i porastanie (Rzepka, 1993; Rzepka, Tomczak, 1993). Mogą być przydatne w hodowli odmian o podwyższonej zawartości białka w ziarnie (Kobyljanskij, 1987). W dzikich gatunkach poszukuje się genów męskiej sterility i cytoplazmy sterylizującej potrzebnych do hodowli heterozyznej (Łapiński, 1977; Tarkowski, 1983).

Celem badań było określenie efektywności krzyżowań międzygatunkowych odmian uprawnych żyta i gatunków dzikich z rodzaju *Secale*.

MATERIAŁ I METODY

Prace prowadzono w roku 2000 w szklarni Katedry Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Poznaniu. Obiektem badań było 6 dzikich gatunków i podgatunków żyta: *Secale cereale* L. ssp. *afghanicum*, *Secale cereale* L. ssp. *ancestrale*, *Secale cereale* L. ssp. *segetale*, *Secale africanum*, *Secale sylvestre*, *Secale vavilovii*. W charakterze komponentów do krzyżowań wzajemno-przemiennych użyto 7 odmian żyta, pochodzących z hodowli „Danko”, Hodowla Roślin Sp. Z o.o.: Amilo, Dańkowskie Nowe, Dańkowskie Złote, Kier, Motto, Walet i Warko. Materiał siewny gatunków dzikich pochodził z kolekcji Ogrodu Botanicznego PAN w Warszawie. Wszystkie formy wykorzystane do krzyżówek były diploidalne: $2n = 14$.

Nasiona wysiano w październiku 1999 roku po 30 z każdej formy do doniczek, po 5 w każdej. Początkowo rośliny rosły w szklarni. W grudniu i styczniu rośliny przeszły 7-tygodniową jarowizację w warunkach polowych, po czym ponownie zostały umieszczone w szklarni. Podczas wegetacji rośliny były sztucznie doświetlane. Długość dnia (oświetlania) wynosiła 16–18 godzin, temperatura w szklarni wahała się od 20 do 30° C.

Poszczególne komponenty do krzyżowań poddano obserwacjom fenologicznym. Stwierdzono pewne zróżnicowanie pomiędzy terminami wchodzenia gatunków w poszczególne fazy rozwojowe, niemniej różnice te nie były na tyle istotne, żeby uniemożliwić krzyżowanie. Odmiany uprawne były w jeszcze mniejszym stopniu zróżnicowane pod tym względem.

Przed przystąpieniem do krzyżowania przeprowadzono obserwacje ziaren pyłku i określono ich żywotność. W tym celu na szkiełka podstawowe pobierano wysypujące się, dojrzałe ziarna pyłku z 3 roślin dla każdej formy i barwiono płynem Bellinga. Obserwacje mikroskopowe przeprowadzono przy użyciu mikroskopu marki Carl Zeiss Jena. Określono procentowy udział żywotnych ziaren pyłku w ogólnej liczbie ziaren, przyjmując za żywotne ziarna dobrze wykształcone i wybarwione. Dokonano pomiarów wielkości ziaren pyłku przy pomocy mikrometru przedmiotowego i obliczono średnie wartości dla 20 ziaren z każdej formy.

W marcu i kwietniu 2000 roku dokonano krzyżowań wzajemno-przemiennych między odmianami uprawnymi żyta i gatunkami oraz podgatunkami dzikimi z rodzaju *Secale*. Przed przystąpieniem do krzyżowania kłosa form matecznych zaraz po wykłoszeniu się kastrowano za pomocą pincety i następnie izolowano izolatorami z tofianu. Planowego zapylania dokonywano świeżo pobranym pyłkiem w momencie osiągnięcia dojrzałości przez znamiona, tj. w chwili wychylenia się z plewek i rozwinięcia. Zapylone kłosa ponownie izolowano przez 10 dni, potem izolatory zdejmowano.

W celu obliczenia efektywności krzyżowania określono liczbę zapylonych kwiatków, a następnie po zbiorze liczbę otrzymanych ziarniaków. Jesienią policzono rośliny, które wykiełkowały z otrzymanych ziarniaków mieszańcowych. Ocenę efektywności krzyżowania dokonano obliczając:

- N/Z — procentowy stosunek liczby otrzymanych ziarniaków (N) do liczby zapylonych kwiatków (Z),
- M/Z — procentowy stosunek liczby otrzymanych roślin (M) do liczby zapylonych kwiatków (Z).

Odmiany uprawne żyta były potraktowane oddzielnie oraz łącznie jako gatunek *Secale cereale* ssp. *cereale* — żyto uprawne.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przedstawione badania są początkowym etapem prac mających na celu wyprowadzenie materiałów wyjściowych do hodowli żyta w oparciu o krzyżowania oddalone w obrębie rodzaju *Secale*.

Przed hodowcami stale stawiane są nowe wymagania, którym mają sprostać wytworzone przez nich odmiany roślin uprawnych. Ponieważ wykorzystywane w uprawie odmiany charakteryzują się ograniczoną zmiennością z powodu ciągłej selekcji, a próby wykorzystania starych odmian uprawnych okazały się mało skuteczne, skłoniło to hodowców do poszukiwania materiału wyjściowego do hodowli w mieszańcach międzygatunkowych tworzonych w obrębie rodzaju *Secale* (Koczowska, 1977; Ruebenbauer, 1975; Kobyljanskij, 1982; Wolski, 1983; Rzepka Plevneś, 1990). Naturalne populacje dzikich form żyta stanowią ze względu na swą odrębność genetyczną i dużą ekspresję cech cenne źródło genów, w które ubogie są nasze odmiany (Rzepka, 1990).

W dzikich gatunkach *S. vavilovii*, *S. silvestre*, *S. montanum*, ssp. *montanum* i *S. kuprijanovii* poszukuje się genów odporności na powszechnie występujące choroby, m.in. na mączniaka i rdzę brunatną (Ruebenbauer, 1975; Kobyljanskij, 1975, 1982; Rzepka,

1990). W tych samych gatunkach poszukuje się również genów odporności na porastanie (Rzepka, 1993; Rzepka, Tomczak, 1993). *S. anatholicum* jest wykorzystywane w hodowli odmian o podwyższonej zawartości białka w ziarnie oraz odmian przeznaczonych na zieloną masę (Kobyljanskij, 1987). Dzikie gatunki żyta są źródłem genów męskiej sterility i cytoplazmy sterylizującej (Łapiński, 1977; Tarkowski, 1983). Krzyżowania form dzikich z odmianami uprawnymi są obecnie często udane. Przyczynia się do tego postęp w metodach pozwalających przewyższać bariery krzyżowania oddalonego, jak np. w kulturach *in vitro*. Problemem nie jest wytworzenie form mieszańcowych, ale plon i jego jakość (Węgrzyn, 1988; Rzepka-Plevneš, 1993). Ponadto mieszańce mogą się charakteryzować niską odziedziczalnością interesujących hodowcę cech oraz silnym ich powiązaniem z cechami niekorzystnymi, co czyni takie materiały bezużytecznymi dla dalszej hodowli (Rzepka-Plevneš i in., 1995). Wytworzone mieszańce nie nadają się bezpośrednio do uprawy, wymagają one wielu lat krzyżowań wstecznych z żytem uprawnym w celu przywrócenia cech użytkowych. Rzepka-Plevneš i wsp. (1995) prowadzili badania plenności i odporności na mączniaka prawdziwego u mieszańców żyta uprawnego z *S. montanum* ssp. *montanum* Gross. oraz ssp. *kuprijanovii* Gross. Stwierdzili, że wytworzone przez nich mieszańce oznaczały się małą stabilnością w kształtowaniu się cech użytkowych. U większości badanych przez nich mieszańców BC₃, BC₄, BC₅ było brak powtarzalności wyników i tendencji wzrostu cech w kolejnych pokoleniach krzyżowań wstecznych. Trudności te powodują, że mimo prowadzonych od wielu lat badań nad mieszańcami oddalonymi, dzikie gatunki żyta jako źródło pożądanych genów są nadal niedostatecznie wykorzystane (Rzepka, 1990). Pomimo tych trudności, dalsze poszukiwanie materiałów wyjściowych do hodowli wśród mieszańców oddalonych żyta wydaje się celowe i uzasadnione, zwłaszcza wobec faktu zubożenia odmian populacyjnych żyta w cenne geny na skutek prowadzonej w nich ciągłej selekcji.

W prezentowanej pracy do krzyżowania z odmianami uprawnymi żyta użyto gatunki już wykorzystywane przez hodowców, jak *S. africanum*, *S. sylvestre* i *S. vavilovii*, ale również podgatunki dzikie *S. cereale* do tej pory nie stosowane, jak: ssp. *afghanicum*, ssp. *ancestralei* ssp. *segetale*.

Ocena żywotności i wielkości ziaren pyłku dla poszczególnych odmian uprawnych żyta wykazała, że odmiany nie różniły się istotnie między sobą (tab. 1), a średnia żywotność ziaren pyłku kształtowała się na poziomie 92,2%. Podobnie pod względem wielkości ziaren pyłku odmiany nie wykazywały większego zróżnicowania (tab. 1). Ich średnia długość wynosiła 49,5% μm , a szerokość 36,1 μm . Gatunki i podgatunki dzikie wykazywały się większym zróżnicowaniem żywotności ziaren pyłku, która chociaż nieco niższa od żyta uprawnego utrzymywała się na stosunkowo wysokim poziomie, a średnio wynosiła 80,9%. Ziarna pyłku gatunków dzikich były mniejsze od ziaren odmian uprawnych. Najmniejsze ziarna miał gatunek *S. sylvestre* (tab. 1). Ten gatunek miał również najmniejsze pylniki o długości ok. 3 mm, podczas gdy pylniki *S. c. ssp. cereale* miały długość ok. 10 mm. Pylniki *S. sylvestre* wytwarzają bardzo mało ziaren pyłku, który wysypuje się z pylników, gdy kwiatek ma zamknięte plewki — jest to gatunek samopylny. Z tego powodu pobranie dostatecznej ilości ziaren pyłku do krzyżowania z tego gatunku nastręczało duże trudności.

Do gatunków samopylnych należą również *S. africanum* i *S. vavilovii*, natomiast gatunki *S. c. ssp. cereale*, *S. c. ssp. afghanicum* i *S. c. ssp. ancestrale* zaliczane są do gatunków obcopylnych, wiatropylnych.

Tabela 1

Wielkość i żywotność ziaren pyłku form rodzicielskich
The size and viability of pollen of parental forms

Nazwa formy rodzicielskiej Name of parental form		Długość ziarna Pollen grain length (μm)	Szerokość ziarna Pollen grain width (μm)	Żywotność ziaren pyłku Pollen grain viability %
Odmiany uprawne żyta Cultivars of rye	Amilo	47	32	93,18
	Dańkowskie Nowe	47	38	91,32
	Dańkowskie Złote	50	35	90,78
	Kier	48	37	95,11
	Motto	47	32	96,47
	Walet	57	40	88,16
	Warko	51	39	90,23
Średnia Mean		49,5	36,1	92,2
Gatunki dzikie żyta Wild species of rye	<i>S.c. ssp. afghanicum</i>	42	31	80,95
	<i>S.c. ssp. ancestrale</i>	46	31	89,39
	<i>S.c. ssp. segetale</i>	43	34	81,43
	<i>Secale africanum</i>	53	42	87,24
	<i>Secale sylvestre</i>	31	29	80,82
	<i>Secale vavilovii</i>	50	40	83,38
Średnia Mean		43,5	34,4	80,90

Ogółem zapylono 6368 kwiatków, gdy *S. c. ssp. cereale* — żyto uprawne (odmiany) było formą mateczną i 4545 kwiatków, gdy było formą ojcowską. W pierwszym przypadku łącznie otrzymano 356 ziarniaków, z czego skielkowało 329, a w drugim otrzymano 271 ziarniaków, z czego wyrosło 219 roślin.

Efektywność krzyżowania N/Z i M/Z była generalnie niska i zróżnicowana. Gdy *S. cereale* ssp. *cereale* (odmiany) było formą mateczną (tab. 2), efektywność N/Z wahała się od 1,58% dla krzyżówek z *S. sylvestre* do 15,53% dla krzyżówek z *S. africanum*, a średnio wynosiła 6,57%. Pomimo dużego pokrewieństwa była zaskakująco bardzo niska efektywność krzyżowania z podgatunkami *Secale cereale*, mieszczącą się w zakresie od 4,83% do 7,65%. Efektywność M/Z była nieco niższa dla wszystkich rodzajów krzyżowań, a średnio wynosiła 6,12% (tab. 2). Pewna ilość poślada, którą otrzymano we wszystkich rodzajach krzyżówek w tym kierunku wskazuje, że dochodziło do zapłodnienia, jednak na dalszych etapach rozwoju zarodki zamierały.

W kombinacjach krzyżowań, gdy odmiany żyta — *S. c. ssp. cereale* były formami ojcowskimi, wartości efektywności krzyżowania N/Z i M/Z w większości przypadków były jeszcze niższe, a średnio wynosiły odpowiednio 4,41% i 3,22% (tab. 3). Najwyższą wartość N/Z wykazały krzyżowania z *S. c. ssp. ancestrale*: 7,00%, a najniższą z *S. sylvestre*: 0,43%. Przy tym kierunku krzyżowań efektywność w obrębie gatunku *Secale cereale* była nieco wyższa od krzyżowań międzygatunkowych, niemniej wartości N/Z dla

poszczególnych rodzajów krzyżowań były bardzo zbliżone do odpowiednich wartości N/Z przy odwrotnym kierunku krzyżowania (tab. 2).

Tabela 2

Efektywność krzyżowania żyta — *Secale cereale* ssp. *cereale* z gatunkami dzikimi z rodzaju *Secale*
The efficiency of crosses of rye — *Secale cereale* ssp. *cereale* with wild species from genus *Secale*

Kombinacja krzyżówkowa Crossing combination		Liczba Number				N/Z*100 (%)	M/Z*100 (%)
roślina mateczna female parent	roślina ojcowska male parent	zapylnych kwiatów pollinated flowers	ziarniaków grains	poślądu screens	roślin F ₁ plants F ₁		
	<i>S. c. ssp. afghanicum</i>	1067	61	6	53	5,71	4,97
<i>Secale cereale</i> ssp.	<i>S. c. ssp. ancestrale</i>	1412	108	8	98	7,65	6,94
<i>cereale</i>	<i>S. c. ssp. segetale</i>	1201	58	7	56	4,83	4,66
odmiany uprawne	<i>Secale africanum</i>	412	64	5	61	15,53	14,80
cultivars	<i>Secale sylvestre</i>	1134	18	2	16	1,58	1,41
	<i>Secale vavilovii</i>	1142	47	1	45	4,16	3,94
Suma Total		6368	356	29	329	6,57	6,12

N — Liczba otrzymanych ziarniaków

N — Number of obtained seeds

M — Liczba otrzymanych roślin

M — Number of obtained plants

Z — Liczba zapylnych kwiatków

Z — Number of pollinated flowers

Ponownie najniższą efektywność krzyżowania N/Z wykazały krzyżowania z *S. sylvestre*: 0,43%, natomiast najlepsze efekty otrzymano po skrzyżowaniu z *S. c. ssp. ancestrale*. W przypadku krzyżowań z *S. africanum*, gdy gatunek ten występował jako forma mateczna, efektywność była znacznie niższa aniżeli w krzyżowaniach odwrotnych, a wartość M/Z okazała się najniższą jaką otrzymano i wyniosła 0,31%. Podobnie, jak w krzyżówkach, gdy żyto uprawne było formą mateczną i przy tym kierunku krzyżowania, wartość M/Z była niższa od odpowiednich wartości N/Z. Stwierdzono, że w krzyżowaniach w obrębie gatunku *Secale cereale* spadek ten był mały, natomiast przy krzyżowaniach międzygatunkowych bardzo wyraźny (tab. 3).

Skuteczność krzyżowań wzajemno-przemiennych między żytem uprawnym a formami dzikimi: *S. montanum*, *S. kuprijanovii*, i *S. vavilovii* badało wielu autorów, jak: Roshevitz (1948), Kranz (1961), Gaspar (1973), Łapiński (1977), (cyt. za Słabońskim i in., 1984). W świetle uzyskanych wyników stwierdzono, że krzyżowania między *S. cereale* a dzikimi gatunkami żyta są udane, gdy formę mateczną stanowi żyto uprawne, natomiast skuteczność krzyżowań przeciwnych jest niewielka. Singh (1977) przeprowadzał krzyżowania żyta uprawnego z gatunkami dzikimi: *S. africanum*, *S. vavilovii* i *S. sylvestre*. Otrzymał on mieszańce ze wszystkich kombinacji krzyżówkowych, z wyjątkiem kombinacji z *S. sylvestre*. Przyczynę tego upatrywano w zmienionym na skutek ewolucji składzie heterochromatyny między *S. sylvestre*, jako gatunkiem najstarszym, a pozostałymi gatunkami. Zróżnicowany skład heterochromatyny powoduje zakłócenia w funkcjonowaniu chromosomów u mieszańców w cyklu mitotycznym we wczesnych etapach rozwoju zarodka i w konsekwencji prowadzi do ich zamierania. Podobnie Łapiński (1977) otrzymał bardzo niską efektywność krzyżowania z *S. sylvestre*, gdy występowało

ono jako roślina ojcowska — 2,64%, natomiast z krzyżówki przeciwnej nie otrzymał mieszańców. Z krzyżowania z *S. vavilovii* w przypadku, gdy gatunek ten wystąpił w roli zapylacza, Łapiński miał efektywność aż 40,01%, natomiast z kierunku przeciwnego zdecydowanie niższą — 0,34%. W prezentowanych badaniach rzeczywiście stwierdzono niższą efektywność krzyżowań w przypadku, gdy żyto uprawne wystąpiło w charakterze ojca, jednak spadek efektywności w porównaniu do odpowiednich krzyżówek przeciwnych był zróżnicowany w odniesieniu do poszczególnych rodzajów krzyżowań. Stwierdzono, że efektywności krzyżowań żyta uprawnego prowadzonych w obrębie gatunku *Secale cereale*, tj. z *S. c. ssp. afghanicum*, *S. c. ssp. ancestrale*, i *S. c. ssp. segetale* wykonane w obu kierunkach nie różniły się zasadniczo między sobą. Nieco niższą efektywność odnotowano, gdy żyto uprawne było formą ojcowską w krzyżowaniach z gatunkiem *S. vavilovii*. Natomiast wyraźny spadek efektywności przy tym kierunku krzyżowań stwierdzono w krzyżowaniach z *S. sylvestre*, a zwłaszcza z *Secale africanum* (tab. 3).

Tabela 3

Efektywność krzyżowania gatunków dzikich z rodzaju *Secale* z *Secale cereale* ssp. *cereale*
The efficiency of crosses between species from genus *Secale* with rye — *Secale cereale* ssp. *cereale*

Kombinacja krzyżówkowa Crossing combination		Liczba Number				N/Z*100 (%)	M/Z*100 (%)
roślina mateczna female parent	roślina ojcowska male parent	zapylnych kwiatów pollinated flowers	ziarniaków grains	poślądu screens	roślin F ₁ plants F ₁		
<i>S. c. ssp. afghanicum</i>		1494	86	2	80	5,75	5,35
<i>S. c. ssp. ancestrale</i>	<i>Secale cereale</i> ssp.	99	70	0	65	7,00	6,51
<i>S. c. ssp. segetale</i>	<i>cereale</i>	896	40	2	40	4,46	4,46
<i>Secale africanum</i>	odmiany uprawne	638	19	0	2	2,98	0,31
<i>Secale sylvestre</i>	cultivars	462	2	0	2	0,43	0,43
<i>Secale vavilovii</i>		956	56	0	22	5,86	2,30
suma total		4545	271	4	219	4,41	3,22
N — Liczba otrzymanych ziarniaków		N — Number of obtained seeds					
M — Liczba otrzymanych roślin		M — Number of obtained plants					
Z — Liczba zapylnych kwiatków		Z — Number of pollinated flowers					

Odległość filogenetyczna krzyżowanych form miała istotny wpływ na efektywność krzyżowania, która była najniższa w przypadku krzyżowań z gatunkiem najstarszym ewolucyjnie, a tym samym najbardziej odległym od żyta uprawnego, tj. z *Secale sylvestre* (Singh, Röbbelen, 1975; Singh, 1977; Cuadrado, Jouve, 1996). Zaskakująca była relatywnie wysoka efektywność w przypadku krzyżowań z *S. africanum* (N/Z = 15,53%), a więc formą starszą i odleglejszą od podgatunków dzikich gatunku *Secale cereale*, dla których uzyskano najniższe wartości efektywności. Generalnie efektywność krzyżowania była niska zarówno w przypadku krzyżowań z gatunkami dzikimi, jak i w obrębie gatunku *S. cereale*. Przypuszcza się, że miała na to wpływ wysoka temperatura, jaka utrzymywała się w szklarni w czasie kwitnienia roślin — powyżej 30° C. Żyto uprawne w warunkach naturalnych kwitnie przy temperaturze ok. 12° C (Wojciechowska, 1983).

Tabela 4

Efektywność krzyżowania M/Z między odmianami uprawnymi żyta a gatunkami dzikimi z rodzaju *Secale*
The efficiency of crosses M/Z between rye cultivars and wild species from genus *Secale*

Matka Mother	Ojciec Father												
	<i>S c ssp.</i> <i>afghanicum</i>	<i>S. c. ssp.</i> <i>ancestrale</i>	<i>S c.ssp.</i> <i>segetale</i>	<i>S. africanum</i>	<i>S. sylvestre</i>	<i>S. vavilovii</i>	<i>Amilo</i>	Dańkowskie Nowe	Dańkowskie Złote	Kier	Motto	Walec	Warko
Amilo	8,63	2,00	3,28	0	0	0							
Dańkowskie Nowe	0	3,03	5,71	35,29	0	1,22							
Dańkowskie Złote	11,96	8,98	9,76	8,62	2,53	21,05							
Kier	0	12,12	0	12,5	0	0							
Motto	5,98	5,81	0	20,65	0	5,87							
Walec	3,03	9,17	5,36	10,71	3,03	2,38							
Warko	2,82	0	5,00	0	0	0							
<i>S. c. ssp.afghanicum</i>							8,58	3,57	7,07	0	4,10	0	6,25
<i>S. c. ssp. ancestrale</i>							8,90	4,17	4,30	10,55	0	3,39	5,13
<i>S. c. ssp. segetale</i>							0	0	6,25	7,81	2,08	3,68	8,70
<i>S. africanum</i>							0	0	1,85	0	0	0	0
<i>S. sylvestre</i>							1,14	0	0	0	0	0	1,79
<i>S. vavilovii</i>							6,25	0	3,21	0	0	2,38	0

Interesujące wydaje się porównanie efektywności krzyżowań w odniesieniu do różnych odmian uprawnych żyta (tab. 4). Mimo że wykorzystane w krzyżowaniach odmiany zostały wyprowadzone w hodowli „Danko” Hodowla Roślin Sp. z o.o. i są w wysokim stopniu spokrewnione, to wykazały zróżnicowanie co do wartości N/Z i M/Z. Efektywność M/Z wahała się od 1,14% (*S. sylvestre* × Amilo) do 35,29% (Dańkowskie Nowe × *Secale cereale* ssp. *africanum*), a w wielu przypadkach była zerowa. Odmianą, która dała stosunkowo dobre rezultaty w niemalże wszystkich rodzajach krzyżowań w obu kierunkach była odmiana Dańkowskie Złote. Wskazywałoby to na dużą plastyczność tej odmiany, a co za tym idzie duże możliwości wykorzystania jej w krzyżowaniach oddalonych prowadzonych w obrębie rodzaju *Secale*.

WNIOSKI

1. Odległość filogenetyczna krzyżowanych form miała istotny wpływ na efektywność krzyżowania, która generalnie była wyższa w przypadku krzyżowań wewnątrzgatunkowych, a niższa w przypadku krzyżowań międzygatunkowych.
2. Efektywność krzyżowania była wyższa, gdy formą mateczną było żyto uprawne *Secale cereale* ssp. *cereale*.
3. Najwyższą wartość efektywności wykazały krzyżowania żyta uprawnego z *Secale africanum*.
4. Badane odmiany uprawne żyta cechowała zmienność w odniesieniu do wartości efektywności krzyżowania z formami dzikimi *Secale*. Najbardziej przydatną do krzyżowania oddalonego prowadzonego w obrębie rodzaju *Secale* okazała się odmiana Dańkowska Złota.

LITERATURA

- Cuadrado A., Jouve N. 1996. Phylogenic relationships in the genus *Secale* as revealed by FISH. Vortr. Pflanzenz. 35: 293 — 302.
- Fejerm S., Fedak G. 1981. Yield performance of *Secale cereale* × *S. montanum* progenis. Plant Breed. Abstr. 1982. 32: 591.
- Gaspar J. 1973. Beitrag zum Studium des Zellkerns und der Kreuzbarkeit bei einigen Arten der Gattung *Secale*. Z. Pflanzenzücht.: 223 — 274.
- Kobyljanskij V. D. 1982. Roż. Kołos, Moskwa: 137 — 152.
- Kobyljanskij V. D. 1987. Studies of rye and their relations to aspects of breeding. Vestn. Selsch. Nauki 111: 35 — 41.
- Koczowska I. 1977. Badania nad otrzymywaniem materiałów wyjściowych żyta ozimego do hodowli odmian plennych odpornych na wyleganie i pleśń śniegową. I. Zmienność i odziedziczalność ważniejszych cech mieszańców żyta ozimego. Zesz. Nauk. ART Olsztyn, 19: 3 — 43.
- Kranz A.R. 1961. Cytologische Untersuchungen und Genetische Beobachtungen zum Beispiel zwischen *Secale cereale* L. und *Secale kuprijanovii*. Züchter. 31: 219 — 225.
- Łapiński M. 1975. Cytoplasmic male sterility in interspecific rye hybrids. Hod. Rośl. Aklim. 19, 5/6: 415 — 420.
- Łapiński M. 1977. Wstępne wyniki badań nad krzyżówkami oddalonymi z rodzaju *Secale*. Pr. Zesp. Hod. Żyta w 1975 r. IHAR Radzików: 89 — 95.
- Madej L. J. 1996. Worldwide trends in rye growing and breeding. Vortr. Pflanz. 35: 1 — 6.

- Plarre W. F. K. 1974. Selection for high sprouting disposition and seed dormancy in rye. Sum. of rep. Eucarpia Meet. on the Breed. of Rye. 18–21. 06. 1974. Poznań.
- Ruebenbauer T. 1972. Stan i perspektywy rozwoju genetyki i hodowli zbóż w Polsce. Post. Nauk Rol. 6: 3 — 14.
- Ruebenbauer T. 1975. Podstawowe problemy genetyki zbóż. Post. Nauk Rol. 2: 3 — 4.
- Rzepka D. 1990. Właściwości międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.). Hod. Rośl. Aklim. 32, 3/4: 27 — 36.
- Rzepka-Plevneš D. 1990. Studia nad mieszańcami międzygatunkowymi *Secale* sp. pod kątem przydatności niektórych cech w hodowli żyta (*S. cereale*). AR w Szczecinie. Rozprawy Nr 129 Szczecin.
- Rzepka D. Łapiński M. 1990. Przydatność międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.) w hodowli odmian odpornych na mączniaka (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *secalis marchal*). Hod. Rośl. Aklim. 32, 3/4: 39 — 48.
- Rzepka D. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovii* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Cz. I. Ocena odporności na porastanie mieszańców międzygatunkowych żyta. Hod. Rośl. Aklim. 37, 5/6: 69 — 79.
- Rzepka D., Tomczak P. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovii* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Cz. II. Właściwości użytkowe mieszańców. Hod. Rośl. Aklim. 37, 5/6: 81 — 91.
- Rzepka-Plevneš D., Tomczak P. Pławska M. 1995. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych żyta w hodowli odmian plennych i odpornych na mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* D.C f. sp. *secalis marchal*). Hod. Rośl. Aklim. 39/6: 68 — 80.
- Singh R. 1977. Cross compatibility, meiotic pairing and fertility in 5 *Secale* species and their interspecific hybrids. Cereal Res. Commun. 5, 1: 67 — 75.
- Singh R., Röbbelen S. 1975. Comparison of somatic giemsa banding pattern in several species of rye. Z. Pflanzenzüchtg., 75: 270 — 285.
- Słaboński A., Rzepka D., Pieniążek B. 1984. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych *Secale cereale* × *S. mantanum*, *S. cereale* × *S. kuprijanovii* *S. cereale* × *S. vavilovii* w hodowli żyta. Hod. Rośl. Aklim. 28/2: 196 — 207.
- Tarkowski Cz. 1983. Biologia żyta. PWN, Warszawa.
- Węgrzyn S. 1988. Synteza i wyodrębnianie materiałów wyjściowych dla hodowli zbóż. Zesz. Probl. IHAR Radzików: 33 — 40.
- Wojciechowska U. 1983. Fizjologia żyta. W: Biologia żyta. Tarkowski Cz. (red). PWN, Warszawa: 53 — 99.
- Wolski T. 1983. Kierunki hodowli oraz metody oceny żyta. W: Biologia żyta. Tarkowski Cz. (red). PWN, Warszawa: 153 — 185.

ZBIGNIEW BRODA**SYLWIA MIKOŁAJCZYK**

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

Akademia Rolnicza, Poznań

Indukowanie haploidów żyta (*Secale cereale* L.)

Induction of haploids in rye (*Secale cereale* L.)

Stosując klasyczne metody hodowli roślin, takie jak chów wsobny, do otrzymania linii homozygotycznych potrzeba kilku lat. Wykorzystując techniki kultur *in vitro* możemy uzyskać te linie w znacznie krótszym czasie. U zbóż do indukowania form haploidalnych najczęściej stosuje się: androgenezę (kultury pylników i kultury izolowanych mikrospor) oraz eliminację chromosomów. Za najważniejsze czynniki decydujące o otrzymaniu roślin haploidalnych przyjmuje się: fizjologiczną kondycję roślin donorowych, genotyp, stadium rozwojowe mikrospor i czas prowadzenia kultury, traktowanie wstępne kłosów i pylników, skład pożywki, warunki prowadzenia kultury. W ostatnich latach wzrasta znaczenie haploidów w hodowli takich gatunków, jak: pszenica, pszenżyto, jęczmień, rzepak, tytoń i wielu innych. Żyto (*Secale cereale* L.) jest rośliną, u której indukowanie haploidów na drodze androgenezy sprawia szereg trudności. Najczęściej spotykanym problemem jest niski odsetek regenerowanych roślin i wysoki udział roślin albinotycznych.

Słowa kluczowe: androgeniza, czynniki, eliminacja chromosomów, haploidy, *Secale cereale*, żyto

Inbred lines production in rye (*Secale cereale* L.) with the classical breeding procedure is a difficult and time consuming task. With use of *in vitro* culture techniques for obtaining doubled haploid plants of rye it can be done in a shorter time. In cereals, for the haploid induction the androgenesis (anther culture and isolation microspores) and elimination of chromosomes are widely used. The most important factors influencing the androgenic capacity are: growth of donor plant material, genotype, the initial treatment of spikes and anthers, the stage of microspores development, the medium and culture condition. Rye (*Secale cereale* L.) is a species in which induction of haploids *in vitro* anther cultures causes many problems. The most frequent occurring problems are low percentage of regenerated plants and high participation albinotic plants.

Key words: androgenesis, factors, elimination of chromosomes, haploids, rye, *Secale cereale*

WSTĘP

Stosując klasyczne metody hodowli roślin, takie jak chów wsobny, do otrzymania linii homozygotycznych potrzeba kilku lat. Wykorzystując techniki kultur *in vitro* (androgeniza) i krzyżowanie oddalone (eliminacja chromosomów) możemy uzyskać te linie w znacznie krótszym czasie pod warunkiem, że dysponujemy efektywną metodyką. Linie podwojonych haploidów charakteryzują się pełną homozygotycznością oraz możliwością

ujawnienia pełnej zmienności wynikającej z segregacji alleli w pokoleniu F₂. W hodowli linii DH odpowiadają liniom czystym. Wykorzystanie linii DH do technologii produkcji odmian w stacjach hodowli wymaga dwóch etapów:

- otrzymania roślin haploidalnych oraz podwojenia u nich liczby chromosomów;
- rozmnożenia nasion roślin linii DH i ich oceny.

W ostatnich latach wzrasta znaczenie haploidów w hodowli takich gatunków, jak: pszenica, pszenżyto, jęczmień, rzepak, tytoń i wielu innych. U zbóż do indukowania form haploidalnych najczęściej stosuje się: androgenezę (kultury pylników, kultury izolowanych mikrospor) oraz eliminację chromosomów. Wśród gatunków, dla których opracowano te metody z bardzo zadowalającymi wynikami, należy wymienić: pszenicę (*Triticum aestivum*), pszenżyto (*Triticale*), jęczmień (*Hordeum vulgare*), kukurydzę (*Zea mays*). Niestety żyto (*Secale cereale*) jest rośliną, u której indukowanie haploidów na drodze androgenezy sprawia szereg trudności. Najczęściej spotykanym problemem wydaje się niski odsetek regenerowanych roślin i wysoki udział roślin albinotycznych.

METODY OTRZYMYWANIA ROŚLIN HAPLOIDALNYCH

Dla indukowania roślin haploidalnych w warunkach *in vitro* u zbóż, w tym i u żyta stosuje się metody: pylnikowe, izolowanych mikrospor oraz eliminację chromosomów, często określaną jako metoda bulbozowa. Metody te posiadają szereg zalet i wad. Charakterystykę tych metod przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Porównanie metod otrzymywania linii podwojonych haploidów
Comparison of methods of double haploids lines production

Androgeneza Androgenesis				Eliminacja chromosomów Elimination of chromosomes	
Kultury pylników Anther culture		Kultury izolowanych mikrospor Isolated microspore culture			
zalety advantage	wady disadvantage	zalety advantage	wady disadvantage	zalety advantage	wady disadvantage
wydajność efficiency	wpływ genotypu influence of genotype	wysoka wydajność high efficiency	wpływ genotypu influence of genotype	prostota simplicity	niska wydajność low efficiency
prostota simplicity	albinizm albino	ujawnienie pełnej zmienności full variability	albinizm albino	niższy koszt pożywek lower cost of medium	znaczna pracochłonność considerable in put of labour
niska pracochłonność low input of labour	koszt pożywek cost of medium		wyższy koszt pożywek high cost of medium	mniejsza zależność od genotypu less dependence from getypes	kolchicynowanie use of colchicine
	zmienność gametoklonalna gametoclinal variation		zmienność gametoklonalna gametoclinal variation	brak albinizmu no albino	

ANDROGENEZA

Androgeneza to sporofityczny rozwój gametofitu męskiego, dający początek haploidalnemu zarodkowi, a dalej haploidalnej roślinie. Prowadzone intensywne badania nad haploidyzacją umożliwiły wyróżnienie najważniejszych czynników decydujących o sukcesie. Wśród nich jako najważniejsze przyjmuje się: fizjologiczną kondycję roślin donorowych, stadium rozwojowe mikrospor i czas prowadzenia kultury, traktowanie wstępne kłosów i pylników, skład pożywki, warunki prowadzenia kultury oraz najważniejszy z nich — genotyp (Deimling i Flehingham-Roux, 1997).

Warunki wzrostu roślin donorowych

Warunki wzrostu roślin donorowych są ważnym czynnikiem decydującym o procesie androgenезы. Większy odsetek roślin haploidalnych powstaje, gdy rośliny będące źródłem pylników lub mikrospor rosną w warunkach całkowicie kontrolowanych. Kiełkowanie powinno odbywać się w warunkach szklarniowych w temperaturze 20° C. Jarowizacja trwa dwanaście tygodni w temperaturze 4° C i przy 8 godzinnym oświetleniu. Po zakończonej jarowizacji przenosi się rośliny do szklarni, temperatura powinna wynosić 10° C w dzień i 8° C w nocy, aż do zakończenia fazy strzelania w źdźbło. W trakcie dalszego rozwoju temperaturę należy podnieść do 18° C w dzień i 14° C w nocy, którą należy utrzymać do czasu pobierania materiału roślinnego (Daniel, 1993). W pracy Flehingham-Roux i wsp. (1995) podano zbliżone warunki wzrostu roślin donorowych, z tą różnicą, że jarowizację prowadzono w krótszym czasie i niższej temperaturze (10 tygodni, 2° C), a wzrost roślin w późniejszym okresie odbywał się w szklarni o temperaturze 20° C w dzień i 16° C w nocy, przy 16 godzinnym oświetleniu.

Traktowanie wstępne kłosów

Drugim ważnym czynnikiem decydującym o powodzeniu kultur pylników i izolowanych mikrospor jest traktowanie wstępne kłosów, z których będą pobierane pylniki (Marsolais i in., 1984; Powell, 1988). Wyniki opisane w wielu publikacjach wskazują, że szok termiczny (podniesienie lub obniżenie temperatury) wpływa korzystnie na androgenезę. Czas działania tego czynnika jest zależny od gatunku. Dla żyta zaleca się obniżenie temperatury od 4° C do 6° C, na okres jednego tygodnia (Wenzel i in., 1977; Daniel, 1993; Flehingham-Roux i in., 1995; Rakoczy-Trojanowska i in., 1996 a; Immonen i Anttila, 1999). Thomas i wsp. (1975) wskazują na korzystny wpływ obniżenia temperatury do 6° C przez 3 do 15 dni. Orlikowska (1977), traktując kłosa obniżoną temperaturą (4° C) przez 1 do 2 dni, nie zaobserwowała wpływu szoku termicznego na wzrost zdolności androgennych.

Stadium rozwojowe mikrospor

O powstawaniu haploidalnych roślin decyduje również stadium rozwojowe mikrospor. Zagadnienie to dotyczy kultur pylników, jak i izolowanych mikrospor. Najczęściej wyszczepia się pylniki zawierające mikrospory średnio- lub późnojednodrowe (Flehingham-Roux i in., 1995). Stadium rozwojowe określa się wykonując preparaty cytologiczne, na podstawie położenia jądra oraz wielkości wakuoli (Orlikowska, 1977).

Pożywka i warunki inkubacji eksplantatów

Kolejnymi czynnikami decydującymi o powodzeniu kultur są pożywka oraz warunki inkubacji wyszczepionych eksplantatów. W kulturach pylników żyta (*Secale cereale* L.) stosuje się szereg najróżniejszych pożywek z modyfikacjami poszczególnych autorów. Wśród najczęściej stosowanych można wymienić: MS z modyfikacjami (Sharma i in., 1982; Milewska-Pawliczuk, 1987; Daniel, 1993); N₆ (Wenzel i in., 1976); N₆ z modyfikacjami (Flehinghaus i in., 1991; Rakoczy-Trojanowska i in., 1997; Ślusarkiewicz-Jarzina i in., 1999); pożywka z ekstraktem ziemniaczanym (Wenzel i in., 1977; Sharma i in., 1982; Rakoczy-Trojanowska i in., 1997; Ślusarkiewicz-Jarzina i in., 1999); pożywka Nitscha i Nitscha (Thomas i in., 1975); pożywki Blaydesa, White'a oraz Schenka i Hildebrandta (Wenzel i Thomas, 1974). Pożywki stosowane w kulturach pylników zawierają regulatory wzrostu i rozwoju. Do najczęściej stosowanych należy zaliczyć 2,4-D, NAA, IAA, BAP, kinetynę, picloram, dicambę.

W pierwszych pracach dotyczących androgenezy u żyta (Wenzel i Thomas, 1974) zaobserwowano wyraźnie stymulujący wpływ pożywek zawierających wysokie stężenia auksyn na rozwój kalusa (powyżej 0,6 mg/l 2,4-D lub 1,0 mg/l NAA). Thomas i wsp. (1975) wskazują na korzystny wpływ 2,4-D jako jedynego regulatora wzrostu. Z kolei Daniel (1993) otrzymał wyższy odsetek zregenerowanych roślin na pożywce MS zawierającej picloram, IAA oraz BAP. Rakoczy-Trojanowska i wsp. (1996 a) najwyższą indukcję androgenezy otrzymali na pożywce zawierającej 2,0 mg/l 2,4-D i 0,5 mg/l kinetyny.

Poza tak oczywistymi czynnikami wpływającymi na przebieg regeneracji w warunkach *in vitro*, jak regulatory wzrostu i rozwoju roślin pewne znaczenie wykazują także źródło węgla organicznego oraz środek zestalający pożywkę. Flehinghaus i wsp. (1991) wskazują korzystny wpływ maltozy na regenerację z pylników żyta oraz niekorzystne działanie agaru, który można zastąpić np. agarozą.

Wśród czynników decydujących o przebiegu androgenezy nie wolno pominąć zagadnień związanych z warunkami, w jakich ma odbywać się rozwój pylników i mikrospor. Niektórzy autorzy dobierają najróżniejsze kombinacje temperatury oraz oświetlenia. Wenzel i Thomas (1974), Flehinghaus i wsp. (1991) oraz Daniel (1993) preferują temperaturę rzędu 24–28° C i zaciemnienie kultur. Z kolei Orlikowska (1977), Sharma i wsp. (1982) i Milewska-Pawliczuk (1987) skłaniają się do podobnej temperatury, ale uważają doświetlanie kultur za konieczne.

Genotyp

Najczęściej do indukowania androgenezy wykorzystywane są genotypy z gatunku *Secale cereale* oraz mieszańce międzygatunkowe *Secale cereale* × *Secale vavilovii* (tab. 3). Genotyp rośliny donorowej decyduje o przebiegu i efektywności androgenezy. Zdolność do generowania form haploidalnych jest uwarunkowana genetycznie (Szarejko, 1994) i często powoduje różne odsetki otrzymywanych roślin haploidalnych u różnych gatunków z rodzaju *Secale*, u odmian tego samego gatunku, a nawet pomiędzy poszczególnymi liniami DH. W pracy Hörlein (1991) testowano zdolność do androgenezy siedmiu linii podwojonych haploidów. U najlepszej z nich zdolności androgenne wykazało 5,3% wyłożonych pylników. Szereg prac wskazuje na trudności w zregenerowaniu zielonych

roślin u gatunku *Secale cereale* (Orlikowska, 1977; Sharma i in., 1982; Milewska-Pawliczuk, 1987; Flehinghaus i in., 1991; Hörlein, 1991). W jednej z cytowanych prac otrzymano 68 roślin na 84000 wyłożonych pylników, z których 7 było zielonych (Wenzel i in., 1976). Flehinghaus-Roux i wsp. (1995) z puli genowej „Petkus” otrzymali maksymalnie 6,8% regenerujących pylników, z których nie było możliwe zregenerowanie zielonych roślin. Ślusarkiewicz-Jarzina i wsp. (1999) dla 30 genotypów żyta otrzymała od 0,1 do 2,6 roślin/100 pylników. Odmiany: Amilo, Dańkowskie Złote, Dańkowskie Nowe, Kier, Motto, Walet, Warko charakteryzują się niskimi zdolnościami do androgenezy; u najlepszej z nich (Amilo) odsetek indukcji androgenezy wynosił 0,3% (Broda, Mikołajczyk, 2001). Androgenezę można indukować u bardzo wielu gatunków roślin. Podstawowym warunkiem decydującym o wykorzystaniu tej techniki jest jej wysoka efektywność. Niski odsetek regenerowanych roślin, częste defekty chlorofilowe uniemożliwiają wykorzystanie haploidów oraz linii DH żyta w hodowli na skalę masową.

KULTURY IZOLOWANYCH MIKROSPOR

Technika izolowanych mikrospor jest u *Secale cereale* stosowana sporadycznie. Czynniki decydującymi o powodzeniu tych kultur są:

- warunki wzrostu roślin donorowych
- odpowiednie stadium rozwojowe mikrospor (stadium średnio- lub późnojednojądrowe),
- warunki inkubacji mikrospor.

Wenzel i wsp. (1975) izolowali mikrospory, ale nie były one zdolne do zregenerowania roślin. Jako optymalne stadium izolacji mikrospor najczęściej podają stadium późnojednojądrowe, a czynnikiem wpływającym na przebieg regeneracji jest dodatek do pożywki indukcyjnej mannitolu w stężeniu 0,5 M.

Deimling i wsp. (1994) podają, że udało się zregenerować rośliny z izolowanych mikrospor u genotypu SC35, który charakteryzował się wysoką zdolnością do androgenezy również w kulturach pylników (63,5% androgennych pylników, z których otrzymano 5,6% zielonych roślin). Wskazują również, że traktowanie wstępne kłosów lub pylników (obniżenie temperatury do 14° C przez 6 dni oraz prekultury pylników na pożywce zawierającej 7% mannitolu w temperaturze 14° C) może powodować spadek zdolności regeneracyjnych. Na korzystny wpływ prekultury mikrospor w 7% stężeniu mannitolu wskazują również Rakoczy-Trojanowska i wsp. (1996). Zarówno dla pylników, jak i izolowanych mikrospor podaje się, że korzystniejszym źródłem węgla organicznego jest maltoza, przy czym dla mikrospor optymalna zawartość w pożywce wynosi 60 g/l (dla pylników 90–120 g/l).

ELIMINACJA CHROMOSOMÓW

Istotą metody jest krzyżowanie oddalone, w wyniku którego eliminacji ulegają chromosomy pochodzące od formy ojcowskiej. Cechą charakterystyczną metody jest konieczność traktowania roślin matecznych regulatorami wzrostu i rozwoju zarówno

przed, jak i po zapyleniu poprzez oprysk lub iniekcję do źdźbeł roztworu auksyn (Suenaga, 1994; Wędzony i in., 1998; Ślusarkiewicz-Jarzina i in., 1999).

Metoda ta na szeroką skalę jest stosowana u jęczmienia od trzydziestu lat i nosi nazwę bulbozowej (Kasha i Kao, 1970; Bajaj, 1990). Polega na krzyżowaniu *Hordeum vulgare* z *Hordeum bulbosum*. Gatunkiem wykorzystywanym do zapylenia pszenicy i pszenżyta jest kukurydza *Zea mays* (Laurie, Benett, 1989; Wędzony i in., 1998). Stwierdzono, że chromosomy kukurydzy są eliminowane już w trakcie pierwszych trzech podziałów komórkowych (Laurie, Benett, 1989). Mechanizm pierwszych podziałów zygoty jest zdeterminowany przez cytoplazmę komórki jajowej. W tym przypadku następuje przyłączenie wrzeczona kariokinetycznego do chromosomów rośliny matecznej. Stąd w pierwszych podziałach następuje wyeliminowanie chromosomów wniesionych do zygoty przez formę ojcowską.

Stosując ją podjęto próby krzyżowań żyta z kukurydzą, niestety zarodki mieszańcowe po przeniesieniu na pożywkę nie rozwijały się (Ślusarkiewicz-Jarzina i in., 1999). Z doświadczeń prowadzonych w badaniach własnych należy nadmienić, że dodatkowym utrudnieniem jest synchronizacja terminów kwitnienia żyta i kukurydzy. Doświadczenia wykazały, że metoda nie jest efektywna dla uzyskiwania haploidów żyta.

REGENERACJA

W kulturach pylników i izolowanych mikrospor można wyróżnić dwa podstawowe rodzaje regeneracji: powstawanie zarodków haploidalnych (embriogeneza bezpośrednia) oraz tworzenie się embriogennego kalusa (embriogeneza pośrednia). Dla hodowli najbardziej pożądana jest embriogeneza bezpośrednia, ponieważ regeneracja pośrednia niesie ze sobą takie zagrożenia, jak zmienność gametoklonalna, powstawanie aneuploidów oraz zmianę stopnia ploidalności (często powstają miksoploidy i poliploidy).

Flehinghaus i wsp. (1991) wskazują jako najkorzystniejszą do regeneracji zmodyfikowaną pożywkę N₆ z dodatkiem kinetyny, która jest niezbędna do prawidłowego ukorzenienia roślin. Z kolei Wenzel i wsp. (1977) oraz Daniel (1993) otrzymali podobne wyniki na pożywce N₆ bez regulatorów wzrostu. Hörlein (1991) po przetestowaniu 11 różnych pożywek regeneracyjnych stwierdziła, że do rozwoju kalusa w zielone rośliny niezbędny jest niski poziom auksyn.

Flehinghaus i wsp. (1991) umieszczali zielone struktury oraz roślinki na pożywce regeneracyjnej (zmodyfikowana pożywka N₆) w temperaturze 22° C. Jarowizację prowadzono w warunkach *in vitro*, zjarowizowane rośliny, będące w dobrej kondycji wysadzano do gleby.

Otrzymane rośliny Daniel (1993) przenosił do gleby, gdy miały dwa, trzy liście. Sadzonki umieszczał w szklarni o temperaturze 20° C i wysokiej wilgotności. Po 14 dniach rośliny poddawano jarowizacji przez 10 tygodni w temperaturze 4° C. Czas potrzebny do otrzymania pierwszego pokolenia linii DH wynosi około 18 miesięcy (Deimling, Flehinghaus-Roux, 1997). W tabeli 2 podano czas trwania jednego cyklu kultur pylników z wyszczególnieniem poszczególnych etapów od siewu roślin donorowych do wysadzenia roślin haploidalnych do gleby.

Tabela 2

Czas trwanie jednego cyklu kultur pylników od wysiewu roślin donorowych do otrzymania roślin pokolenia R₁

Duration of whole cycle of anther culture from sowing of donor plant to obtaining R₁ generation of plants

Czynność Operation	Tygodnie Weeks
wysiew roślin donorowych, kiełkowanie, wzrost siewek sowing the seeds, germination and donor seedlings development	1
jarowizacja vernalization	10
adaptacja do warunków szklarniowych adaptation in to greenhouse conditions	2
wzrost roślin donorowych growth the donor plants	8
pobieranie materiału roślinnego, traktowanie wstępne kłosów collecting of donor spike, spike pretreatment	1
wyszczepianie pylników anthers culturing	1
indukowanie androgenezy induction of androgenesis	12
pasażowanie kalusów, regeneracja roślin, podwajanie liczby chromosomów callus passage, plant regeneration, doubling chromosome number	4
jarowizacja zregenerowanych roślin vernalization of regenerated plants	10
adaptacja adaptation	2
wysadzanie roślin do gleby, wzrost roślin, samozapylenie transfer plant to soil in the greenhouse, plant growth, self-pollination	22

ALBINIZM

Poza niskim odsetkiem regenerujących roślin oraz typem regeneracji kolejnym znaczącym problemem w androgenezie zbóż jest powstawanie roślin z defektami chlorofilowymi lub całkowicie albinotycznymi. U pszenicy (Tuveson i in., 1989) i jęczmienia (Larsen i in., 1991) albinizm jest kontrolowany genetycznie, najprawdopodobniej przez delecje w DNA chloroplastów. Żyto charakteryzuje się bardzo wysokim odsetkiem regenerantów z defektami chlorofilowymi. Już w pierwszych pracach (Thomas i in., 1975) zaobserwowano liczne rośliny albinotyczne od 70,4% do 89,7%. Wielu autorów wskazuje na bardzo silny wpływ genotypu na pojawianie się form z defektami chlorofilowymi np. Daniel (1993), który u genotypu Carokutrz otrzymał 100% albinosów.

Na tak licznie, występujące u żyta, defekty chlorofilowe mogą mieć wpływ również chimeryzm i czynniki fizjologiczne. Wskazywałaby na to praca Wenzela i Thomasa (1974), gdzie zaobserwowano regenerację zielonych i albinotycznych roślin z tego samego kalusa.

PODSUMOWANIE

Badania nad wykorzystaniem technik *in vitro* do otrzymania linii DH u gatunku *Secale cereale* L. prowadzi się od ponad dwudziestu lat. W tym czasie bardzo rozwinęły się stosowane metodyki oraz opracowano liczne protokoły dla kultur pylników żyta.

Tabela 3

Przegląd literatury dotyczącej androgenезы u żyta z uwzględnieniem materiału roślinnego, badanych czynników oraz przebiegu regeneracji

Review of literature on androgenesis in rye with consideration to the plant material tested, factors and regeneration process

Autor i rok Author and year	Materiał roślinny Plant material	Badane czynniki Tested factors	Przebieg regeneracji Regeneration process	
			kalus calli	rośliny plants
Wenzel i Thomas, 1974	<i>Secale cereale</i>	stadium rozwojowe mikrospor, skład pożywki microspore developmental stage, culture medium	+	—
Thomas i in., 1975	<i>Secale cereale</i> × <i>Secale vavilovii</i>	stan rośliny donorowej, stadium rozwojowe mikrospor, skład pożywki, genotyp state of donor plant, microspore developmental stage, culture medium, genotype	+	+
Wenzel i in., 1976	<i>Secale cereale</i> , <i>Secale cereale</i> × <i>Secale vavilovii</i>	genotyp genotype	+	+
Wenzel i in., 1977	<i>Secale cereale</i> , <i>Secale cereale</i> × <i>Secale vavilovii</i>	traktowanie wstępne kłosów, skład pożywki, genotyp spike pretreatment, culture medium, genotype	+	+
Orlikowska, 1977	<i>Secale cereale</i>	skład pożywki culture medium	+	—
Sharma i in., 1982	<i>Secale cereale</i>	traktowanie wstępne kłosów, skład pożywki, genotyp spike pretreatment, culture medium, genotype	+	—
Milewska-Pawliczuk, 1987	<i>Secale cereale</i>	skład pożywki, genotyp culture medium, genotype	+	—
Flehinghaus i in., 1991	<i>Secale cereale</i> , <i>Secale cereale</i> × <i>Secale vavilovii</i>	skład pożywki, genotyp culture medium, genotype	+	+
Daniel, 1993	<i>Secale cereale</i> , <i>Secale cereale</i> × <i>Secale vavilovii</i>	skład pożywki, genotyp culture medium, genotype	+	+
Flehinghaus-Roux i in., 1995	<i>Secale cereale</i> , <i>Secale cereale</i> × <i>Secale vavilovii</i>	genotyp genotype	+	+
Immonen i Anttila, 1996	<i>Secale cereale</i>	traktowanie wstępne kłosów, skład pożywki, genotyp spike pretreatment, culture medium, genotype	+	+
Rakoczy-Trojanowska i in., 1996	<i>Secale cereale</i>	traktowanie wstępne kłosów, prekultura mikrospor, skład pożywki, genotyp spike pretreatment, preculture of microspores, culture medium, genotype	+	—
Rakoczy-Trojanowska i in., 1996 a	<i>Secale cereale</i>	traktowanie wstępne kłosów, skład pożywki, genotyp spike pretreatment, culture medium, genotype	+	+
Rakoczy-Trojanowska i in., 1997	<i>Secale cereale</i>	skład pożywki, genotyp culture medium, genotype	+	+
Immonen, 1999	<i>Secale cereale</i>	traktowanie wstępne kłosów, genotyp spike pretreatment, genotype	+	+
Immonen i Anttila, 1999	<i>Secale cereale</i>	traktowanie wstępne kłosów spike pretreatment	+	+

Do najważniejszych czynników decydujących o przebiegu androgenezy należą: genotyp, warunki wzrostu roślin donorowych i traktowanie wstępne kłosów, stadium rozwojowe mikrospor, skład pożywki oraz warunki prowadzenia kultury. Warunkiem wykorzystania każdej techniki kultur *in vitro* w hodowli jest jej prostota, wysoka efektywność oraz niskie koszty. Już w pierwszych pracach dotyczących indukowania haploidów u żyta (*Secale cereale* L.) zaobserwowano niski odsetek regenerujących roślin, z których na dodatek liczne są albinotyczne np. Wenzel i wsp. (1976) z 84000 wyłożonych na pożywki pylników otrzymali 68 roślin, z czego 61 albinotycznych.

Czynnikami ograniczającymi wykorzystanie androgenezy i eliminacji chromosomów do uzyskiwania linii podwojonych haploidów żyta, a dalej w hodowli heterozyjnej, są przede wszystkim niska efektywność androgenezy, czas otrzymania linii DH (wynoszący minimum 18 miesięcy) oraz wysoki udział roślin z defektami chlorofilowymi. Powtarzalność wyników w poszczególnych eksperymentach jest niezadowalająca.

Publikacje dotyczące haploidyzyacji żyta są nieliczne ze względu na jego regionalne znaczenie w porównaniu z gatunkami, takimi jak pszenica, jęczmień, rzepak itp. Większość prac dotyczących androgenezy u tego gatunku pochodzi z krajów, gdzie to zboże jest uprawiane jako źródło pożywienia dla ludzi. Najważniejsze prace z uwzględnieniem badanego materiału, czynników oraz otrzymanych wyników zestawiono w tabeli 3.

LITERATURA

- Bajaj Y. P. S. 1990. Biotechnology in agriculture and forestry: haploids in crop improvement I. Springer-Verlag, Berlin, Vol. 12: 18/20: 125 — 127.
- Broda Z., Mikołajczyk S. 2001. Próby indukowania haploidów żyta (*Secale cereale*) metodą kultur pylnikowych. Biotechnologia, 1/52: 148 — 152.
- Daniel G., 1993. Anther culture in rye: improved plant regeneration using modified MS-media. Plant Breeding, 110: 259 — 261.
- Deimling S., Flehminghaus-Roux T. 1997. Haploidy in rye. In: *In vitro* haploid production in higher plants. S. M. Jain, S. K. Sopory, Veilleux R. E. (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: Vol. 4: 181 — 204.
- Deimling S., Geiger H. H. 1996. Anther culture in rye: Methodical improvements and genetic analysis. Vortr. Pflanzenzüchtg.: 35: 225 — 235.
- Deimling S., Flehminghaus-Roux T., Röber F., Schechert S., Roux R., Geiger H. H. 1994. Doubled haploid production — now reproducible in rye. In: Abstracts VIIIth International Congress of Plant Tissue and Cell Culture, Firenze, June 12–17, 1994: 95.
- Flehminghaus T., Deimling S., Geiger H. H. 1995. Anther-culture ability in *Secale cereale* L. Plant Breeding 114: 259 — 261.
- Flehminghaus-Roux T., Deimling S., Geiger H. H. 1991. Methodical improvements in rye anther culture. Plant Cell Reports 10: 397 — 400.
- Hörlein A. J. 1991. Methodische Untersuchungen zur Antherenkultur bei Roggen. Ph. D. Thesis, University of Hohenheim, Stuttgart.
- Immonen S., Anttila H. 1999. Cold pretreatment to enhance green plant regeneration from rye anther culture. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 57: 121 — 127.
- Immonen S. 1999. Androgenetic green plants from winter rye, *Secale cereale* L., of diverse origin. Plant Breeding 118: 319 — 322.
- Immonen S., Anttila H. 1996. Success in anther culture of rye. Vortr. Pflanzenzüchtg. 35: 237 — 244.
- Kasha K. J., Kao K. N. 1970. High frequency haploid production in barley (*Hordeum vulgare* L.). Nature 225: 874 — 876.

- Larsen E. T., Tuveson I. K. D., Andersen S. B. 1991. Nuclear genes affecting percentage of green plants in barley (*Hordeum vulgare* L.) anther culture. Theor. Appl. Genet. 82: 417 — 420.
- Laurie D. A., Bennett M. D. 1988. The production of haploid wheat plants from wheat × maize crosses. Theor. Appl. Genet. 76: 393 — 397.
- Marsolais A. A., Seguin-Swartz G., Kasha K. J. 1984. The influence of anther cold pretreatments and donor plant genotypes on *in vitro* androgenesis in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture 3: 69 — 79.
- Milewska-Pawliczuk E. 1987. Induction of androgenesis *in vitro* in various genetic forms of *Secale cereale*. Biologia Plantarum 29/4: 295 — 298.
- Orlikowska T. 1977. Induction of androgenesis *in vitro* in *Secale cereale* and *Triticale*. Genet. Pol. 18/1: 51 — 58.
- Powell W. 1988. The influence of genotype and temperature pre-treatment on anther culture response in barley (*Hordeum vulgare* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture 12: 291 — 297.
- Rakoczy-Trojanowska M., Kwaśniak A., Malepszy S. 1996. Factors influencing viability and sporophytic development *in vitro* of rye (*Secale cereale* L.) microspores. Vortr. Pflanzenzüchtg. 35: 256 — 257.
- Rakoczy-Trojanowska M., Śmiech M., Malepszy S. 1996 a. An evaluation of the factors influencing anther culture of rye (*Secale cereale* L.) Vortr. Pflanzenzüchtg. 35: 260 — 261.
- Rakoczy-Trojanowska M., Śmiech M., Malepszy S. 1997. The influence of genotype and medium on rye (*Secale cereale* L.) anther culture. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 48: 15 — 21.
- Sharma G. C., Wen Chung Wang, Sapra V. T. 1982. Effect of genotype, media and temperature pretreatment on calus initiation in triticale, wheat, and rye anther cultures. Cereal Res. Commun. 10 3/4: 143 — 150.
- Suenaga K. 1994. Doubled haploid system using the intergeneric crosses between wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*). Bull. Natl. Inst. Agrobiol. Resour. 9: 83 — 139.
- Szarejko I. 1994. Techniki otrzymywania podwojonych haploidów i ich wykorzystanie w hodowli roślin. Prace Ogrodu Botanicznego PAN 5/6: 39 — 53.
- Ślusarkiewicz-Jarzina A., Ponitka A., Woźna J. 1999. Kultury pylnikowe, izolowane mikrospory i oddalone krzyżowanie w uzyskiwaniu haploidów żyta. I Krajowa Konferencja „Haploidy i linie podwojonych haploidów w genetyce i hodowli roślin”. Instytut Genetyki Roślin PAN, Poznań: 30.
- Thomas E., Hoffmann F., Wenzel G. 1975. Haploid plantlets from microspores of rye. Z. Pflanzenzüchtg. 75: 106 — 113.
- Tuveson I. K. D., Pedersen S., Andersen S. B. 1989. Nuclear genes affecting albinism in wheat (*Triticum aestivum* L.) anther culture. Theor. Appl. Genet. 78: 879 — 883.
- Wenzel G., Foroughi-Wehr B. 1990. Haploidenkultur. Agrarspectrum 17: 85 — 98.
- Wenzel G., Hoffmann F., Thomas E. 1976. Heterozygous microspore-derived plants in rye. Theor. Appl. Genet. 48: 205 — 208.
- Wenzel G., Hoffmann F., Thomas E. 1977. Increased induction and chromosome doubling of androgenetic haploid rye. Theor. Appl. Genet. 51: 81 — 86.
- Wenzel G., Thomas E. 1974. Observations on the growth in culture of anthers of *Secale cereale*. Z. Pflanzenzüchtg. 72: 89 — 94.
- Wędzony M., Marcińska I., Ponitka A., Ślusarkiewicz-Jarzina A., Woźna A. 1998. Production of doubled haploids in triticale (X *Triticosecale* Wittm.) by means of crosses with maize (*Zea mays* L.) using picloram and dicamba. Plant Breeding 117: 211 — 215.

SŁAWOMIR PODLASKI**HANNA WZOREK****ZOFIA CHROBAK**

Katedra Fizjologii Roślin

Zakład Hodowli Roślin i Nasiennictwa

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Wpływ pobudzania nasion kukurydzy na ich wigor oraz wzrost i plon roślin

The effect of maize seed priming on their vigour, growth and yield of plants

Określano wpływ pobudzania nasion dwóch mieszańców kukurydzy Duet i KLG 22-10 w wodzie i dwóch substancjach stałych. W ocenie laboratoryjnej pobudzanie nasion wpłynęło przede wszystkim na zwiększenie szybkości kiełkowania. Efektywność pobudzania nasion w substancjach stałych była dużo wyższa niż w wodzie. Wschody polowe po pobudzeniu nasion w stałych substancjach były wyższe o 6,5 i 6,7% w stosunku do nasion kontrolnych natomiast szybkość wschodów była wyższa od 1,6 do 2,1 dnia. Plon suchej masy rośliny odmiany Duet po pobudzeniu nasion w wodzie i substancjach stałych wzrósł o 13,7 do 54,6 g (7,3–29,1%) w stosunku do kontroli. Plon ziarna mieszańca KLG 22-10 zwiększył się w wyniku pobudzania nasion od 4,1 dt/ha do 8,6 dt/ha (8,0–16,8%) w porównaniu z kontrolą.

Słowa kluczowe: kukurydza, nasiona, pobudzanie, wigor

The effect seed priming in water and two solid substances of two maize hybrids was determined. In laboratory seed priming effected, first of all, on acceleration of germination speed. Effectiveness of seed priming in solid substances (solid matrix priming — SMP) was higher than in water. Field emergence after SMP of seeds was higher by 6.7 and 6.5% in comparison to control seeds. Plants emerged faster by 1.6 to 2.1 days. Yield of plant dry matter of variety Duet, after seeds priming in water and solid substances increased from 13.7 to 54.6 g (7.3–29.1%). Increase of kernels yield of KLG 22-10 variety, as a result of seed priming was from 4.1 dt/ha to 8.6 dt/ha (8.0–16.8%) as compared to control seeds.

Key words: maize, priming, seeds, vigour

WSTĘP

Minimalna temperatura kiełkowania nasion kukurydzy waha się od 8 do 10° C, natomiast optymalna sięga od 24 do 31° C. Minimalna zawartość wody potrzebna do kiełkowania nasion i wschodów roślin wynosi odpowiednio 38,5 i 42,5% s.m. Wraz z obniżeniem się temperatury kiełkowania zmniejsza się szybkość pobierania wody przez

nasiona oraz wydłuża czas uzyskania krytycznych wartości potencjału wody umożliwiających kiełkowanie. (Xie i Xie, 1997).

Pobudzanie nasion umożliwia zmniejszenie ich wrażliwości na niekorzystne czynniki środowiska. Polega ono na kontrolowanej hydratacji nasion do poziomu, który powoduje rozpoczęcie ich metabolicznej aktywności, lecz jest niewystarczający do pojawienia się korzenia zarodkowego (Podlaski, 1992).

Pobudzanie nasion kukurydzy w PEG 6000 o koncentracji 100 lub 150 g/l wody albo w 0,3 i 0,1% KNO₃ przez 10 dni poprawiło ich zdolność kiełkowania w laboratorium o 35% (Gimenez-Sampaio i in., 1997). Użycie stałej substancji do pobudzania nasion poprawiło zdolność i szybkość wschodów kukurydzy w cold-teście i w jednym z czterech doświadczeń polowych (Harz i Caprile, 1995). Podczas pobudzania w osiach zarodkowych w niewielkim stopniu występowała synteza DNA, RNA i białek. Natomiast po zakończeniu pobudzania, intensywność syntezy tych makromolekuł była większa niż w nasionach nie pobudzanych (Garzia i in., 1995).

W 15 indyjskich wsiach nauczono farmerów pobudzania nasion kukurydzy w wodzie przez 12 do 24 h. Uzyskano w ten sposób szybsze wschody i lepszą obsadę, a rośliny charakteryzowały się szybszym wzrostem i większą tolerancją na suszę (Harris i in., 1999). Stwierdzono korzystny wpływ jonów wapnia dostarczanych nasionom kukurydzy podczas pobudzania (Rajeev-Singh i in., 1998). Zdolność kiełkowania nasion oraz ich wigor zwiększały się po moczeniu w roztworze soli wapnia o stężeniu 10 mmol/l. Poprawa jakości nasion była związana ze zwiększoną aktywnością amylazy oraz wzmożonym metabolizmem skrobi i rozpuszczalnych białek (Sinha i in., 1998).

Biorąc pod uwagę możliwości jakie daje pobudzanie nasion, podjęto w Katedrze Hodowli Roślin i Nasiennictwa SGGW badania nad określeniem wpływu tego zabiegu na wigor nasion oraz wzrost i plon roślin kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań prowadzonych w latach 1995–1997 były nasiona dwóch mieszańców kukurydzy Duet i KLG 22-10. Mieszaniec Duet zaliczany jest do średnio późnych, przeznaczonych do uprawy na kiszonkę i ziarno, natomiast KLG 22-10 jest mieszańcem średnio wczesnym przeznaczonym do uprawy na ziarno. Masa 1000 nasion mieszańca Duet wahała się w latach badań od 170 do 180 g, a KLG 22-10 od 230 do 245 g.

Zakres badań obejmował doświadczenia laboratoryjne i polowe. W laboratorium opracowano metodykę pobudzania nasion w wodzie oraz w dwóch substancjach stałych A i B. Substancje te różniły się pochodzeniem oraz właściwościami fizyko-chemicznymi. W laboratorium określono przebieg kiełkowania nasion w zróżnicowanych warunkach termicznych (10° C i 20° C). W polu oznaczono przebieg wschodów oraz szybkość wzrostu i plon roślin. Szybkość kiełkowania w doświadczeniach laboratoryjnych oraz szybkość wschodów obliczano za pomocą współczynnika Piepera, określającego średni czas kiełkowania (wschodów) jednego nasienia (rośliny).

W celu opracowania optymalnej metodyki pobudzania nasion w wodzie, ziarniaki kukurydzy umieszczano na wilgotnej bibule w temperaturze 20° C i co 2 godziny kolejne

porcje nasion były zdejmowane z bibuły. Oznaczano ich wilgotność metodą suszarkową, pozostawiając resztę nasion do wyschnięcia dla określenia ich zdolności i szybkości kiełkowania. Celem takiego postępowania było znalezienie granicznego czasu pobudzania, po którym współczynnik Piepera będzie najniższy, zdolność kiełkowania nie będzie się obniżać, a wygląd nasion będzie wskazywał, że znajdują się w fazie poprzedzającej pojawienie się korzenia zarodkowego.

Podczas pobudzania nasion w substancjach stałych postępowano podobnie, jak w przypadku pobudzania w wodzie. Optymalna metodyka pobudzania powinna umożliwić uzyskanie jak najniższego współczynnika Piepera, czyli nasiona powinny kiełkować jak najszybciej. W tym celu modyfikowano granulację stałych substancji, stosunek masy uwodnionych substancji stałych do masy nasion oraz czas pobudzania. Najlepsze wyniki uzyskano przy użyciu substancji stałych nasyconych wodą. W tym momencie wilgotność substancji stałej A wynosiła 40%, a substancji B około 38% suchej masy. Stosunek mas suchych nasion do wysyconych wodą substancji stałych wynosił 1:5, a granulacja substancji stałych wahała się od 5 do 7 mm.

Po zakończeniu pobudzania zwrócono uwagę na pokrycie nasion pyłem pochodzącym z użytych substancji stałych. Ponieważ podejrzewano możliwość przechodzenia niektórych jonów z substancji stałych do ziarniaków kukurydzy, a w konsekwencji oddziaływania tych substancji na proces kiełkowania, porównano przebieg kiełkowania nasion czystych (oczyszczonych z pyłu) z nasionami pokrytymi resztkami substancji stałych. Ponadto ze 100 nasion usunięto substancję stałą (pył) i po zalaniu pięciokrotnie większą masą wody przeprowadzono analizę zawartości kationów w uzyskanym roztworze.

Doświadczenia polowe zakładano w RZD Żelazna, na glebie klasy bonitacyjnej IV a, kompleksu żytniego dobrego. Przedplonem dla kukurydzy były ziemniaki uprawiane na oborniku. Zasady uprawy były zgodne z zaleceniami agrotechnicznymi. Kukurydzę wysiewano na początku maja, ręcznie pod znacznik, w rozstawie 70 x 18 cm, po 2–3 ziarna w jeden punkt, celem uzyskania założonej obsady roślin. Wielkość poletka wynosiła 25,2 m². Każdą kombinację doświadczenia wysiewano w 4 powtórzeniach. Na oddzielnych poletkach wysiewano 4 x 100 ziaren każdej kombinacji dla oceny polowej zdolności i szybkości wschodów.

WYNIKI

Po przeprowadzonych w laboratorium próbach nad opracowaniem optymalnych warunków pobudzania ziarniaków kukurydzy przy użyciu substancji stałych A i B stwierdzono, że nasiona mieszańca Duet nie powinny być pobudzane dłużej niż 22 godziny, a KLG 22-1 — 18 godzin. Po tym czasie wilgotność nasion mieszańca Duet wynosiła około 30%, a mieszańca KLG 22-1 około 25%.

Jak wynika z tabeli 1 zdolność kiełkowania nasion pobudzanych w różnym czasie zmieniała się w niewielkim stopniu. Natomiast w charakterystyczny sposób zmieniał się współczynnik Piepera. Początkowo wartość współczynnika malała wraz z wydłużaniem czasu pobudzania, a następnie zaczynała rosnąć. Najniższą wartość współczynnika Piepera

uzyskano dla mieszańców Duet po 22, a KLG 22-10 po 18 godzinach. Taki czas pobudzania przyjęto za optymalny dla obu mieszańców.

Tabela 1

Przebieg kiełkowania nasion kukurydzy mieszańców Duet (D) i KLG 22-10 (KLG) w zależności od czasu ich pobudzania w wodzie. Temperatura kiełkowania 20° C
Seed germination of maize hybrids Duet (D) and KLG 22-10 (KLG) in relation to time of seed priming in water. Germination temperature 20° C

Czas pobudzania (h) Time of seed priming (hrs)	Wilgotność nasion (%) Seed moisture (%)		LZK (%) Germination ability (%)		Współczynnik Piepera (dni) Pieper's coefficient (days)	
	D	KLG	D	KLG	D	KLG
12	25,1	22,1	96,3	98,1	2,51	2,47
18	28,3	24,3	96,3	99,3	2,50	2,44
20	29,5	26,4	96,0	97,0	2,47	2,55
22	30,0	26,7	97,7	95,3	2,43	2,48
24	30,2	26,7	97,3	95,7	2,54	2,55
26	30,3	26,7	96,5	96,7	2,56	2,58
30	32,3	28,4	96,7	98,3	2,51	2,61
Nasiona nie pobudzone Non primed seeds	7,7	7,7	97,0	99,3	2,64	2,56
NIR $\alpha = 0,05$	—	—	1,5	2,1	0,09	0,08
LSD $\alpha = 0.05$	—	—	—	—	—	—

Efektywność pobudzania nasion w substancjach stałych była lepsza niż w wodzie, co wyrażało się niższym współczynnikiem Piepera, ilustrującym szybkość kiełkowania nasion obu mieszańców (tab. 2). U obu mieszańców w miarę wydłużania czasu pobudzania z 12 do 26 godzin obserwowano obniżanie wartości współczynnika Piepera. Przedłużenie czasu pobudzania do 30 h spowodowało istotne wydłużenie średniego czasu kiełkowania jednego nasienia. Substancja A okazała się skuteczniejsza w działaniu niż substancja B. Średnia wartość współczynnika Piepera obliczonego dla siedmiu czasów pobudzania ziarniaków obu mieszańców przy użyciu substancji A wynosiła 1,46 dnia i była istotnie niższa niż odpowiednia wartość tego współczynnika przy pobudzaniu w substancji B (1,77 dnia, NIR = 0,15 dnia). Nasiona mieszańca Duet okazały się wrażliwsze na pobudzanie niż mieszańca KLG 22-10. Średnia wartość współczynnika Piepera obliczona dla obu substancji i zastosowanych czasów pobudzania w przypadku mieszańca Duet wynosiła 1,52 i była istotnie niższa niż dla mieszańca KLG 22-10 — 1,71 (NIR = 0,17). Trudno jest wyjaśnić tę zróżnicowaną reakcję nasion obu mieszańców.

Pobudzanie nasion w wodzie i substancjach stałych nie zróżnicowało zdolności kiełkowania nasion w temperaturze 100° C, natomiast zdecydowanie wpłynęło na zróżnicowanie współczynnika Piepera (tab. 3). Nasiona mieszańca Duet charakteryzowały się niższym współczynnikiem Piepera niż nasiona mieszańca KLG 22-10. Średnia wartość współczynnika Piepera obliczona dla czterech sposobów przygotowania nasion, tj. nasion kontrolnych i pobudzanych wynosiła dla odmiany Duet 7,81, a dla mieszańca KLG 22-10 8,84 dnia. Pobudzanie nasion w wodzie, substancji A i B, skróciło średni czas kiełkowania nasion obu odmian, odpowiednio o 0,81, 2,71 i 2,1 dnia w stosunku do nasion kontrolnych.

Tabela 2

Wpływ czasu pobudzania nasion dwóch odmian kukurydzy w dwóch substancjach stałych (A i B) na szybkość kielkowania (współczynnik Piepera (dni)) w 20° C

The effect of seeds priming time of two maize varieties in solid substances (A and B) on their speed of germination (Pieper coefficient (days). Temperature 20° C

Czas pobudzania (h) Time of priming (hrs)	Współczynnik Piepera (dni) Pieper's coefficient (days)						Średnia Mean
	rodzaj stałej substancji type of solid substance						
	A			B			
	odmiany varieties						
	Duet	KLG 22-10	średnia mean	Duet	KLG 22-10	średnia mean	
12	1,68	1,82	1,75	1,75	1,95	1,85	1,80
18	1,60	1,63	1,62	1,71	1,98	1,85	1,73
20	1,43	1,51	1,47	1,65	1,92	1,79	1,63
22	1,22	1,50	1,36	1,63	1,85	1,74	1,55
24	1,19	1,42	1,31	1,60	1,80	1,70	1,50
26	1,17	1,40	1,29	1,59	1,71	1,65	1,47
30	1,27	1,57	1,42	1,69	1,85	1,77	1,60
Średnia Mean	1,37	1,55	1,46	1,66	1,87	1,77	1,62

Średnia dla substancji A i B odpowiednio 1,46 i 1,77

Average for substance A and B respectively: 1.46 and 1.77

Średnia dla odmian Duet i KLK 22-10 odpowiednio: 1,52 i 1,71

Average for varieties Duet and KLK 22-10 respectively: 1.52 and 1.71

Współdziałanie: A/B, B/A, B/C, C/B, A/C, C/A — nieistotne

Interaction: A/B, B/A, B/C, C/B, A/C, C/A — not significant

NIR $\alpha = 0,05; 0,15$

LSD $\alpha = 0,05; 0,15$

NIR $\alpha = 0,05; 0,17$

LSD $\alpha = 0,05; 0,17$

Tabela 3

Przebieg kielkowania nasion dwóch odmian kukurydzy w zależności od sposobu ich pobudzania w temperaturze kielkowania 10° C. Średnie z lat 1995–1997

Seed germination of two varieties in relation to seed priming method. Germination temperature 10° C. Average 1995–1997

Nasiona Seeds		LZK (%) Germination ability (%)		Współczynnik Piepera (dni) Pieper's coefficient (days)			
		odmiany varieties					
		Duet	KLK 22-10	średnia mean	Duet	KLK 22-10	średnia mean
Kontrolne Control		96,0	96,0	96,0	9,51	9,95	9,73
Pobudzone w wodzie Primed in water		98,3	98,0	98,2	8,45	9,38	8,92
Pobudzone w stałej substancji A Primed in solid substance A		95,0	94,7	94,9	6,59	7,45	7,02
Pobudzone w stałej substancji B Primed in solid substance B		98,7	98,3	98,5	6,70	8,56	7,63
Średnia Mean		97,0	96,8	96,9	7,81	8,84	8,32
NIR α = 0,05 LSD α = 0.05		ns		4,2	0,36		0,35
NIR α = 0,05	A/B — ns	NIR α = 0,05		B/A — 0,56			
LSD α = 0.05	A/B — ns	LSD α = 0.05		B/A — 0.56			

Najlepsze efekty dla obu odmian stwierdzono pobudzając nasiona w substancji A. W przypadku mieszańca Duet nie stwierdzono istotnych różnic w efektywności pobudzania z użyciem obu substancji stałych. Nasiona mieszańca KLG 22-10 silniej reagowały na rodzaj substancji użytej do pobudzania nasion. Substancja A przyspieszyła kiełkowanie nasion o 1,11 dnia w stosunku do substancji B. (NIR = 0,56). Pobudzanie nasion w wodzie, substancji A i B zmniejszyło współczynnik Piepera o 1,06, 2,92 i 2,81 dnia w porównaniu do nasion kontrolnych. Natomiast dla odmiany KLG-22-10 to zmniejszenie wynosiło tylko 0,57, 2,5 i 1,39 dnia.

Pokrycie powierzchni nasion pyłem pochodzącym z substancji stałej użytej do pobudzania miało wpływ na przebieg kiełkowania nasion (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ usunięcia stałej substancji z powierzchni pobudzanych nasion na przebieg ich kiełkowania.
Temperatura kiełkowania 20° C. Średnie z lat 1995–1997
The effect of solid substances removal from surface of primed seeds on their germination. Germination temperature 20° C. Average 1995–1997

Nasiona Seeds	LZK (%) Germination ability (%)			Współczynnik Piepera (dni) Pieper's coefficient (days)		
	odmiany varieties					
	Duet	KLK 22-10	średnia mean	Duet	KLK 22-10	średnia mean
Pobudzone pokryte substancją A Primed dusted in substance A	99,3	99,0	99,2	1,48	1,58	1,53
Pobudzone w substancji A czyste Primed in substance A clean	97,3	99,3	98,3	1,66	1,74	1,70
Pobudzone pokryte substancją B Primed and covered with substance B	98,3	99,3	98,8	1,35	1,67	1,51
Pobudzone w substancji B czyste Primed in substance B clean	94,2	99,3	96,8	1,64	1,84	1,74
Średnia Mean	97,3	99,2	—	1,53	1,71	—
NIR α = 0,05	3,2			0,18		
LSD α = 0.05						

Nasiona odmiany Duet, z których powierzchni usunięto pozostałości substancji A i B użytych do pobudzania, charakteryzowały się zdolnością kiełkowania wynoszącą odpowiednio 97,3% i 94,2%, natomiast nasiona nie oczyszczone kiełkowały na poziomie 99,3 i 98,3%. Stwierdzono, że bez względu na rodzaj zastosowanej do pobudzania substancji stałej „czyste” nasiona odmiany Duet kiełkowały na poziomie 95,8%, natomiast nasiona pokryte pyłem substancji stałych 98,8. (NIR = 2,9). W przypadku nasion odmiany KLG 22-10 nie stwierdzono takiej zależności, nasiona „czyste” i pokryte pyłem kiełkowały na podobnym poziomie. W wyniku tak zróżnicowanej reakcji odmian nie stwierdzono wpływu substancji stałych pokrywających powierzchnię nasion na kształtowanie się ich zdolności kiełkowania.

U obu odmian nasiona „czyste” kiełkowały istotnie wolniej niż nasiona pokryte substancjami użytymi do pobudzania nasion. Dla odmiany Duet szybkość kiełkowania

jednego nasienia „czystego” i pokrytego pyłem wynosiła odpowiednio 1,65 i 1,42 dnia, natomiast dla odmiany KLG 22-10, 1,79 i 1,63 dnia. (NIR = 0,12). Średnia wartość współczynnika Piepera obliczona dla obu substancji stałych użytych do pobudzania wynosiła dla nasion „czystych” 1,52 dnia, a dla nasion pokrytych pyłem 1,72 dnia (NIR = 0,16). Masa substancji stałych pozostałych na nasionach po zakończonym procesie pobudzania zdjętych ze 100 nasion wahała się od 0,06 do 0,08 g. Analiza chemiczna wykazała, że w roztworze wodnym substancji A dominowały jony wapnia, potasu i magnezu, natomiast substancji B potasu, sodu, i magnezu.

Sposób przygotowania nasion miał również wpływ na przebieg wschodów polowych ziarniaków kukurydzy (tab. 5). Bez względu na odmiany i sposób przygotowania nasion, połowa zdolność wschodów (PZW) nie była istotnie zróżnicowana i wynosiła w latach 1995, 1996 i 1997 odpowiednio 75,8%, 85,1% i 77,5%. Nie stwierdzono zróżnicowania PZW w zależności od odmiany ani współdziałania pomiędzy sposobem traktowania nasion a odmianą. Za wielolecie średnie wschody polowe po pobudzeniu nasion obu odmian w substancjach A i B były istotnie wyższe, odpowiednio o 6,7% i 6,5% w stosunku do nasion kontrolnych (NIR = 5,8).

Tabela 5

Wielkość i szybkość wschodów polowych kukurydzy odmian Duet i KLG 22-10. Średnie z lat 1995–1997

Field emergence and speed of emergence of maize varieties Duet and KLG 22-10. Average from 1995–1997

Nasiona Seeds	Wschody polowe (%) Field emergence (%)			Szybkość wschodów, współczynnik Piepera (dni) Speed of emergence, Pieper coefficient (days)		
	odmiany varieties					
	Duet	KLG 22-10	średnia mean	Duet	KLG 22-10	średnia mean
Kontrolne Control	75,4	78,6	77,0	14,2	14,2	14,2
Pobudzone w wodzie Primed in water	74,9	79,8	77,4	13,0	13,1	13,1
Pobudzone w stałej substancji A Primed in solid substance A	82,3	85,0	83,7	12,2	12,1	12,1
Pobudzone w stałej substancji B Primed in solid substance B	82,1	84,8	83,5	12, 6	12,5	12,6
Średnia Mean	78,2	82,1	80,4	13,0	13,0	13,0
NIR α = 0,05	6,3		5,3	ns		0,5
LSD α = 0,05						

Bez względu na odmianę szybkość wschodów jednej rośliny wahała się od 11,5 dnia w 1996 roku do 14,1 dnia w 1995 roku (tab. 5). W poszczególnych latach badań nie stwierdzono istotnego zróżnicowania szybkości wschodów pomiędzy odmianami. Dla obu odmian pobudzanie nasion w wodzie i substancjach stałych, w każdym roku badań i za wielolecie, istotnie skróciło średni czas wschodów jednej rośliny od 1,1 do 2,1 dnia.

Najlepsze efekty dało pobudzanie nasion w substancji A, które za wielolecie, zmniejszyło średni czas wschodów aż o 2,1 dnia. Stwierdzono również, zależność pomiędzy warunkami środowiskowymi w czasie wschodów a efektywnością pobudzania nasion. Dla obu odmian w 1995 roku, gdy warunki środowiskowe nie sprzyjały wschodom roślin, przyspieszenie tego procesu po pobudzeniu nasion w wodzie i stałej substancji A wynosiło odpowiednio 1,7 i 2,6 dnia w stosunku do nasion kontrolnych. (NIR = 1,3). Natomiast w sprzyjającym wschodom roku 1996 wzrost szybkości tego procesu w stosunku do wymienionych wyżej kombinacji wynosił 0,7 i 2,0 dni, (NIR = 1,5).

Pobudzanie nasion wpłynęło również na cechy morfologiczne oraz plon roślin. Plon uzależniony był od warunków pogodowych w okresie wegetacji, a zwłaszcza od wielkości opadów atmosferycznych. Średnia sucha masa jednej rośliny mieszańca Duet wahała się od 150,5 g (120 dt/ha) w 1997 do 256,1 g (201,3 dt/ha) w 1995 roku, kiedy to w okresie wegetacji wystąpiły najbardziej sprzyjające warunki pogodowe.

Tabela 6

Wpływ pobudzania nasion kukurydzy odmiany Duet na wzrost i plon. Średnia z 3 lat
The effect of seed priming on growth and yield of maize. Duet variety. 3 year means

Nasiona Seeds	Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)	Świeża masa (g) Fresh weight (g)			Sucha masa rośliny (%) Dry weight of plant (%)	Sucha masa rośliny (g) Plant dry weight (g)
		łodygi stems	liście leaves	kolby cobs		
Kontrolne Control	225	247,9	95,8	180,0	35,8	187,5
Pobudzone w wodzie Primed in water	230	248,2	96,1	210,0	36,3	201,2
Pobudzone w stałej substancji A Primed in solid substance A	235	313,2	102,2	220,1	38,1	242,1
Pobudzone w stałej substancji B Primed in solid substance B	234	299,7	98,1	212,5	38,0	231,9
NIR α = 0,05	ns	26,2	ns	18,1	2,1	19,5
LSD α = 0.05						

Podobnie plon ziarna odmiany KLG 22-10 był istotnie zróżnicowany i wahał się w podanych powyżej latach od 48,3 do 64,5 dt/ha. W roku 1995, kiedy w okresie wschodów panowała susza, a od połowy czerwca do początku października spadło aż 380 mm deszczu, przyspieszenie wschodów wahające się u obu odmian od 1,7 do 2,6 dnia, po pobudzeniu nasion w wodzie i substancji A, spowodowało wzrost wysokości roślin obu odmian o 6–15 cm. W konsekwencji świeża masa kukurydzy mieszańca Duet zwiększyła się o 100–140 g, a sucha masa o 60–80 g w stosunku do plonu uzyskanego z nasion kontrolnych. Natomiast w 1996 roku, kiedy temperatura i wilgotność gleby sprzyjały szybkim wschodom, a późniejsze obfite opady stymulowały wegetację roślin, korzystny wpływ pobudzania nasion był mniej widoczny.

Średnio za wielolecie pobudzanie nasion mieszańca Duet, nieistotnie wpłynęło na wzrost wysokości roślin o 5 do 10 cm (tab. 6). Świeża masa łodyg po pobudzeniu nasion w substancjach stałych zwiększyła się od 51,8 do 65,3 g (NIR = 26,2), a kolb od 32,5 do 40,1 g (NIR = 18,1). Jednocześnie pobudzanie nasion wpłynęło na zwiększenie zawartości

suchej masy w roślinach od 0,5% do 2,3% (NIR = 2,1%). W konsekwencji plon suchej masy z rośliny był wyższy w porównaniu do kombinacji kontrolnej odpowiednio o 13,7 do 54,6 g (NIR = 19,5), co odpowiadało zwiększeniu plonu ziarna ze 150 dt/ha do 161 dt/ha po pobudzeniu nasion w wodzie i 185,5 oraz 193,7 dt/ha po użyciu do pobudzania substancji stałych.

Średnio za wielolecie pobudzanie nasion odmiany KLG 22-10 spowodowało nieistotny wzrost wysokości roślin o 3–7 cm, procentowej zawartości suchej masy w ziarnie o 0,4 do 1,0% oraz udziału ziarna w masie kolb o 0,5 do 0,9% (tab. 7). Plon ziarna w wyniku pobudzania nasion w wodzie oraz substancjach A i B zwiększył się odpowiednio o 4,1, 5,6 i 4,9 dt/ha (NIR = 4,6).

Tabela 7

Wpływ pobudzania nasion kukurydzy odmiany KLG 22-10 na wzrost i plon. Średnie z 3 lat
The effect of seed priming on growth and yield of maize KLG 22-10 variety. 3 year means

Nasiona Seeds	Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)	Plon ziarna (dt/ha) Yield of kernels (dt/ha)	Zawartość suchej masy w ziarnie (%) Dry matter of kernels (%)	Udział (%) ziarna w masie kolb Share (%) of kernels in cobs weight
Kontrolne Control	195	51,2	65,8	76,3
Pobudzone w wodzie Primed in water	198	55,3	66,2	76,8
Pobudzone w stałej substancji A Primed in solid substance A	202	59,8	66,8	77,1
Pobudzone w stałej substancji B Primed in solid substance B	201	58,1	66,5	77,3
NIR α = 0,05 LSD α = 0,05	ns	4,6	ns	ns

DYSKUSJA

Na skutek siewu kilku ziarniaków kukurydzy w jeden punkt problem zróżnicowanej obsady roślin na poletkach nie wystąpił. Zaobserwowano natomiast przyspieszenie wschodów w wyniku pobudzania, co było szczególnie widoczne przy niekorzystnych warunkach pogodowych. Jest to zgodne z wynikami innych autorów (Finch-Savage, 1995), którzy stwierdzili, że pobudzanie nasion różnych gatunków roślin może wpływać na przyspieszenie wschodów polowych oraz obsadę roślin, a w konsekwencji na plon. U nasion poddanych zabiegowi matrykondycjonowania (solid matrix priming) uzyskiwano podwyższenie wigoru ujawniające się lepszymi wschodami zwłaszcza w warunkach stresu temperaturowego, szybszym wzrostem i rozwojem roślin oraz wyższym plonem nasion (Grzesik, 2000; Harz i Caprile, 1995). Ponieważ, jak sugeruje Pill i wsp. (1991) w większości przypadków dzienny przyrost masy roślin wyrosłych z nasion pobudzanych i kontrolnych jest podobny, to korzystny wpływ pobudzania na wzrost roślin i ich plony może być powiązany głównie z przyspieszeniem wschodów.

Grzesik (2000) stwierdził, że wadą matrykondycjonowania są problemy związane z usunięciem z powierzchni pobudzanych nasion resztek substancji stałej. Z prezentowanych badań wynika, że w przypadku ziarniaków kukurydzy ta wada okazała się być pozytywna

w skutkach. Bardzo interesujący był wpływ substancji stałej pokrywającej nasiona na przebieg kiełkowania. Substancja stała może być traktowana nie tylko jako nośnik wody, ale również jako źródło pewnych specyficznych związków chemicznych sprzyjających procesowi kiełkowania. Rajeev-Singh i wsp. (1998) obserwowali korzystne wyniki obecności jonów wapniowych podczas pobudzania nasion kukurydzy. Ponieważ analiza chemiczna substancji A wykazała w jej składzie dominujący udział jonów wapniowych — można by w ten sposób wytłumaczyć opisany w pracy pozytywny wpływ tej substancji na kiełkowanie pobudzonych nasion.

WNIOSKI

1. Pobudzanie nasion kukurydzy jest efektywnym sposobem poprawy ich wigoru wyrażającym się przede wszystkim skróceniem czasu kiełkowania i wschodów.
2. Nasiona dwóch mieszańców kukurydzy (Duet i KLG 22-10) reagowały w zróżnicowany sposób na zastosowaną metodę pobudzania, jednak ogólnie efektywność pobudzania przy użyciu substancji stałych była większa niż w wyniku pobudzania w wodzie.
3. Pokrycie nasion substancją stałą użytą do pobudzania miało korzystny wpływ na przebieg kiełkowania.
4. Pobudzanie nasion obu mieszańców przy użyciu substancji stałych wpłynęło istotnie na zwiększenie połowej zdolności wschodów od 6,5 do 6,7% oraz skróciło średni czas wschodów jednej rośliny od 1,6 do 2,1 dnia w stosunku do kontroli.
5. W wyniku pobudzania nasion w przypadku mieszańca Duet zwiększyła się istotnie sucha masa jednej rośliny (o 13,7 do 54,6 g, tj. 7,3% do 29,1%), a w przypadku mieszańca KLG 22-10 wzrósł plon ziarna o 4,1–8,6 dt/ha (tj. 8% do 16,8%) w porównaniu z badaniem kontrolnym.

LITERATURA

- Finch-Savage W. E. 1995. Influence of seed quality on crop establishment, growth, and yield. In: Seed quality. Basic mechanisms and agricultural implications. S. Basra, (ed.) Food Products Press, Chapter 11: 361 — 381.
- Garzia F. C., Jimenez L. F., Vazquez-Ramos J. M. 1995. Biochemical and cytological studies on osmoprimed maize seeds. *Seed Science Research*. 5/1: 15 — 23.
- Gimenez-Sampaio T., Sampaio N. V., Souza R. H. V. de. 1997. Increase in germination and rate and emergence under low temperatures of maize (*Zea mays* L.) seeds subjected to osmotic preconditioning, *Revista Científica Rural* 2/1: 20 — 27.
- Grzesik M. 2000. Metody uszlachetniania materiałów nasiennych. *Warsztaty Nasiennicze*, Kraków: 67 — 74.
- Harris D., Joshi A., Khan P. A., Gothkar P., Sodhi P. S. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture* 35/1: 15 — 29.
- Harz T. K., Caprile J. 1995. Germination of sh2 sweet corn following seed disinfestation, solid-matrix priming, and microbial seed treatment. *Hort-Science* 30/7: 1400 — 1402.
- Pill W., G., Frett J. J., Morneau D. C. 1991. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. *Hort-Science* 26: 1160 — 1162.
- Podlaski S. 1992. Nowoczesne sposoby poprawy jakości nasion. Cz. II. Pobudzanie nasion. *Hod. Rośl. Nasien.* 1: 21 — 25.

- Rajeev-Singh S., Singh R. K., Singh R. 1998. Effect of calcium peroxide application on oxygen diffusion rate and growth of maize (*Zea mays* L.) under different soil moisture regimes. *Journal of Research, Birsa Agricultural University* 10/2: 193 — 196.
- Sinha N. K., Handoo J. K., Srivastava A. K. 1998. Effect of pretreatment and low temperature on mobilization efficiency of maize genotypes. *J. Appl. Biol.* 8/1: 20 — 23.
- Xie H., Xie H. 1997. Effect of temperature on germination and sprouting of maize seeds. *Beijing Agricultural Sciences* 15/2: 5 — 8.

ANNA GŁUSKA

Zakład Agronomii Ziemiaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Pomiary ubytku masy odciętych liści ziemniaka jako metoda pośredniej oceny różnic odmianowych w efektywności działania aparatów szparkowych

Measurements of leaf weight losses as a method of assessment of differences in stomatal efficiency of potato genotypes

W latach 1988–1995 prowadzono na 44 odmianach ziemniaka pomiary ubytków wody z odciętych liści. Określano ubytki masy liści w ciągu pierwszej i drugiej godziny po odcięciu z rośliny oraz stosunek obu tych wielkości jako wskaźnik sprawności aparatów szparkowych (W). Ubytki masy liści i wskaźnik (W) były największe przy pomiarach porannych i zmniejszały się istotnie w ciągu dnia. Wartości te były również istotnie zależne od wilgotności i temperatury powietrza. Stwierdzono wysoce istotne zróżnicowanie odmian pod względem badanych parametrów. Metoda ta może być przydatna do pośredniej oceny genotypów ziemniaka pod względem zdolności do obrony przed utratą wody z tkanek.

Słowa kluczowe: efektywność szparek, metoda, odmiany, ziemniak

Measurements of weight losses of leaves cut off from plants of 44 potato cultivars were carried out in 1988–1995. Leaves were sampled at 7.00, 12.00 and 17.00 and weighted 3 times: just after cutting than 1 and 2 hours after cutting. Leaf weight losses 1 and 2 hours after cutting and index W being the proportion of these two values were assessed. Leaf weight losses and index W were the highest in the morning and decrease during the day. Significant influence of humidity and temperature of air was also observed. There were found a highly significant differences among cultivars for all parameters measured. The method seems to be quite good for stomatal efficiency assessment to compare genotypes for their defence ability against water losses from tissue.

Key words: cultivars, method, potato, stomatal efficiency

WSTĘP

Reakcja roślin ziemniaka na okresowe niedobory wody jest cechą bardzo ważną gospodarczo, a uzyskanie genotypów o zwiększonej tolerancji na niedobór wody jest ważnym celem hodowców nowych odmian. Jednak nie sprecyzowano dotychczas konkretnych cech i wskaźników określających jednoznacznie tolerancję genotypu.

Ponadto, aby takie wskaźniki mogły być wykorzystane przez hodowców odmian, powinny opierać się na łatwych technicznie pomiarach, możliwych do wykonania na bardzo dużej liczbie roślin. Monti (1987) wskazuje, że w hodowli zawsze lepiej skorzystać z prostych metod oceny na dużej liczbie roślin, nawet jeżeli popełnia się pewien procent błędów, niż ograniczać liczbę testowanych roślin. Błędy można eliminować w kolejnych etapach selekcji, a duże populacje zapewniają większe bogactwo genetyczne.

Cecha tolerancji suszy jest pomijana przez hodowców bądź oceniana w oparciu o wynik plonowania w różnych warunkach środowiska, czyli metodą pracochłonną, wymagającą wielopunktowych, wieloletnich doświadczeń, np. w hodowli holenderskiej, (Parlevliet, 1987).

Vos (1987) stwierdza, że cecha tolerancji niedoboru wody jest skomplikowana, a obserwacje i pomiary roślin w warunkach kontrolowanych wymagają testowania wielu aspektów. Cechą rośliny najczęściej ocenianą w kontekście tolerancji na suszę jest funkcjonowanie aparatów szparkowych liści, jako mechanizmu adaptacji rośliny do zmiennych warunków wilgotnościowych środowiska. Z jednej strony pełne otwarcie szparek sprzyja intensywnej fotosyntezie i produkcji suchej masy, z drugiej jednak powoduje duże ubytki wody. W wielu ośrodkach prowadzi się ściśle doświadczenia, analizujące fizjologię procesu reakcji aparatów szparkowych na zmianę warunków środowiska (Levy, 1983; Levy i in., 1989; Dwelle i in., 1981 a, 1981 b; Bansal i Nagarajan, 1987). Z badań tych jednak nadal nie wynikają klarowne zależności, które mogłyby zaowocować prostą, praktyczną metodą oceny tolerancji genotypów i ich zróżnicowania pod względem tej cechy.

Zhi-Yong-Peng (1990) analizując różne cechy odmian ziemniaka związane z tolerancją na suszę, w tym parametry szparek, testował również tempo spadku masy odciętych liści jako prawdopodobny kompleksowy wskaźnik funkcjonowania szparek. Na podobnej hipotezie oparliśmy nasze badania rozpoczynając je w połowie lat osiemdziesiątych. Podjęliśmy analizę tempa spadku masy odciętych liści u różnych genotypów. Po wstępnych zachęcających wynikach, podjęliśmy w 1988 roku analizy na dużej liczbie odmian rosnących w tych samych warunkach środowiska. Zakładaliśmy, że skoro istnieje zróżnicowanie genotypów pod względem tolerancji niedoboru wody, to powinno się ono ujawnić w postaci różnic w wielkości ubytków wody z liści i tempa zmian tych ubytków.

Celem naszej pracy było przeprowadzenie badań wieloletnich, w różnych warunkach temperatury i wilgotności, aby uzyskać wyniki, które umożliwiłyby:

- stwierdzenie, czy wyniki pomiarów ubytku masy odciętych liści wykazują układ spójny i logicznie zbieżny z wiedzą o funkcjonowaniu aparatów szparkowych liści, aby można przyjąć te pomiary jako kompleksowy wskaźnik funkcjonowania szparek,
- dopracowanie metody,
- scharakteryzowanie odmian.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1988–1995 w Instytucie Ziemniaka, Oddział w Jadwisinie, przeprowadzono pomiary na kolekcji odmian ziemniaka, rocznie badając 31–46 odmian (tab. 1).

Do niniejszego opracowania włączono 44 odmiany, które były badane przez co najmniej 4 lata. Badano następujące odmiany (w nawiasach podano liczbę lat badań):

Aster (5), Arkadia (4), Atol (7), Bliza (5), Bogna (6), Bóbr (4), Brda (6), Bronka (7), Bryza (5), Bzura (6), Ceza (8), Cisa (7), Darga (5), Drop (5), Duet (6), Elba (7), Elida (7), Ekra (4), Fala (7), Fauna (7), Fregata (8), Frezja (4), Heban (8), Ibis (8), Irga (8), Irys (6), Jagna (7), Jagoda (8), Kolia (5), Koral (8), Kos (5), Lawina (4), Lena (4), Lotos (6), Malwa (7), Mila (7), Orlik (6), Perkoz (5), Pilica (4), San (7), Sokół (7), Stobrawa (6), Tarpan (7), Uran (5).

Liczba dni pomiarowych w roku wynosiła 4–5. Opracowanie obejmuje wyniki pomiarów z 36 dni, w każdym z nich wykonywano 3 cykle pomiarowe na liściach zebranych o różnych porach dnia. Kolekcję odmian prowadzono na glebie o składzie mechanicznym piasku słabogliniastego lekkiego z użyciem sadzeniaków w stopniu SE, przy zastosowaniu standardowej agrotechniki.

Metodyka pomiarów

Z poletka odmianowego liczącego 100 roślin pobierano jednorazowo 3 całe liście złożone, z piętra środkowego, z trzech losowo wybranych roślin. Liście odcinano z roślin ostrym skalpelem, a miejsce cięcia na ogonku liściowym pokrywano klejem w celu zabezpieczenia liści przed utratą wody bezpośrednio z otwartych wiązek przewodzących. Pobrane liście natychmiast ważono na wadze z dokładnością do 0,1 grama a następnie rozkładano w pomieszczeniu o umiarkowanym oświetleniu, zwrócone dolną stroną blaszek liściowych do góry. Liście ponownie ważono po upływie jednej i dwóch godzin od pobrania z roślin. W każdym dniu pomiarowym wykonywano 3 cykle pomiarów na liściach pobranych o różnych porach dnia: o godzinach 7, 12 i 17.

Pomiary tempa ubytku masy odciętych liści prowadzono na przełomie czerwca i lipca. Pomiary temperatury i wilgotności powietrza prowadzone były w stacji meteorologicznej położonej w odległości ok. 200 m od pola doświadczalnego. W pomieszczeniu, gdzie wykonywano pomiary zainstalowany był termohigrograf dla pomiaru temperatury i wilgotności powietrza.

Obliczenia

Obliczano procentowy ubytek masy liści w próbie (złożonej z 3 liści) w stosunku do masy wyjściowej próby określonej tuż po odcięciu od rośliny, w ciągu pierwszej i drugiej godziny pomiaru, a także ubytek sumaryczny, który nastąpił w ciągu tych dwóch godzin.

Z danych tych obliczano następnie proporcję: ubytek masy liści w pierwszej godzinie pomiaru do ubytku masy liści w ciągu drugiej godziny pomiaru. Wielkość tę traktowano jako wskaźnik (W) tempa zmniejszania ubytków wody z liści, mogący ewentualnie świadczyć o efektywności pracy aparatów szparkowych.

W każdym roku badań przeprowadzano analizę wariancji uzyskanych wyników, traktując dni pomiarowe jako powtórzenia (tab. 1).

Tabela 1

Material badawczy i wyniki analizy wariancji wyników w latach badań
Materials and results of variance analyses in years of tests

Rok badań Year	Liczba dni pomiar. Number of days	Liczba badanych odmian Number of cultivars	Istotność wpływu czynników Significance of factors			
			odmiana cultivar		pora dnia part of the day	
			istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD
1988	5	31	xx	2,19	xx	0,30
1989	5	35	xx	1,01	xx	0,30
1990	5	37	xx	1,46	xx	0,41
1991	5	41	xx	0,99	xx	0,27
1992	4	46	xx	1,08	xx	0,28
1993	4	38	xx	1,65	xx	0,46
1994	4	40	xx	1,40	xx	0,64
1995	4	41	x	0,79	xx	0,24

Według testu F Snedecora: x = P 0,05 xx = P 0,01

According to F Snedecor test: x = P 0,05 xx = P 0,01

Badania prowadzono przez 8 lat, aby uzyskać możliwość określenia zmienności w latach i wpływu pogody w czasie pomiarów na badane parametry i ewentualnie na zróżnicowanie odmian. Warunki pogody w dniach pomiarów przedstawiono w tabeli 2.

Po zakończeniu 8-letniego cyklu badawczego przeprowadzono końcową analizę uzyskanych wyników w następujący sposób:

— sklasyfikowano cykle pomiarowe w oparciu o notowania temperatury i wilgotności powietrza w czasie pomiarów na 4 typy pogody:

- gorąco, sucho
- średnio ciepło, sucho
- średnio ciepło, wilgotno
- chłodno, wilgotno.

Za podstawę przyjęto notowania pobliskiej stacji meteorologicznej (tab. 2). W pomieszczeniu, gdzie umieszczono badane liście, wilgotność względna powietrza utrzymywała się na poziomie zbliżonym do panującej na zewnątrz, a temperatura powietrza była tylko nieznacznie niższa.

Przy klasyfikacji przyjęto następujące kryteria: temperatura powietrza: większa niż 25° C — gorąco, 18–25° C — średnio ciepło, mniejsza niż 8° C — chłodno; wilgotność względna powietrza: większa niż 65% — wilgotno, mniejsza niż 65% — sucho.

Wykonano analizy wariancji dla:

- wielkości ubytku masy liści w ciągu pierwszej godziny po odcięciu z rośliny — a,
- wielkości ubytku masy liści w ciągu drugiej godziny od odcięcia z rośliny — b,
- wielkości wskaźnika $W = a:b$.

Analizy wariancji przeprowadzono w układzie 3-czynnikowym z powtórzeniami. I czynnik: odmiana (44), II czynnik: pora dnia (3), III czynnik: typ pogody (4), powtórzenia: cykle pomiarów wykonane w podobnych warunkach pogody.

Badane odmiany podzielono pod względem badanych cech na trzy istotnie różniące się grupy przez wyznaczanie górnej granicy wartości cechy istotnie mniejszej i dolnej granicy

cechy o wartości istotnie większej przy pomocy programu komputerowego opracowanego w Instytucie Ziemiaka przez L. Zgórskiego, wg metody opisanej w cyklu prac Zarzyńskiej (1999 a, 1999 b).

Tabela 2

Warunki pogody w dniach pomiaru (1988–1995)
Weather conditions in the days of measurements (1988–1995)

Typ pogody Weather type	Data Date	Temperatura powietrza °C Air temperature °C					Opad (mm) Rainfall (mm)	Wilgotność względna powietrza % Relative air humidity %			
		2 ⁰⁰	8 ⁰⁰	14 ⁰⁰	20 ⁰⁰	Średnia Mean		2 ⁰⁰	8 ⁰⁰	14 ⁰⁰	20 ⁰⁰
3	20.VI.88	11,8	15,7	22,3	18,6	17,1	bez opadu*	86	60	36	62
4	23.VI.88	14,2	13,3	17,6	14,4	14,9	0,6	90	91	76	80
4	27.VI.88	13,3	17,4	24,2	19,8	18,7	1,9	93	82	56	89
4	4.VII.88	17,0	19,1	22,1	23,1	20,3	bez opadu*	86	86	69	59
1	7.VII.88	16,4	17,4	25,2	22,5	20,4	2,2	90	89	39	62
4	16.VI.89	85	10,4	11,8	11,2	10,5	4,6	94	88	80	96
4	20.VI.89	9,5	13,1	17,1	13,2	13,2	2,5	91	88	74	94
2	23.VI.89	15,6	16,4	24,2	20,4	19,2	6,1	94	93	61	83
1	27.VI.89	15,9	20,0	26,0	23,6	21,4	bez opadu *	69	65	43	50
3	30.VI.89	14,6	15,8	22,8	18,8	18,0	bez opadu*	94	83	45	66
1	28.VI.90	17,8	21,1	28,9	24,2	23,0	0,5	63	60	36	61
4	3.VII.90	15,6	15,5	18,4	18,3	17,0	bez opadu*	82	85	66	66
4	6.VII.90	17,9	17,0	18,4	13,8	16,8	4,2	75	69	69	97
4	10.VII.90	15,7	15,8	17,6	17,4	16,6	bez opadu*	91	89	82	73
3	13.VII.90	13,5	16,1	20,5	18,7	17,2	bez opadu*	86	65	49	45
4	25.VI.91	15,5	13,8	16,5	17,9	15,9	śląd**	93	95	73	65
4	27.VI.91	19,2	19,0	22,6	20,0	20,2	6,3	92	76	53	74
3	2.VII.91	10,8	16,9	24,4	21,0	18,3	bez opadu*	92	71	34	52
1	4.VII.91	19,3	18,2	27,7	24,4	22,4	śląd**	85	89	60	45
1	9.VII.91	18,3	25,1	31,5	27,3	25,6	bez opadu*	90	60	33	51
1	29.VI.92	16,3	20,3	27,2	24,3	22,0	bez opadu *	62	57	30	42
1	30.VI.92	17,6	20,0	28,1	22,6	22,1	bez opadu*	60	58	30	52
1	2.VII.92	20,1	21,6	30,9	22,8	23,8	4,0	55	61	25	60
4	6.VII.92	15,9	14,4	16,9	16,5	15,9	3,3	50	63	83	89
4	25.VI.93	9,8	10,1	13,5	11,8	11,3	0,7	80	93	62	75
4	28.VI.93	11,9	11,0	15,8	15,1	13,4	1,6	93	94	67	84
2	30.VI.93	9,7	11,6	19,2	14,7	13,8	bez opadu*	91	91	57	79
3	2.VII.93	11,4	17,6	22,6	21,8	18,3	bez opadu*	82	63	38	48
3	4.VII.94	14,6	17,9	24,9	24,2	20,4	bez opadu *	78	66	35	50
3	6.VII.94	13,7	17,8	24,7	22,9	19,7	bez opadu*	78	70	42	42
4	8.VII.94	16,7	16,1	18,0	14,2	16,2	19,9	73	98	69	84
1	11.VII.94	15,7	18,8	27,3	23,6	21,4	bez opadu*	97	73	39	66
3	29.VI.95	10,1	13,8	24,0	23,6	17,9	bez opadu*	91	77	50	61
1	3.VII.95	13,0	18,5	27,2	24,0	20,7	0,2	75	65	54	59
4	5.VII.95	11,8	13,8	16,6	16,5	14,7	bez opadu*	81	77	57	55
3	7.VII.95	14,4	17,6	25,0	22,6	19,9	bez opadu*	66	67	39	57

* — Bez opadu

* — Lack of rainfall

** — Śląd

** — Trace

WYNIKI

Coroczne analizy wariancji wykazały wysoce istotny wpływ pory dnia na wielkość ubytków masy odciętych liści: największe ubytki notowano w liściach pobranych o

godzinie 7 rano, mniejsze u liści pobranych o 12⁰⁰ w południe, jeszcze mniejsze u liści pobranych o 17⁰⁰ po południu. Stwierdzano również istotne różnice między odmianami w wielkości ubytków masy liści i wskaźnika (W).

Analiza wyników wielolecia 1988–1995 potwierdziła te zależności oraz wykazała dodatkowe (tab. 3).

Tabela 3

Wyniki syntetycznej analizy wariancji wyników uzyskanych w latach 1988–1995 dla 44 odmian
Synthetic variance analyse for 44 cultivars in 1988–1995

Badany parametr Parameter	Odmiana Cultivar		Pora dnia The time of day		Typ pogody Weather type		Współdziałanie pora dnia x typ pogody Interaction among time of day x weather type	
	istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD	istotność significance	NIR LSD
Ubytek masy liści w 1 h pomiaru (%) Leaf weight loss after 1 h	xx	0,70	xx	0,18	xx	0,21	xx	0,37
Ubytek masy liści w 2 h pomiaru % Leaf weight loss, after 2 h	xx	0,46	xx	0,12	x	0,14	x	0,24
Wskaźnik W 1 h / 2 h Index W 1 h / 2 h	xx	0,34	xx	0,09	xx	0,10	xx	0,18

Istotność wg testu F. Snedecora: xx = P 0,01

According to F. Snedecor test: xx = P 0.01

Stwierdzono wysoce istotny wpływ pory dnia na wielkość ubytków masy odciętych liści wyrażony w procentach ich masy wyjściowej określonej tuż po odcięciu z rośliny. Zarówno ubytki mierzone w ciągu pierwszej, jak i drugiej godzinie były największe przy pomiarach porannych, istotnie mniejsze przy pomiarach w południe, a najmniejsze przy pomiarach popołudniowych (tab. 4). Oznacza to, że wcześniej rano otwarcie szparek było największe i zmniejszało się w ciągu dnia. Wartość wskaźnika (W) była największa (czyli bardziej korzystna) rano i w południe, a zmniejszała się istotnie po południu. Oznacza to, że rano i w południe szeroko otwarte szparki szybciej były zamykane. Przy popołudniowych pomiarach otwarcie szparek było mniejsze, ale też ich zamykanie wolniejsze.

Stwierdzono wysoce istotny wpływ typu pogody na wielkość ubytków masy odciętych liści i na wielkość wskaźnika (W). Największe ubytki zarówno w ciągu pierwszej (I), jak i w drugiej (II) godzinie pomiaru notowano przy pogodzie chłodnej i wilgotnej, najmniejsze przy pogodzie gorącej i suchej (tab. 5). Wskaźnik (W) miał wartości niższe przy pogodzie suchej, gdzie ubytki wody z liści były mniejsze i zamykanie szparek wolniejsze.

Stwierdzono wysoce istotne zróżnicowanie testowanych odmian pod względem badanych parametrów, tj. ubytków masy liści w ciągu pierwszej i drugiej godziny po odcięciu z rośliny oraz pod względem wartości wskaźnika (W) obliczonego jako stosunek obu wartości. Badane odmiany podzielono na grupy istotnie różniące się wielkością tych parametrów (tab. 6–9). Analiza przynależności odmian do grup w poszczególnych parametrach sugeruje, że wielkość ubytków masy liści nie łączy się z wielkością wskaźnika

(W). W grupie odmian o największych ubytkach masy liści w czasie I godziny pomiaru przeważały wprawdzie odmiany o dużych wartościach wskaźnika (W), ale znalazły się tam również odmiany z grupy wartości średnich, a nawet małych. Wydaje się, że szerokość otwarcia szparek i tempo ich zamykania, to dwa oddzielne, niezależne mechanizmy, które w takich samych warunkach wykazują różnice u odmian w działaniu.

Tabela 4

Wpływ pory dnia, w której pobrano liście i typu pogody na wielkość ubytków masy liści i współczynnika (W). 1988–1995

The effect of sampling time and weather type on leaf weight losses and on index (W). 1988–1995

Czynnik różnicujący Influencing factor		Ubytek masy liści w 1 h % Leaf weight loss after 1 h %	Ubytek masy liści w 2 h % Leaf weight loss after 2 h %	Wskaźnik (W) 1 / 2 Index (W) 1/ 2
Pora dnia The time of day	pobranie liści o godz. 7. leaves sampling at 7 a.m.	5,94	3,40	1,75
	pobranie liści o godz. 12. leaves sampling at 12 a.m.	4,65	2,59	1,80
	pobranie liści o godz. 17. leaves sampling at 5 p.m.	3,30	2,18	1,51
	NIR	0,18	0,19	0,09
	LSD			
Typ pogody Weather type	gorąco, sucho hot, dry	4,13	2,47	1,67
	średnio-ciepło, sucho warm, dry	4,86	3,17	1,53
	średnio ciepło, wilgotno warm, humid	4,40	2,53	1,74
	chłodno, wilgotno cool, humid	5,13	2,13	1,88
	NIR	0,21	0,14	0,10
	LSD			

Tabela 5

Współdziałanie wpływu typu pogody i pory pobrania liści na wielkość ubytków masy liści i współczynnika (W). 1988–1995

The effect of weather type and sampling time on leaf weight losses and on index (W). 1988–1995

Typ pogody Weather type	Pora pobrania liści The time of leaves sampling	Ubytek masy liści w 1 h % Leaf weight loss after 1 h %	Ubytek masy liści w 2 h % Leaf weight loss after 2 h %	Wskaźnik (W) Index (W)
Gorąco/ hot Sucho/dry	7 ⁰⁰	5,45	2,80	1,95
	12 ⁰⁰	3,96	2,52	1,57
	17 ⁰⁰	2,97	2,10	1,41
Średnio ciepło/warm sucho / dry	7 ⁰⁰	6,21	4,55	1,36
	12 ⁰⁰	4,89	2,84	1,72
	17 ⁰⁰	3,49	2,10	1,66
Średnio ciepło/warm wilgotno / humid	7 ⁰⁰	5,80	2,85	2,03
	12 ⁰⁰	4,42	2,46	1,80
	17 ⁰⁰	2,98	2,28	1,31
chłodno/cool wilgotno/humid	7 ⁰⁰	6,29	3,39	1,86
	12 ⁰⁰	5,34	2,54	2,10
	17 ⁰⁰	3,76	2,27	1,66
NIR		0,37	0,24	0,18
LSD				

Tabela 6

Ubytki masy liści (%) w 1 godzinę po odcięciu z rośliny. Podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych wielkościach ubytków. 1988–1995

Leaf weight losses (%) 1 hour after taking from plants. Cultivar groups with significantly different losses. 1988–1995

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Perkoz	3,76	Bogna	4,41	Lawina	4,97
Kos	3,92	Irga	4,42	Jagoda	4,98
Arkadia	3,99	Frezja	4,44	Stobrawa	5,00
Ekra	4,06	Elida	4,44	Ceza	5,00
Fauna	4,08	Drop	4,46	Jagna	5,02
Bóbr	4,18	Darga	4,48	Bzura	5,05
Lena	4,21	Kolia	4,52	Pilica	5,05
Koral	4,22	Bryza	4,54	Tarpan	5,16
Ibis	4,25	Orlik	4,55	Fala	5,19
Mila	4,25	Aster	4,57	Fregata	5,32
Cisa	4,25	Heban	4,62	Bronka	5,40
Uran	4,27	San	4,67	Sokół	6,18
Duet	4,31	Malwa	4,72		
		Brda	4,72		
		Atol	4,75		
		Lotos	4,78		
		Irys	4,83		
		Elba	4,87		
		Bliza	4,88		

Zakres ubytków średnich: 4,35–4,91

Range of middle losses: 4.35–4.91

Tabela 7

Ubytki masy liści (%) w 2 godziny po odcięciu z rośliny. Podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych wielkościach ubytków. 1988–1995

Leaf weight losses (%) 2 hours after taking from plants. Cultivar groups with significantly different losses. 1988–1995

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Bóbr	2,28	Koral	2,60	Fregata	2,92
Kolia	2,30	Pilica	2,60	Aster	2,93
Elida	2,36	Lotos	2,62	Frezja	2,94
Darga	2,37	Irga	2,63	Orlik	2,94
Uran	2,39	Ekra	2,65	Drop	3,01
Bzura	2,41	San	2,67	Fala	3,04
Ibis	2,41	Atol	2,68	Stobrawa	3,07
Elba	2,49	Lawina	2,69	Malwa	3,07
Bogna	2,57	Tarpan	2,70	Bliza	3,09
Jagna	2,57	Kos	2,72	Sokół	3,16

c.d. Tabela 7

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Heban	2,57	Ceza	2,72	Brda	3,20
Mila	2,57	Duet	2,73	Bronka	3,22
Arkadia	2,57	Cisa	2,77		
Fauna	2,58	Jagoda	2,79		
		Lena	2,82		
		Bryza	2,82		
		Perkoz	2,82		
		Irys	2,84		

Zakres ubytków średnich: 2,58–2,87

Range of middle losses: 2.58–2.87

Tabela 8

Ubytki masy liści (%) w ciągu 2 godzin (I + II) po odcięciu z rośliny. Podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych wielkościach ubytków. 1988–1995

Leaf weight losses (%) during 2 hours (I h + II h) after sampling from plants. Cultivar groups with significantly different losses. 1988–1995

Najmniejsze ubytki masy liści The lowest losses		Średnie ubytki masy liści Middle losses		Największe ubytki masy liści The highest losses	
odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%	odmiana cultivar	%
Bóbr	6,46	Cisa	7,02	Jagoda	7,77
Kolia	6,55	Lena	7,03	Malwa	7,79
Arkadia	6,56	Duet	7,04	Tarpan	7,86
Perkoz	6,58	Irga	7,05	Bliza	7,97
Kos	6,64	Heban	7,19	Brda	7,92
Fauna	6,66	San	7,34	Stobrawa	8,07
Ibis	6,66	Bryza	7,36	Fala	8,23
Uran	6,66	Elba	7,36	Fregata	8,24
Ekra	6,71	Frezja	7,38	Bronka	8,62
Elida	6,80	Lotos	7,40	Sokół	9,34
Koral	6,82	Bzura	7,46		
Mila	6,82	Drop	7,47		
Darga	6,85	Orlik	7,49		
Bogna	6,98	Aster	7,50		
		Jagna	7,59		
		Pilica	7,65		
		Lawina	7,66		
		Irys	7,67		
		Ceza	7,72		

Zakres ubytków średnich: 7,00–7,75

Range of middle losses: 7.00–7.75

Tabela 9

Wskaźnik (W) i podział badanych odmian na grupy o istotnie różnych jego wartościach. W = ubytek w 1 godzinie/ubytek w 2 godzinie. 1988–1995
Index (W) and cultivar groups with significantly different (W) values. 1988–1995. W = leaf weight loss after 1 h/leaf weight loss after 2 h

Najwyższy wskaźnik (W) The highest index (W)		Średni wskaźnik (W) Middle index (W)		Najniższy wskaźnik (W) The lowest index (W)	
Odmiana Cultivar	W	Odmiana Cultivar	W	Odmiana Cultivar	W
Bzura	2,09	Heban	1,80	Duet	1,58
Elba	1,96	Uran	1,79	Fauna	1,58
Sokół	1,96	Jagoda	1,78	Bliza	1,58
Kolia	1,96	Atol	1,77	Aster	1,56
Jagna	1,95	Ibis	1,76	Arkadia	1,55
Pilica	1,94	San	1,75	Orlik	1,55
Tarpan	1,91	Bogna	1,72	Malwa	1,54
Darga	1,89	Fala	1,71	Ekra	1,53
Elida	1,88	Irys	1,70	Cisa	1,53
Lawina	1,85	Bronka	1,68	Frezja	1,51
Ceza	1,84	Irga	1,68	Lena	1,49
Bóbr	1,83	Mila	1,65	Drop	1,48
Fregata	1,82	Stobrawa	1,63	Brda	1,48
Lotos	1,82	Koral	1,62	Kos	1,44
		Bryza	1,61	Perkoz	1,33

Zakres wartości średnich wskaźnika (W): 1,81–1,60

Range of middle index (W) values: 1.81–1.60

DYSKUSJA

Wysoce istotne zróżnicowanie badanych odmian pod względem wielkości ubytków masy odciętych liści w ciągu pierwszej i drugiej godziny od pobrania z rośliny, a także wskaźnika (W) będącego stosunkiem obu tych wielkości, zostało udowodnione zarówno w analizach corocznych, jak i w analizie wyników 8-letnich. Można przyjąć, że przeprowadzone pomiary były dobrym wskaźnikiem zróżnicowanej u odmian efektywności aparatów szparkowych liści, które w takich samych warunkach powodowały różne ubytki wody z tkanek liści.

Potwierdza to wnioski innych autorów, którzy stwierdzali istnienie różnic odmianowych w pracy szparek na podstawie skomplikowanych i bardzo precyzyjnych pomiarów pracy aparatów szparkowych (Dwelle i in., 1981; Levy 1983; Levy i in., 1989; Bansal, Nagarajan, 1987).

Zhi-Yong Peng (1990), oprócz bezpośrednich pomiarów przewodności szparek na liściach ziemniaka, określał również straty masy liści odciętych od rośliny. Pobierał po jednym liściu z odmiany, w ciągu doby doprowadzał je do stanu maksymalnego turgoru, po czym pozostawiał je do swobodnego parowania. Pomiary były prowadzone przez 4 godziny, podczas których prowadzono ważenie liści i rejestrację wyników w odstępach kilkuminutowych i na ich podstawie wykreślano krzywe ubytku masy liścia, określane jako transpiracja epidermalna (epidermal transpiration). Autor nie stwierdził istotnych różnic w przebiegu tych krzywych wśród badanych 24 genotypów, co określił jako wynik nieoczekiwany, bo pozostałe pomiary wskazywały na zróżnicowanie tych genotypów.

Można przypuszczać, że w cytowanych badaniach różnice nie ujawniły się z dwu powodów: małej reprezentatywności materiału (1 pomiar na 1 liściu) i z powodu bardzo wysokiej zawartości wody w badanych liściach w chwili rozpoczęcia pomiaru (maksymalny turgor), co mogło powodować zbyt wolne narastanie różnic.

W naszych badaniach punktem wyjścia był taki stan uwodnienia liści, jaki odmiana utrzymywała w danych warunkach środowiska w danym czasie, a więc prawdopodobnie już zróżnicowany u odmian. Ubytki masy liści obserwowane w czasie 2 godzin pomiaru mogły być z tego powodu bardziej u odmian zróżnicowane.

Wpływ pory dnia na przewodność szparek, a przez to na wielkość i tempo ubytków wody z liści jest znany z prac wielu autorów (Dwelle i in., 1981; van Loon, 1981; Wilcox, Ashley, 1982) i opinie są zgodne odnośnie istnienia cyklu zmian dobowych. W prezentowanym materiale stwierdzono, że ubytki wody z odciętych liści były największe rano i zmniejszały się przy kolejnych pomiarach (południowym i popołudniowym). Różnice były wyraźne zwłaszcza w pierwszej godzinie pomiaru, choć układ wyników był podobny również przy ubytkach w czasie drugiej godziny pomiaru. Wskaźnik (W) także zmieniał się istotnie w zależności od pory dnia. Największą wartość wskaźnika (W) (sugerującą szybkie zmniejszanie ubytku wody) notowano przy pomiarze południowym i porannym, najmniejszą zaś przy pomiarze popołudniowym. Taki układ wyników jest zgodny z dobowym rytmem pracy szparek, co pozwala sądzić, że badane parametry odzwierciedlały rzeczywiście pracę aparatów szparkowych.

Analiza wariancji wykazała istotny wpływ typu pogody na wielkość ubytków masy liści, czego również można oczekiwać. Największe ubytki masy liści zanotowano przy pogodzie „chłodnej i wilgotnej”, a najmniejsze przy pogodzie „gorącej i suchej”, co również potwierdza hipotezę, że pomiar odzwierciedlał stan otwarcia szparek.

Wskaźnik (W) różnił się istotnie przy typie pogody „suchej” w porównaniu do typu pogody „wilgotnej”, co sugeruje większy wpływ wilgotności powietrza niż temperatury na ten parametr. Wskazuje to na szybsze zamykanie szparek przy pogodzie „suchej” w porównaniu z „wilgotną”, co również jest wynikiem, którego należało oczekiwać.

Na podstawie analizy prezentowanych wyników można uznać parametry, które były mierzone za rzeczywiste odzwierciedlenie pracy aparatów szparkowych liści, mechanizmu gospodarującego wodą zawartą w tkankach liścia.

Prezentowaną metodę można uznać za satysfakcjonującą, a przy tym (choć wymaga staranności) dość łatwą, aby mogła być przydatna do oceny dużej liczby genotypów równocześnie, np. w pracach hodowlanych.

WNIOSKI

1. Pomiary ubytku masy odciętych liści prowadzone wg opisanej metodyki pozwalają określić zróżnicowanie badanych genotypów pod względem tempa utraty wody z tkanek, co może być pośrednim wskaźnikiem stopnia otwarcia szparek i ich efektywności rozumianej jako szybkość reakcji chroniącej uwodnienie tkanek.
2. Metoda jest nieskomplikowana technicznie i przy sprawnej organizacji pracy zespołu wykonującego pomiary umożliwia prowadzenie oceny dużej liczby genotypów.

3. Ewentualne modyfikacje metody mogą iść w kierunku:
- wykonywania jednego pomiaru dziennie o stałej porze,
 - powtarzania pomiarów w dniach o zróżnicowanej pogodzie i w warunkach zróżnicowanej wilgotności gleby.

LITERATURA

- Bansal K. C., Nagarajan S. 1987. Reduction of leaf growth by water stress and its recovery in relation to transpiration and stomatal conductance in some potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *Potato Res.* 30: 497 — 506.
- Dwelle R. B., Kleinkopf G. E., Steinhorst R. K., Pavsek J. J., Hurley P. J. 1981 a. The influence of physiological processes on tuber yield of potato clones (*Solanum tuberosum* L.): Stomatal diffusive resistance, stomatal conductance, gross photosynthetic rate, leaf canopy, tissue nutrient levels, and tuber enzyme activities. *Potato Res.* 24: 33 — 47.
- Dwelle R. B., Kleinkopf G. E., Pavsek J. J. 1981. Stomatal conductance and gross photosynthesis of potato (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance, temperature and growth stage. *Potato Res.* 24: 49 — 59.
- Levy D. 1983. Varietal differences in the response of potatoes to repeated short periods of water stress in hot climates. I. Turgor maintenance and stomatal behaviour. *Potato Res.* 26: 303 — 313.
- Levy D., Pehu E., Veilleux R. E. 1989. Variability of diffusive leaf resistance and transpiration rates of various potato genotypes and its possible contribution to water economy. *Potato Res.* 32: 275 — 282.
- Loon van C. D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. *Am. Potato J.* 58: 51 — 69.
- Monti L. M. 1987. Breeding plants for drought resistance: the problem and its relevance. In: *Drought resistance in plants — physiological and genetic aspects*. L. Monti, E. Porceddu (eds.) Napoli: 1 — 8.
- Parlevliet J. E. 1987. Strategies for breeding for tolerance to abiotic stress factors that occur heterogenous in time and space such as drought. In: *Drought resistance in plants — physiological and genetic aspects*. Monti, E. Porceddu (eds.) Napoli.
- Vos J. 1987. Drought and the possibilities for improvement of potato yields. In: *Drought resistance in plants — physiological and genetic aspects*. L. Monti, E. Porceddu (eds.) Napoli : 151 — 163.
- Wicox D. A., Ashley R. A. 1982. The potential use of plant physiological responses to water stress as an indication of varietal sensitivity to drought in four potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Am. Potato J.* 59: 533 — 545.
- Zarzyńska K. 1999 a. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. I. Okres spoczynku bulw. *Biul. IHAR.* 209: 111 — 123.
- Zarzyńska K. 1999 b. Wartości wskaźników charakteryzujących stan fizjologiczny bulw i rozwój rośliny ziemniaka. Cz. II. Okres inkubacji bulw. *Biul. IHAR.* 212: 125 — 139.
- Zhi-Yong Peng. 1990. Physiological basis of genotype differences in drought tolerance in potato. Ph. d. thesis of the Univ. of Dundee.

ANNA WIERZBICKA**WOJCIECH GOLISZEWSKI**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Wpływ przygotowania sadzeniaków i nawożenia azotem na plonowanie wczesnych odmian ziemniaka Aksamitka i Gloria, zbieranych w trzech terminach

The effect of seed preparation and nitrogen fertilization on yield of early potato varieties Aksamitka and Gloria harvested at three terms

W latach 1998–2000 przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było ustalenie optymalnych dawek nawożenia azotem dla odmian Aksamitka i Gloria uprawianych na wczesny zbiór (zbieranych po 60 i 75 dniach od sadzenia) i zbieranych w pełnej dojrzałości. Doświadczenia zakładano w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin i w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Stare Olesno. Stwierdzono, że po 60 dniach od sadzenia bardzo wczesna odmiana Gloria plonuje wyżej niż Aksamitka, po 75 dniach od sadzenia poziom plonowania tych odmian jest zbliżony, a po osiągnięciu pełnej dojrzałości wyższe plony wykształciła odmiana Aksamitka. Na podstawie analizy regresji wyznaczono dawki azotu maksymalne biologicznie i zalecane dla odmian zbieranych w poszczególnych terminach. Zalecane dawki azotu są mniejsze o 30–40 kg N·ha⁻¹ od maksymalnych biologicznie i wynoszą w kolejnych terminach zbioru dla odmiany Aksamitka 50, 70, 130, a dla odmiany Gloria 50, 80, 120 kg N·ha⁻¹. Podkielkowanie sadzeniaków przez około 5 tygodni we wszystkich terminach zbioru wpływało korzystnie na plonowanie obu odmian.

Słowa kluczowe: nawożenie azotem, plon, podkielkowanie, ziemniak

The three-year (1998–2000) field experiments were carried out in order to establish the optimal N fertilization rates for Aksamitka and Gloria varieties cultivated for early harvest (60 and 75 days after planting) and at full maturity. The trials were located in Jadwisin, Division of the Plant Breeding and Acclimatization Institute and in Stare Olesno, Experimental Station of the Plant Breeding and Acclimatization Institute. It was stated that 60 days after planting the very early variety Gloria yielded better than early variety Aksamitka; 75 days after planting both varieties yielded at the same level and at full maturity the Aksamitka variety yielded higher than Gloria. On the basis of regression analysis maximal and recommended nitrogen rates for both varieties harvested at particular term were established. Recommended rates were from 30 to 40 kg N·ha⁻¹ lower than maximal one and for successive harvest dates of Aksamitka variety were at the rate of 50, 70, 130 kg N·ha⁻¹ and of Gloria

50, 80, 120 kg N·ha⁻¹ respectively. Five weeks of seed presprouting had favourable effect on yield of both varieties at all harvests.

Key words: nitrogen rates, potato, presprouting, yield

WSTĘP

Doświadczenia z odmianami ziemniaków uprawianych na wczesny zbiór poszerzają zakres wiedzy pozwalającej uzyskać wysoki plon handlowy bulw we wczesnych terminach zbioru oraz maksymalny plon bulw zbieranych po zakończeniu wegetacji. Już po 60 dniach od posadzenia niektóre odmiany wczesne (np. Gloria) dają wysoki plon bulw, co pozwala na uzyskanie opłacalnej ceny. W zespole czynników agrotechnicznych, mających sprzyjać uzyskaniu możliwie najwcześniej wysokiego plonu ziemniaków, ważną rolę odgrywają nawożenie i podkiełkowanie sadzeń. Określenie wymagań roślin odnośnie azotu jest bardzo ważne zarówno z ekonomicznych, jak i środowiskowych względów. Jak wcześniej stwierdzono działanie azotu zależy od odmiany i zastosowanej dawki (Kaczorek i Wierzejska, 1988; Gójski, 1993; Wierzejska-Bujakowska, 1995; Machnacki i Kołpak, 1998). Wskaźnikiem stanowiącym podstawę do wyliczenia maksymalnych lub zalecanych dawek nawożenia azotem jest efektywność nawożenia wyrażona jako przyrost plonu bulw na 1 kg azotu zastosowanego w nawozach. Fotyma i Ładomirski (1969) oceniają, że przy optymalnym nawożeniu 1 kg azotu powoduje wzrost plonu średnio o 70 kg bulw z ha, a wg Kaczorek i Wierzejskiej (1987) przyrost ten zależy od odmiany wynosi od 24 do 96 kg bulw na 1 ha.

Znaczenie podkiełkowania bulw jako zabiegu podwyższającego plon ziemniaków jest dostatecznie znane i było badane przez wielu autorów. Podkiełkowanie przyspiesza nie tylko przebieg reakcji biochemicznych w bulwach ziemniaka, ale jak wykazali Roztropowicz (1964, 1979) i Kołpak (1985) powoduje również szybszy rozwój grubych i mocnych kielków oraz przyspiesza przebieg poszczególnych faz rozwojowych od wschodów aż do zasychania naci. Ponadto wg Roztropowicz (1964) rośliny wyrosłe z bulw podkiełkowanych rozwijają silniejszy system korzeniowy.

Oprócz czynników agrotechnicznych mających istotny wpływ na plon, duże znaczenie mają również czynniki atmosferyczne, przede wszystkim przebieg temperatur i rozkład opadów. Zarówno nadmiar, jak i niedobór wody w znacznym stopniu ograniczają uzyskanie opłacalnego plonu, a szczególnie duże znaczenie w rozwoju i plonowaniu ziemniaka na wczesny zbiór mają temperatury maja i czerwca (Roztropowicz i Gójski, 1976).

METODY I WARUNKI BADAŃ

W latach 1998–2000 w ZDHAR Jadwisin oraz ZDHAR Stare Olesno przeprowadzono badania, których celem było określenie wpływu przygotowania sadzeń i nawożenia azotem na plonowanie, wydajność frakcji bulw handlowych i zawartość skrobi dwóch odmian ziemniaka — polskiej Aksamitki i niemieckiej Glorii zbieranych w trzech terminach — 60 i 75 dni od sadzenia oraz w fazie pełnej dojrzałości. Doświadczenie polowe założono metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. W ZDHAR Stare

Olesno w 1998 roku uprawiano odmianę Albina, należącą do tej samej grupy wczesności i o zbliżonym poziomie plonowania, zamiast odmiany Aksamitka.

Badano następujące czynniki:

- sposób przygotowania sadzeniaków: pobudzone przez 2 tygodnie i podkiełkowane przez 5 tygodni,
- dawki N w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$: 0, 50, 100, 150 i 200 oraz odmiany: Aksamitka i Gloria.

WARUNKI GLEBOWE I AGROTECHNICZNE

W IHAR Jadwisin doświadczenie przeprowadzono na glebie lekkiej (piasek gliniasty lekki położony na piasku słabo gliniastym, zalegającym na glinie lekkiej), zaliczanej pod względem użytkowo rolnym do kompleksu żyniego dobrego, a w ZDHAR Stare Olesno na glebie bielcowej (piasek gliniasty mocny). Niektóre właściwości gleb w Jadwisinie i Starym Oleśnie przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Charakterystyka gleby, na której prowadzono doświadczenie
Soil chemical properties, of the experimental sites

Rok Year	Jadwisin					Stare Olesno*			
	zawartość C organicznego C organic content	pH	zawartość w glebie ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ gleby) content in the soil ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ gleby)			pH	zawartość w glebie ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ gleby) content in the soil ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ gleby)		
			P_2O_5	K_2O	Mg		P_2O_5	K_2O	Mg
1998	0,92	5,3	28,0	16,0	5,8	5,6	13,8	8,4	4,7
1999	0,60	4,9	21,4	17,0	2,9	5,6	12,4	6,8	4,4
2000	0,53	4,5	20,8	11,5	2,2	5,7	12,2	6,5	4,2

*Brak wyników zawartości organicznego C

*Date on organic C content not available

Ziemniaki uprawiano na oborniku w dawce ok. $25\text{--}30\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nawożenie fosforem i potasem stosowano w dawkach odpowiednio 120 i $180\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Jesienią pod orkę przedzimową wysiewano $95\text{ kg}\text{ P}_2\text{O}_5$ i $120\text{ kg}\text{ K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$, a wiosną przed sadzeniem $25\text{ kg}\text{ P}_2\text{O}_5$ i $60\text{ kg}\text{ K}_2\text{O}$. Azot w postaci saletry amonowej w dawkach 50 i $100\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ wysiano przed sadzeniem. Dawki 150 i 200 dzielono na dwie części, 100 kg stosowano przed sadzeniem, a ilości uzupełniające do 150 i 200 przed wschodami przed ostatnim obsypaniem redlin. W Starym Oleśnie azot stosowano w formie mocznika.

Chwasty niszczone chemicznie Afalonem w dawce $2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i Fusilade w dawce $3\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, a stonkę ziemniaczaną zwalczano preparatami: Bancol ($0,5\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i Fastac ($0,1\text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$). Opryski przeciw zarazie ziemniaka wykonywano w końcu czerwca i na początku lipca preparatami: Dithane M-45 ($2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i Ridomil ($2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) w Starym Oleśnie i preparatami Sandofan ($2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) i Bravo ($3\text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) w Jadwisinie.

Ziemniaki sadzono ręcznie w II lub na początku III dekady kwietnia. W Jadwisinie rozstawa wynosiła $67,5 \times 37\text{ cm}$ ($2497\text{ cm}^2/\text{roślinę}$) w latach 1998–1999, $75 \times 33\text{ cm}$ ($2475\text{ cm}^2/\text{roślinę}$) w roku 2000. W Starym Oleśnie rozstawa wynosiła $67,5 \times 40\text{ cm}$ (2700

cm²/roślinę) we wszystkich latach. Terminy sadzenia i zbiorów w Jadwisinie i Starym Oleśnie przedstawiono w tabeli 2. Liczba roślin do zbioru wynosiła, w pierwszym terminie 20 roślin, a w kolejnych (II i III) po 40 roślin z poletka.

Tabela 2

Terminy sadzenia i zbioru ziemniaków w Jadwisinie i Starym Oleśnie w latach 1998–2000
Planting potato and harvest dates of potato in Jadwisin and Stare Olesno in 1998–2000

Rok Year	Jadwisin				Stare Olesno			
	termin sadzenia date of planting	termin zbioru date of harvest			termin sadzenia date of planting	termin zbioru date of harvest		
		I	II	III		I	II	III
1998	22,04	22,06	8,07	25,08	17,04	24,06	9,07	7,09
1999	24,04	25,06	9,07	31,08	21,04	1,07	19,08	12,08
2000	17,04	15,06	29,06	29,08	10,04	14,06	5,07	6,09

W każdym terminie zbioru oceniano plon bulw i jego strukturę. Plon handlowy wyliczono, pomniejszając plon ogólny o frakcję bulw o średnicy do 3 cm przy zbiorze po 60 dniach od sadzenia, oraz o frakcję do 4 cm przy zbiorze po 75 dniach i po uzyskaniu dojrzałości. W III terminie określano również zawartość skrobi.

Wykonano analizę wariancji plonu ogólnego i handlowego bulw dla wszystkich terminów zbioru oddzielnie oraz analizę wariancji dla zawartości skrobi ocenianej w III terminie zbioru. Dla plonu ogólnego i handlowego z poszczególnych terminów zbioru wykonano analizę regresji i wyznaczono dawki azotu maksymalne biologicznie i zalecane.

Lata 1998–2000 różniły się pod względem warunków atmosferycznych (tab. 3). Rok 1998 sprzyjał uprawie ziemniaków, 1999 był zbyt mokry, a 2000 rok zbyt suchy. Zaopatrzenie ziemniaków w wodę oceniano na podstawie ilości opadów w poszczególnych latach porównując je z optymalnym zaopatrzeniem określonym przez Dzieżyca (1987).

Najkorzystniejszym, pod względem plonowania ziemniaków uprawianych na wczesny zbiór, był rok 1998 charakteryzujący się korzystnym układem temperatur i opadów. W tym roku temperatury wyższe od średnich wieloletnich w kwietniu, maju, czerwcu przy wystarczającej ilości opadów w kwietniu i maju oraz znacznie zwiększonej w porównaniu z zapotrzebowaniem ilości opadów w czerwcu spowodowały szybki początkowy wzrost i rozwój roślin oraz wpłynęły korzystnie na tempo gromadzenia się plonu.

Mniej korzystne, w stosunku do roku 1998, warunki do uprawy ziemniaków wczesnych wystąpiły w 1999 roku. Obfite opady deszczu w kwietniu (5-krotnie w Jadwisinie i 3-krotnie w Starym Oleśnie) wyższe niż potrzeby wodne wyliczone przez Dzieżyca) spowodowały nadmierne uwilgotnienie gleby, co wpłynęło bardzo niekorzystnie na wschody, a następnie na rozwój roślin. Wysokie opady w czerwcu spowodowały bardzo wczesne pojawienie się zarazy ziemniaka, której pierwsze objawy stwierdzono już 24 czerwca. Od początku lipca do końca wegetacji odnotowano natomiast znaczny niedobór opadów, w wyniku którego wystąpiła okresowa posucha i pogorszyły się warunki rozwoju roślin i narastania masy plonów. Plony ziemniaków były niższe niż w 1998 roku.

Tabela 3

Średnie miesięczne temperatury powietrza i opady w okresie wegetacji
Mean of monthly temperatures and rainfall during growing seasons

Rok Year	Miesiąc Month	Temperatura w °C Temperature in °C					Średnia Mean
		IV	V	VI	VII	VIII	
Jadwisin/	1998	10,1	14,8	17,7	17,9	16,4	15,4
	1999	9,8	12,9	18,6	21,2	18,1	16,1
	2000	11,8	14,8	17,2	16,1	17,7	15,5
Stare Olesno	1998	10,5	14,9	18,2	17,8	16,2	15,5
	1999	9,6	13,9	16,6	20,3	18,1	15,7
	2000	12,2	15,5	18,1	16,3	18,8	16,2
Średnia wieloletnia Mean for many years		7,7	13,7	16,7	18,2	17,7	14,8
	Miesiąc Month	opady w mm rainfall in mm					Suma Total
		IV	V	VI	VII	VIII	
Jadwisin	1998	50,3	54,9	195,3	64,2	58,8	423,2
	1999	106	58,4	170,9	29,6	8,8	373,7
	2000	7,3	35,6	21,1	94,8	40,3	199,1
Stare Olesno	1998	30,2	26,8	69,6	163,4	47,7	377,7
	1999	61,8	95	121	45	23,2	346
	2000	22,5	95,8	47,5	195,4	28,6	389,8
Potrzeby wodne wg Dzieżycza Water requirements acc. Dzieżyc		18	66	89	87	84	344

W 2000 roku warunki pogodowe również były niekorzystne zwłaszcza dla ziemniaków zbieranych po 60 i 75 dniach od posadzenia. W Jadwisinie wystąpił duży niedobór opadów w porównaniu z potrzebami wyliczonymi przez Dzieżycza w kwietniu; -11 mm, maju -30, czerwcu -47 mm. Brak opadów i wysokie temperatury ujemnie wpływały na wzrost i rozwój roślin. W tym roku plony badanych odmian kształtowały się na niskim poziomie. W Starym Oleśnie niedobór opadów zanotowano tylko w czerwcu i wynosił on 41,5, a w pozostałych miesiącach opady były wyższe niż potrzeby wodne ziemniaka w kwietniu o 4,5, w maju o 30, i lipcu o 108 mm.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon handlowy w stosunku do ogólnego (tab. 4) kształtował się różnie w latach i terminach zbioru. U wczesnej odmiany Aksamitka w III terminie zbioru był najwyższy i wynosił 90% plonu ogólnego w Jadwisinie i 84% w Starym Oleśnie. W terminach zbioru pierwszym i drugim odpowiednio 72 i 67% w Jadwisinie oraz 73 i 74% w Starym Oleśnie. U bardzo wczesnej odmiany Gloria plon bulw handlowych w Jadwisinie był najwyższy po osiągnięciu pełnej dojrzałości i wynosił — 85%, a kolejnych terminach 76 i 83% w odniesieniu do plonu handlowego.

Z danych w tabeli 4 wynika, że bardzo wczesna odmiana Gloria osiągała wyższe plony (tylko w najwcześniejszym terminie zbioru) niż wczesna odmiana Aksamitka. Wydała ona

po 60 dniach od posadzenia plon o 3,5 t·ha⁻¹ wyższy (średnio dla dwóch miejscowości) od odmiany Aksamitka. W drugim terminie zbioru plony odmian Aksamitka i Gloria kształtowały się na zbliżonym poziomie, a w trzecim terminie odmiana Aksamitka plonowała średnio o 10 ton wyżej niż Gloria. Różnice w plonowaniu odmian zbieranych po 60 dniach od posadzenia i w pełnej dojrzałości są statystycznie istotne.

Tabela 4

Plon ogólny (t·ha⁻¹) i plon handlowy (wartości względne w stosunku do plonu ogólnego)
Total yield (t·ha⁻¹) and marketable yield (relative values in proportion to total yield)

Plonowanie odmian (1998–2000) Varieties yielding (1998–2000)		Jadwisin			Stare Olesno		
		termin zbioru* date of harvest*			termin zbioru date of harvest		
		I	II	III	I	II	III
Aksamitka	plon ogólny (t·ha ⁻¹) total yield	5,8	21,6	46,3	5,9	17,8	28,6
	% plonu handlowego % of marketable yield	72	67	90	73	74	84
Gloria	Plon ogólny Total yield	8,9	20,8	32,5	10,0	17,6	23,0
	% plonu handlowego % of marketable yield	79	64	85	85	76	83
NIR (plon ogólny) odmiany LSD (total yield) varieties		3,2 ^x	4,6	6,8 ^x	2,5 ^x	3,0	3,7 ^x

* I — Zbiór po 60 dniach od sadzenia,

* I — Harvest 60 days after planting

II — Zbiór po 75 dniach od sadzenia

II — Harvest 75 days after planting

III — Zbiór w fazie pełnej dojrzałości

III — Harvest at full maturity,

^x NIR (0,05)

^x LSD (0.05)

Wysokość plonu ogólnego i handlowego w bardzo dużym stopniu kształtowały warunki pogody. W tabeli 5 podano przeciętne plony handlowe bulw w latach silnie zróżnicowanych pod względem temperatury w kwietniu i maju. W najwcześniejszym terminie zbioru (60 dni od sadzenia) plon odmiany Gloria był o 4,0 t·ha⁻¹ wyższy od odmiany Aksamitka w roku ciepłym, a w roku chłodnym o 1,3 t·ha⁻¹. Dwa tygodnie później przyrost plonu u odmiany Aksamitka wynosił 13,0 t·ha⁻¹ w roku ciepłym i 9,4 t·ha⁻¹ w roku chłodnym, a u odmiany Gloria odpowiednio 7,6 t·ha⁻¹ i 5,5 t·ha⁻¹. W III terminie zbioru plon odmiany Aksamitka wynosił 43,8 t·ha⁻¹ w roku o cieplej wiośnie i 25,2 t·ha⁻¹ w roku o chłodnej wiośnie, natomiast plon odmiany Gloria był średnio o 10 t·ha⁻¹ niższy. Spośród badanych czynników agrotechnicznych zarówno podkielkowanie, jak i nawożenie w istotny sposób wpływały na wielkość plonu ogólnego. Wpływ podkielkowania na plonowanie i zawartość skrobi przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 5

Plon handlowy odmian Aksamitka i Gloria w latach o ciepłej i chłodnej wiosnie w Jadwisinie
Marketable yield of Aksamitka and Gloria varieties in the years with warm and cold spring in Jadwisin

Wyszczególnienie Specification	Temperatura Temperature °C	Aksamitka			Gloria		
		termin zbioru* date of harvest*			termin zbioru date of harvest		
		I	II	III	I	II	III
Rok ciepły (1998 Warm year (1998)							
Kwiecień April	10,1						
Maj May	14,8	6,3	19,3	43,8	10,3	17,9	31,3
Plon bulw handlowych t·ha ⁻¹ Marketable yield in t·ha ⁻¹							
Rok chłodny (1999) Cold year (1999)							
Kwiecień April	9,8						
Maj May	12,9						
Plon bulw handlowych t·ha ⁻¹ Marketable yield in t·ha ⁻¹		3,9	13,3	25,2	5,2	10,7	16,5
Różnica w plonowaniu pomiędzy rokiem ciepłym a chłodnym Yield differences between warm and cold year		2,4	6,0	18,6	5,1	7,2	14,8

* Jak w tabeli 4

*See table 4

Tabela 6

Wpływ podkielkowania na plon ogólny (t·ha⁻¹) i zawartość skrobi odmian Aksamitka i Gloria w latach 1998–2000 (Jadwisin, Stare Olesno)
The effect of presprouting on total yield (t·ha⁻¹) and starch content of Aksamitka and Gloria varieties in 1998–2000 (Jadwisin, Stare Olesno)

Przygotowanie sadzeniaków Seed preparation	Aksamitka				Gloria			
	termin zbioru* date of harvest*			% skrobi^ starch content (%)	termin zbioru date of harvest			% skrobi starch content (%)
	I	II	III		I	II	III	
Pobudzone Open eyes stage	3,7	17,2	35,1	12,6	7,0	16,7	26,1	13,2
Podkielkowane Presprouting	8,0	22,3	39,8	12,4	11,5	21,7	29,3	13,1
Efekt podkielkowania Efficiency of presprouting								
t · ha ⁻¹	4,3	5,1	4,7		4,5	5,0	3,2	
%	116	30	13		64	30	12	
NIR _{sposób podk.} LSD _{way of seed preparing}	1,5 ^x	1,7 ^x	4,2 ^x	n.u.**	1,5 ^x	1,7 ^x	4,2 ^x	n.u.

* Jak w tabeli 4

^xNIR (0,05)

** Nie udowodnione

[^] Procent skrobi w III terminie zbioru

* See table 4

^x LSD (0.05)

** No proved

[^] Starch content in 3rd harvest date

Podkielkowanie odmian wpływało korzystnie na plon bulw (tab. 6). U obu odmian dodatni wpływ podkielkowania na plon stwierdzono w każdym terminie zbioru. Wzrost plonu pod wpływem podkielkowania wynosił średnio dla terminów zbioru i miejscowości u odmiany Aksamitka — 4,7 t·ha⁻¹, a u odmiany Gloria 4,2 t·ha⁻¹. Efekt podkielkowania w ujęciu procentowym malał w miarę opóźniania terminu zbioru. Wyniki badań wskazują zasadność wykonywania zabiegu podkielkowania ziemniaków wczesnych przez okres ok. 5 tygodni niezależnie od układu pogody (tab. 7). Badania Wierzejskiej-Bujakowskiej i Szutkowskiej (1996) wykazały, że optymalna długość podkielkowania zależy od terminu zbioru i odmiany. Ziemniaki zbierane po 60 dniach od sadzenia wymagały najdłuższego okresu podkielkowania (6–8 tyg.), a po dojrzeniu najkrótszego (4–6 tyg.). Sposób przygotowania sadzeniaków nie wpływał na kształtowanie się procentowej zawartości skrobi w bulwach. Potwierdzają to również wyniki badań w pracy Kołpaka (1985).

Wpływ nawożenia azotem na plonowanie przedstawiono w tabeli 8. W terminie zbioru po 60 dniach od sadzenia dawki azotu wyższe od 50 kg N·ha⁻¹ u odmiany Aksamitka i 100 kg N·ha⁻¹ u odmiany Gloria nie powodowały wzrostu plonu, natomiast w terminie zbioru po 75 dniach od sadzenia obie odmiany najlepiej plonowały przy dawce 100 kg N·ha⁻¹. Wyniki badań wskazują, że przy wcześniejszych terminach zbioru tj. po 60 i 75 dniach od sadzenia nawożenie azotem w dawkach 150 i 200 kg N·ha⁻¹ spowalnia narastanie plonu bulw.

Tabela 7

Efekt podkielkowania odmian Aksamitka i Gloria w latach o ciepłej i chłodnej wiosnie w Jadwisinie
Efficiency of presprouting of Aksamitka and Gloria varieties in the years with warm and cold spring in Jadwisin

Wyszczególnienie Specification	Temperatura Temperature °C	Aksamitka			Gloria		
		termin zbioru* date of harvest*			termin zbioru date of harvest		
		I	II	III	I	II	III
Rok ciepły (1998)							
Warm year (1998)							
Kwiecień /	10,1						
April							
Maj /	14,8						
May							
Efekt podkielkowania t·ha ⁻¹		7,7	9,7	11,2	9,3	13,2	10,9
Efficiency of presprouting t·ha ⁻¹							
Rok chłodny (1999)							
Cold year (1999)							
Kwiecień	9,8						
April							
Maj	12,9						
May							
Efekt podkielkowania t·ha ⁻¹		5,2	5,8	6,9	4,4	4,6	3,4
Efficiency of presprouting t·ha ⁻¹							
Różnice pomiędzy rokiem ciepłym i zimnym		2,5	3,9	4,3	4,9	8,6	7,5
Differences between warm and cold year							

* Jak w tabeli 4

* See table 4

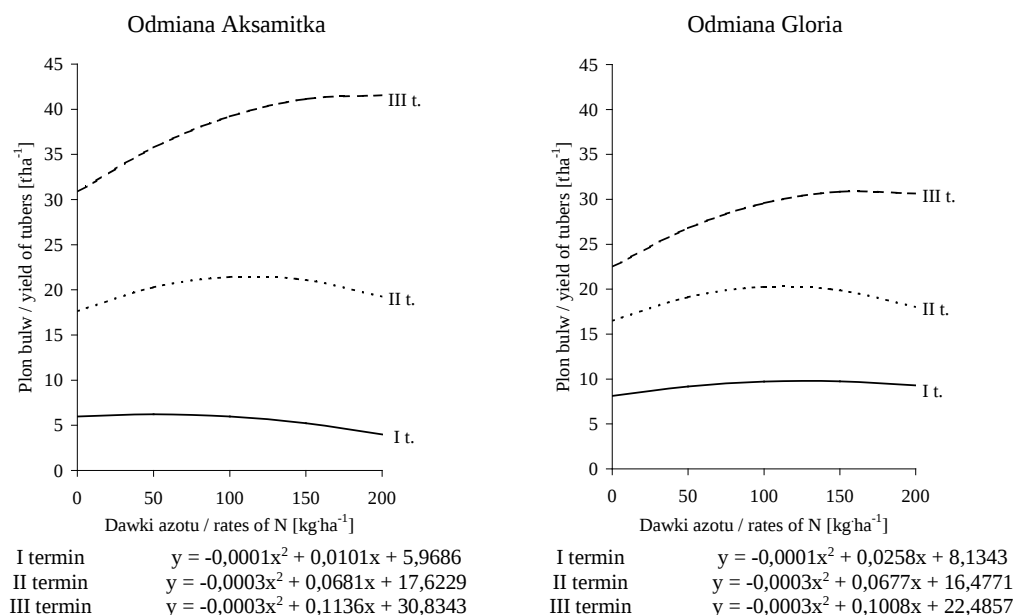
Tabela 8

Wpływ wzrastających dawek azotu na plon ogólny ($t \cdot ha^{-1}$) odmian Aksamitka i Gloria w latach 1998–2000 (Jadwisin, Stare Olesno)
Influence of increasing N rates on the total yield ($t \cdot ha^{-1}$) of Aksamitka and Gloria varieties in 1998–2000 (Jadwisin, Stare Olesno)

Dawki azotu w $kg \cdot ha^{-1}$ Rate of nitrogen ($kg \cdot ha^{-1}$)	Aksamitka			Gloria		
	termin zbioru* date of harvest*			termin zbioru date of harvest		
	I	II	III	I	II	III
0	6,0	17,6	30,8	8,1	16,5	22,5
50	6,3	20,2	35,7	9,2	19,2	26,7
100	6,2	21,3	39,0	9,7	20,6	29,3
150	5,8	20,8	40,7	9,8	20,6	30,3
200	5,0	18,8	40,9	9,4	19,3	29,7
NIR _{dawki}	2,3	8,3	15,3	2,3	8,3	15,3
LSD _{rates}						

* Jak w tabeli 4

* See table 4



Rys. 1: Wpływ wzrastających dawek azotu na plon ogólny ($t \cdot ha^{-1}$) odmian Aksamitka i Gloria zbieranych w różnych terminach

Fig. 1: Influence of increasing N rates on total yield of Aksamitka and Gloria varieties harvested in different dates

W analizie wariancji, w której istotność działania badanych czynników oceniano ich współdziałaniem z latami badań, nie udowodniono istotności różnic w plonowaniu w zależności od nawożenia azotem. Posługując się natomiast analizą regresji wykonaną dla każdej odmiany i każdego terminu zbioru oddzielnie (tab. 9) stwierdzono, że w I terminie zbioru

zarówno efekt liniowy, jak i paraboliczny był nieistotny, w II terminie zbioru u obu odmian zarysowała się tendencja zależności parabolicznej, a w III terminie zbioru analiza wykazała istotność efektu parabolicznego zależności plonu od nawożenia azotem (rys. 1).

Wyniki wskazują również, że wzrastające o 50 kg dawki azotu w przedziale od 0 do 200 kg N na ha nie wpływały istotnie na zawartość skrobi. Jedynie w Starym Oleśnie zaznaczyła się tendencja wskazująca, że procentowa zawartość skrobi maleje w miarę wzrostu nawożenia azotem w dawkach powyżej 100 kg N·ha⁻¹ (tab. 10).

Tabela 9

Istotność wpływu nawożenia azotem na plon Significance of the effect of N fertilization on yield							
Termin zbioru* Date of harvest*	Odmiana Variety	Aksamitka			Gloria		
		I	II	III	I	II	III
Istotność efektu liniowego Significance of the effect linear		—	—	+	—	—	+
Istotność efektu parabolicznego Significance of the effect square		—	tendencja tendency	+	—	tendencja tendency	+

* Jak w tabeli 4

* See table 4

Tabela 10

Wpływ wzrastających dawek azotu na zawartość skrobi w III terminie zbioru (%) odmian Aksamitka i Gloria, 1998-2000

Influence of increasing N rates on starch content (in 3rd harvest date) of Aksamitka and Gloria varieties, 1998-2000

Miejscowość Site	NIR _{dawki} LSD _{rates}	Aksamitka					Gloria				
		dawki azotu w kg·a ⁻¹ rates of nitrogen in kg·ha ⁻¹					dawki azotu w kg·ha ⁻¹ rates of nitrogen in kg·ha ⁻¹				
		0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
Jadwisin	1,1	11,8	12,1	12,2	12,4	12,0	11,7	11,6	12,0	11,9	12,2
Stare Olesno	1,2	13,1	13,1	12,9	12,7	12,4	14,3	14,0	14,2	14,0	13,8

Efektywność dawek azotu wyrażoną w kg bulw na 1 kg zastosowanego azotu wyliczono na podstawie plonu ogólnego (tab. 8). Najwyższy przyrost plonu na 1 kg azotu stwierdzono przy dawce N 50 kg·ha⁻¹ i wynosił średnio 14 kg bulw w I terminie zbioru, 53 kg w II terminie zbioru, i 91 kg bulw w III terminie zbioru. Efektywność nawożenia azotem zmniejszała się wraz ze wzrostem dawek azotu. Zależność tę wykazali również Kaczorek, Wierzejska (1987; 1988) i Bernat, Jabłoński (2000). Ci ostatni uzyskali największą zwyżkę bulw (50–60 kg) u odmiany Bila już przy dawce 40 kg N·ha⁻¹.

Wyniki doświadczenia posłużyły również do obliczenia maksymalnych biologicznie dawek azotu, tzn. dawek, przy których uzyskano najwyższy plon bulw. Ponadto wyznaczono dla obu odmian dawki azotu zalecane, które są niższe od dawek maksymalnych biologicznie średnio o ok. 30–40 kg. Wyniki badań wskazują także, że efektywność zalecanych dawek azotu jest wyższa, w porównaniu do dawek maksymalnych

biologicznie, o około 10–15 kg w zależności od terminu zbioru (tab. 11). W pracy starano się odpowiedzieć na pytanie, czy maksymalna biologicznie dawka dla plonu ogólnego może być również odniesiona do plonu handlowego. Z wyliczeń wynika, że w obu przypadkach są one bardzo zbliżone.

Nawożenie azotem nie miało wpływu na procentowy udział w plonie bulw małych (< 4 cm) oraz bulw dużych powyżej 6 cm (tab. 12).

Udowodniono natomiast wpływ sposobu przygotowania sadzeniaków na udział frakcji bulw najdrobniejszych (mniejszych od 4 cm) w pierwszych dwóch terminach zbioru (tab. 13). W uprawie na wczesny zbiór zabieg podkielekowania powodował zmniejszenie udziału bulw drobnych w plonie.

Tabela 11

Maksymalne i zalecane dawki azotu w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz ich efektywności
Maximal and recommended nitrogen rates in $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ and their efficiencies

Odmiany Varieties		Dawki N maksymalne Maximal nitrogen rates			Dawki N zalecane Recommended nitrogen rates		
		termin zbioru* date of harvest*			termin zbioru date of harvest		
		I	II	III	I	II	III
Aksamitka	plon ogólny total yield	50	110	180	50	70	130
	plon handlowy marketable yield	50	110	200			
	Efektywność (kg bulw/1 kg N) Efficiency (kg tubers/1 kg N)	7	34	57	7	45	75
Gloria	plon ogólny total yield	50	126	156	50	80	120
	plon handlowy marketable yield	50	135	164			
	Efektywność (kg bulw/1 kg N) Efficiency (kg tubers/1 kg N)	22	33	50	22	45	65

* Jak w tabeli 4

* See table 4

Tabela 12

Wpływ wzrastających dawek azotu na procentowy udział w plonie bulw dużych i małych
Influence of increasing N rates on percentage of big and small tubers in the yield

Dawki azotu w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Rate of nitrogen ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Bulwy małe < 4 cm Small tubers < 4 cm			Bulwy duże > 6 cm Big tubers > 6 cm		
	termin zbioru* date of harvest*			termin zbioru date of harvest		
	I	II	III	I	II	III
0	85	44	20	0	4	20
50	74	35	16	0	7	26
100	75	32	13	0	8	29
150	77	33	12	0	8	36
200	70	30	12	0	9	39
NIR dawki						
LSD rates	10,6	10,5	13,2		4,8	28,3

* Jak w tabeli 4

* See table 4

Tabela 13

Wpływ terminu zbioru sposobu przygotowania sadzeniaków i odmiany na procentowy udział w plonie bulw dużych i małych

Influence of harvest date, seed preparation and variety on percentage of big and small tubers in the yield

Odmiana i przygotowanie sadzeniaków Variety and seed preparation		Bulwy małe < 4 cm Small tubers < 4 cm			Bulwy duże > 6 cm Big tubers > 6 cm		
		termin zbioru* date of harvest*			termin zbioru date of harvest		
		I	II	III	I	II	III
Aksamitka	pobudzone open eyes stage	89	35	14	0	8	39
	podkiełkowane presprouting	68	28	10	0	11	43
Gloria	pobudzone open eyes stage	84	44	20	0	1	17
	podkiełkowane presprouting	64	31	15	0	4	21
NIR _{sp} . przygotowania LSD _{wav} of seed preparing		9,1 ^x	7,3 ^x	5,9		5,4	14,9

* Jak w tabeli 4

* See table 4

^xNIR/LSD (0,05)

WNIOSKI

1. Odmiany Gloria i Aksamitka różniły się istotnie poziomem plonowania w zależności od terminu zbioru. U bardzo wczesnej odmiany Gloria po 60 dniach od sadzenia uzyskiwano plon większy niż u wczesnej odmiany Aksamitka, 75 dni po sadzeniu obie odmiany plonowały na zbliżonym poziomie, a w fazie pełnej dojrzałości odmiana Aksamitka plonowała wyżej niż odmiana Gloria.
2. Nawożenie azotem w przedziale od 0 do 200 kg N, w dawkach wzrastających o 50 kg, nie wpływało istotnie na poziom plonowania odmian. Wyliczone zalecane dawki azotu są mniejsze od maksymalnych biologicznie i wynoszą odpowiednio dla terminów zbioru dla odmiany Aksamitka — 50, 70, 130, a dla odmiany Gloria — 50, 80, 120 kg N·ha⁻¹.
3. Efektywność wykorzystania azotu zależała od wysokości zastosowanej dawki i od terminu zbioru. Najwyższy przyrost plonu na 1 kg azotu stwierdzono przy dawce 50 kg N·ha⁻¹. Efektywność azotu była większa przy późniejszych terminach zbioru, a spadała w miarę wzrostu nawożenia azotem.
4. Podkiełkowanie sadzeniaków przez około 5 tygodni we wszystkich terminach zbioru zwiększało plon obu odmian średnio o 4,5 t·ha⁻¹ w porównaniu do zabiegu pobudzania sadzeniaków.
5. W warunkach badań nie stwierdzono wpływu nawożenia wzrastającymi dawkami azotu na zawartość skrobi. Ponadto azot w dawkach wzrastających o 50 kg do poziomu 200 kg N·ha⁻¹ nie różnicował wielkości bulw. Brak zależności pomiędzy wzrastającymi dawkami N, a wielkością bulw pozwala na stwierdzenie, że dawki azotu maksymalne

biologicznie i zalecane wyliczone dla plonu ogólnego mają odniesienie do plonu handlowego.

LITERATURA

- Bernat E., Jabłoński K. 2000. Wpływ podkalkowania i nawożenia azotowego na plon handlowy odmian wczesnych Bila i Sumak. *Biul. Inst. Ziemn.* 213: 99 — 107.
- Dziężyc J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*: 314.
- Fotyma M., Ładomirski A. 1969. Nawożenie organiczne i mineralne ziemniaków w płodozmianie. *Ziemniak*: 45 — 66.
- Gójski B. 1993. Wielkość bulw matecznych i gęstość sadzenia jako czynniki plonotwórcze wczesnych odmian ziemniaka. Pr. doktor., Inst. Ziem. Jadwisin.
- Kaczorek S., Wierzejska A. 1988. Wymagania nawozowe 32 odmian ziemniaka. *Ziemniak*: 45 — 59.
- Kaczorek S., Wierzejska A. 1987. Maksymalne biologicznie dawki N w uprawie ziemniaków. *Konf. Jadwisin*, 4–5. 03. 1987.
- Kołpak R. 1985. Efekty podkalkowania ziemniaków różnych grup wczesności przy zmiennych terminach sadzenia i zbioru. *Rozpr. Nauk. SGGW — AR Warszawa*.
- Machnacki M., Kołpak R. 1998. Wpływ nawożenia azotem i terminu zbioru na wysokość i wartość konsumpcyjną plonu ziemniaków wczesnych. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, t. 113, z. 1/2: 133 — 140.
- Roztropowicz S. 1964. Wpływ podkalkowywania kłębów, na wzrost rozwój i plon ziemniaków. *Rocz. Nauk Rol. A*: 88.
- Roztropowicz S. 1979. Wpływ temperatury wiosny i różnych sposobów przygotowania sadzeniaków na rozwój i plonowanie roślin ziemniaka w uprawie na wczesny zbiór. *Biul. Inst. Ziemn.*: 24: 95–118.
- Roztropowicz S., Gójski B. 1976. Rola wybranych czynników agrotechnicznych w plonowaniu nowych odmian ziemniaka. *Inst. Ziemn., Bonin*: 46 — 50.
- Wierzejska-Bujakowska A. 1995. Wymagania nawozowe wczesnych odmian ziemniaka. XXVII Sesja Naukowa, Bonin 9–10. 03. 1995, *Inst. Ziemn., Bonin*: 31 — 38.
- Wierzejska-Bujakowska A., Szutkowska M. 1996. Optymalna długość podkalkowywania wczesnych odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 47: 91 — 98.

BARBARA SAWICKAKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza, Lublin

Syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME w uprawie ziemniaka

Część II. Wpływ regulatorów wzrostu na strukturę plonu bulw

The synthetic growth regulators Mival and Moddus 250 ME in potato cultivation Part II. The influence of growth regulators on structure of the tuber yield

Przeanalizowano wyniki doświadczenia polowego przeprowadzonego w Parczewie w latach 1993–1995 na glebie piaszczysto-gliniastej. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków, w systemie zależnym, w 3 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były regulatory wzrostu: Mival — w stężeniu 0,05%; Moddus 250 ME — w stężeniu 0,2%; obiekt kontrolny z wodą destylowaną. Czynnikiem II rzędu stanowiły terminy stosowania regulatorów wzrostu: przed sadzeniem i przed kwitnieniem. Czynnikiem III rzędu było 5 odmian ziemniaka: Drop (bardzo wczesna), Perkoz (wczesna), Irga (średnio wczesna), Grot (średnio późna), Elba (późna). Nawożenie mineralne i organiczne było na stałym poziomie w ilości: 100 kg N, 100 kg P₂O₅, 150 kg K₂O i 250 dt·ha⁻¹ obornika. Regulatory wzrostu spowodowały: zwiększenie partycypacji bulw o średnicy 4–5, 5–6 i ponad 6 cm; obniżenie udziału masy bulw w plonie o średnicy 3–4 cm, a zwiększenie partycypacji bulw o kalibrze 4–5 cm; zwiększanie masy i liczby bulw z rośliny oraz plonu sadzeniaków w stosunku do obiektu kontrolnego.

Słowa kluczowe: odmiany, plon bulw, regulatory wzrostu, struktura, terminy stosowania, ziemniak

The effect of growth regulators on the structure of potato tubers yield was evaluated in field experiment carried out in 1993–1995 on podsolic soil derived from light loam in Parczew. The experiment was designed as sub-blocks in inter-related system, with three replications. The first class factor were growth regulators (Mival at concentration of 0.05%, Moddus ME — 0.2% and distilled water as a control), the second class factor were two date of application of growth regulators (before planting and before flowering) and third class factor composed of five potato cultivars (Drop — very early, Perkoz — early, Irga — medium early, Grot — medium late and Elba — late) Manuring and mineral fertilization were applied at the rate of 100 kg N, 100 kg P₂O₅, 150 kg K₂O and 250 dt·ha⁻¹ of farm manure. Growth regulators contributed to the decrease of weight share of tubers 3–4 cm in diameter with simultaneous increase of tubers 4–5 cm and >6 cm in diameter in total yield. Additionally, applied growth regulators caused increase of number and weight of tubers per plant and seed potato yield in comparison with control.

Key words: cultivars, date of applications, growth regulators, potato, structure, yield of tubers

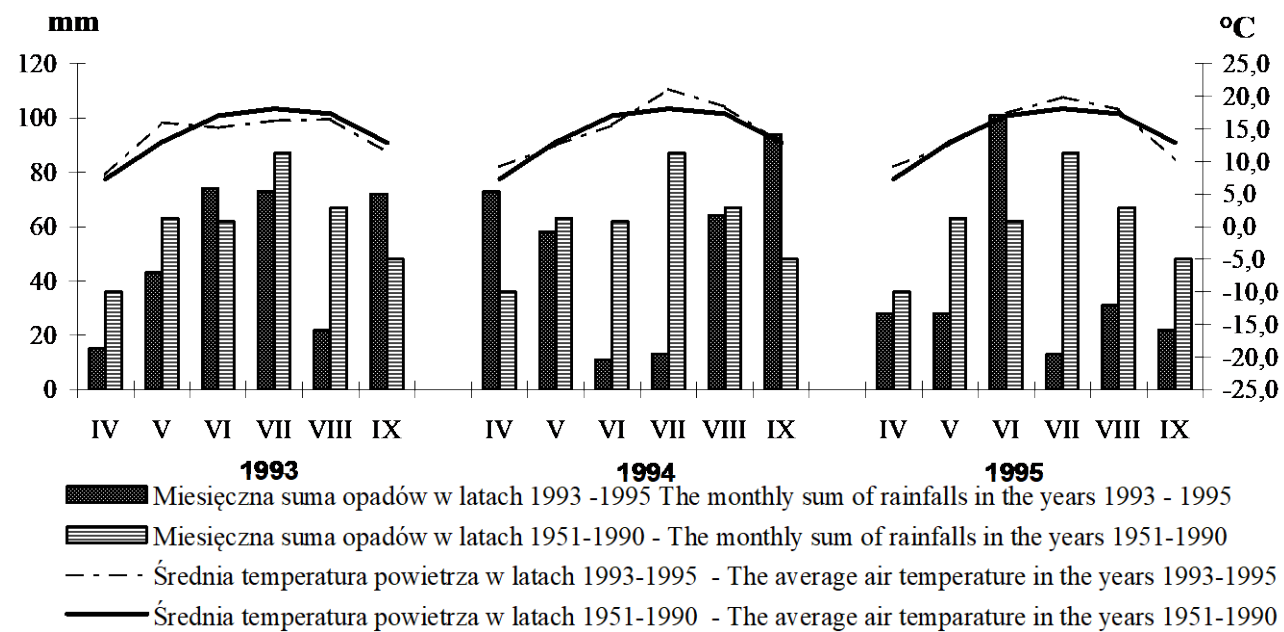
WSTĘP

Ziemniak należy do roślin, w uprawie, których rzadko stosuje się regulatory wzrostu, z powodu nieobecności na rynku regulatorów wzrostu o sprawdzonych, korzystnych efektach działania. Toteż celowym wydaje się poszukiwanie preparatów pozwalających na wywołanie zmian we wzroście i rozwoju roślin w pożądanym przez człowieka kierunku. Celowe jest także prowadzenie badań monitoringowych związków fizjologicznie czynnych, w tym również regulatorów wzrostu, a zwłaszcza krzemooorganicznych, z uwagi na ich niską toksyczność dla organizmu ludzkiego. W naukach przyrodniczych XXI wieku interesująca jest możliwość regulacji wzrostu i rozwoju roślin. Stosowanie regulatorów wzrostu pozwala lepiej wykorzystać potencjał plonotwórczy uwarunkowany czynnikami genetycznymi i środowiskowymi. Dotychczasowe korzyści ze stosowania regulatorów wzrostu w uprawie ziemniaka to nie tylko wzrost plonów, lecz także: uodpornienie roślin na stres wodny i temperaturowy; zwiększenie odporności roślin na choroby podczas wegetacji i przechowywania; zmiana zawartości w bulwach suchej masy, skrobi, sumy cukrów i cukrów redukujących, stosownie do wymagań przemysłu przetwórczego, wreszcie zapobieganie kiełkowaniu bulw w czasie ich długotrwałego przechowywania (Merkis i in., 1990; Mikos-Bielak i in., 1994, 1999; Sawicka, 1994, 2000 a, 2000 b; Rudzińska i Mikos-Bielak, 1999; Rudzińska-Mękal, 2000).

Do pełnej charakterystyki działania regulatorów wzrostu, obok oceny fizjologiczno-biochemicznej niezbędna jest analiza wysokości i struktury plonu, gdyż od niej zależy ich przydatność w praktyce. Stąd też w pracy przeanalizowano efekty oddziaływania syntetycznych regulatorów wzrostu Mival i Moddus 250 ME na strukturę plonu kilku odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

W pracy przeanalizowano wyniki doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 1993–1995 na glebie piaszczysto-gliniastej w Parczewie. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków w 3 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były regulatory wzrostu: Mival — w stężeniu 0,05%; Moddus 250 ME — w stężeniu 0,2%; obiekt kontrolny z wodą destylowaną. Czynnikiem II rzędu stanowiły terminy stosowania regulatorów wzrostu: przed sadzeniem i przed kwitnieniem. Czynnikiem III rzędu było 5 odmian ziemniaka: Drop (bardzo wczesna), Perkoz (wczesna), Irga (średnio wczesna), Grot (średnio późna), Elba (późna). Warunki prowadzenia doświadczenia i charakterystykę badanych regulatorów wzrostu podano w części I pracy (Sawicka, 2000 b). Zbiór ziemniaka przeprowadzono w okresie dojrzałości technicznej bulw. W czasie zbioru określono plon bulw i jego strukturę. Na podstawie plonu bulw spod 10 roślin wyliczono: masę i liczbę bulw oraz liczbę bulw poszczególnych frakcji z jednej rośliny. Średnią masę jednej bulwy wyliczono z ilorazu masy i liczby bulw z 10 roślin. Ocena struktury plonu polegała na podziale bulw na pięć frakcji wielkościowych: poniżej 3, 3–4, 4–5, 5–6, powyżej 6 cm średnicy. Bulwy o średnicy 3–6 cm potraktowano jako sadzeniaki.



Rys. 1. Opady i temperatura powietrza w okresie wegetacji ziemniaka w latach 1993–1995 wg Stacji IMGW we Włodawie
 Fig. 1. Rainfalls and air temperature during potato vegetation period in the years 1993–1995, acc. to IMGW at Włodawa

Plon sadzeniaków wyliczono z udziału bulw o średnicy 3–6 cm w plonie ogólnym i plonu ogólnego bulw z ha. Wyniki badań opracowano statystycznie, wykonując analizy wariancji badanych cech. Istotność źródeł zmienności testowano testem „F” — Fishera-Snedecora, a oceny istotności różnic pomiędzy porównywanymi średnimi dokonano za pomocą wielokrotnych przedziałów ufności Tukeya.

Przebieg warunków w latach badań był zmienny. Rok 1993 był chłodny i obfity w opady. Rok 1994 był ciepły i suchy, zaś rok 1995 można określić jako posuszny (rys. 1).

WYNIKI

Biologiczna reakcja roślin ziemniaka na syntetyczne regulatory wzrostu

Ziemniak charakteryzuje się dużą zmiennością plonowania poszczególnych roślin, a nawet poszczególnych pędów, stąd też w pracy przeanalizowano zależności między czynnikami eksperymentu a masą i liczbą bulw z jednej rośliny, liczbą bulw poszczególnych frakcji z rośliny oraz masą pojedynczej bulwy (tab. 1–4).

Tabela 1

Plon bulw 1 rośliny w kg Tubers yield per plant in kg							
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	0,58	0,56	0,74	0,62	0,61	0,62
	Moddus	0,61	0,51	0,70	0,52	0,65	0,60
	obiekt kontrolny control object	0,50	0,59	0,64	0,47	0,52	0,54
	NIR $\alpha \leq 0,05$					n*	
	LSD $\alpha \leq 0.05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	0,56	0,60	0,71	0,54	0,59	0,60
	przed kwitnieniem before flowering	0,56	0,50	0,67	0,53	0,60	0,57
	NIR $\alpha \leq 0,05$					n	
	LSD $\alpha \leq 0.05$					n	
Lata Years	1993	0,70	0,67	0,77	0,83	0,78	0,75
	1994	0,20	0,43	0,51	0,19	0,20	0,30
	1995	0,79	0,57	0,80	0,59	0,80	0,71
	NIR $\alpha \leq 0,05$					0,13	
	LSD $\alpha \leq 0.05$					0,04	
Średnia Mean		0,56	0,55	0,69	0,54	0,59	0,59
NIR $\alpha \leq 0,05$		0,07					
LSD $\alpha \leq 0.05$							

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Z jednej rośliny ziemniaka uzyskano przeciętnie 0,59 kg bulw (tab. 1). Badane regulatory wzrostu zwiększały masę bulw z rośliny, przy czym preparat Mival zwiększał ją o około 14,8%, a preparat Moddus 250 ME o około 11,1%. Terminy stosowania

regulatorów wzrostu nie różnicowały masy bulw. Największą ich masę z jednej rośliny wytworzyła średnio późna odmiana Grot, najmniejszą zaś — średnio wczesna Irga. Odmiany Drop, Elba, Irga i Perkoz nie różniły się między sobą pod względem tej cechy. Największą masę bulw z rośliny uzyskano w 1993 roku, o korzystnie rozłożonych opadach podczas wegetacji, najniższą zaś — w 1994 roku, o skrajnej suszy od początku lipca do 3 dekady sierpnia. Badane odmiany wykazały jednak zróżnicowaną reakcję na warunki atmosferyczne w latach badań. Tylko 2 odmiany: Elba i Irga w 1993 roku wytworzyły większą masę bulw z jednej rośliny. W przypadku odmian Drop, Grot i Perkoz korzystniejsze warunki do akumulacji plonu stwarzały warunki meteorologiczne w posusznym 1995 roku.

Tabela 2

Liczba bulw z rośliny Number of tubers per plant							
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	11,6	16,4	13,7	11,8	12,8	13,3
	Moddus	11,9	13,2	16,6	9,1	13,5	12,9
	obiekt kontrolny control object	10,8	13,4	16,5	9,5	11,9	12,4
	NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.05$			1,3			0,4
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	11,4	14,0	15,6	10,4	12,7	12,8
	przed kwitnieniem before flowering	11,4	14,7	15,6	9,9	12,8	12,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.5$			n *			n
Lata Years	1993	10,6	10,3	10,9	10,6	12,1	10,9
	1994	11,4	24,7	24,0	12,2	12,8	17,0
	1995	12,2	7,9	11,9	7,7	13,3	10,6
	NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.05$			n			0,4
Średnia Mean		11,4	14,3	15,6	10,2	12,7	12,8
NIR $\alpha \leq 0,05$ LSD $\alpha \leq 0.05$				0,7			

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Liczba bulw przypadająca na jedną roślinę ziemniaka wynosiła przeciętnie 12,8 szt. (tab. 2). Regulatory wzrostu zwiększały ją. Preparat Mival spowodował zwiększenie liczby bulw z rośliny o około 6,5%, a Moddus 250 ME — o około 4,0%. Badane odmiany cechowała odmienna reakcja na regulatory wzrostu. Pod wpływem preparatu Mival odmiany Irga i Elba wytwarzały istotnie więcej, zaś odmiana Grot mniej bulw niż w obiekcie kontrolnym. Oddziaływanie preparatu Moddus 250 ME na liczbę wytworzonych bulw okazało się istotne jedynie w przypadku wczesnej odmiany Perkoz, która pod wpływem tego regulatora wzrostu wytworzyła więcej bulw niż w obiekcie kontrolnym.

Jednak niezależnie od innych czynników doświadczenia najwięcej bulw z rośliny ziemniaka wytworzyła średnio późna odmiana Grot, najmniej zaś — średnio wczesna Irga. Warunki atmosferyczne wywarły duży wpływ na liczbę bulw wytworzonych przez rośliny. Najmniej bulw z rośliny zebrano w posusznym roku 1995, najwięcej zaś — w skrajnie suchym 1994. Późne opady deszczu, które wystąpiły pod koniec sierpnia tegoż roku wpłynęły na tworzenie nowych miejsc tuberyzacji i nowych bulw, ale ich masa jednostkowa była mała i nie osiągnęły one dojrzałości fizjologicznej przed zbiorem. Ponadto liczba bulw wytworzona przez rośliny ziemniaka w 1993 i 1995 roku nie różniła się istotnie między sobą, co świadczy o tym, że zarówno aura chłodna i obfita w opady, jak i pogoda posuszna nie stwarzają dobrych warunków do wzrostu bulw i rozwoju ziemniaka.

Liczba poszczególnych frakcji bulw wytworzona pod jedną rośliną ziemniaka, była modyfikowana prawie przez wszystkie czynniki (tab. 3).

Tabela 3

Liczba bulw poszczególnych frakcji z rośliny
Single plant tubers in particular fractions

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Frakcje bulw w cm Tuber fractions in cm				
		<3	3-4	4-5	5-6	>6
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	5,1	2,7	2,8	1,7	0,9
	Moddus	5,2	2,8	2,4	1,7	0,8
	obiekt kontrolny control object	5,2	3,0	2,2	1,4	0,6
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*	n	0,3	0,2	0,1
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	5,1	2,9	2,5	1,5	0,8
	przed kwitnieniem before flowering	5,3	2,8	2,4	1,6	0,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n	n	n	n	n
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Odmiany Cultivars	Drop	3,5	2,6	2,5	2,0	0,8
	Elba	7,4	3,1	2,1	1,1	0,6
	Grot	6,5	3,5	2,8	1,9	0,9
	Irga	3,8	2,0	2,1	1,4	0,9
	Perkoz	4,6	3,0	2,8	1,5	0,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	1,7	0,6	0,5	0,3	0,2
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Lata Years	1993	2,4	1,9	3,1	2,1	1,4
	1994	11,7	3,8	1,4	0,1	0,0
	1995	1,4	2,8	2,9	2,5	1,0
	NIR $\alpha \leq 0,05$	1,2	0,4	0,3	0,2	0,1
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Średnia Mean		5,2	2,8	2,5	1,6	0,8

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Regulatory wzrostu w istotny sposób oddziaływały na liczbę bulw o średnicy 4–5, 5–6 i ponad 6 cm. W przypadku bulw o średnicy 4–5 cm na zwiększenie liczebności wpływał jedynie preparat Mival, zaś liczebność bulw o średnicy 5–6 i ponad 6 cm — zarówno Mival, jak i Moddus 250 ME. Terminy aplikacji regulatorów wzrostu nie miały wpływu na liczebność poszczególnych frakcji bulw, natomiast cechy genetyczne badanych odmian różnicowały liczbę bulw wszystkich frakcji wielkościowych plonu. Największą liczebnością bulw najdrobniejszych odznaczała się odmiana Elba; bulw o średnicy 3–4 i 4–5 cm — Grot; 5–6 cm — Drop, ponad 6 cm — Grot i Irga. Największy jednak wpływ na tę cechę wywarły warunki atmosferyczne w latach badań. W skrajnie suchym 1994 roku dominowały bulwy drobne, o średnicy powyżej 3 cm, najmniejszą liczebnością — bulwy o kalibrze 5–6 cm, zaś bulw o średnicy ponad 6 cm w ogóle nie zanotowano. W 1993 roku, o najwyższych opadach w okresie wegetacji, rośliny wytworzyły największą liczbę bulw o średnicy 4–5 cm, zaś w posusznym 1995 roku — najwięcej było bulw o kalibrze 4–5 cm, najmniej zaś o średnicy ponad 6 cm.

Średnia masa pojedynczej bulwy wynosiła przeciętnie 45,8 g (tab. 4). Jej masę zwiększał istotnie tylko preparat Mival, terminy stosowania regulatorów wzrostu nie miały na nią wpływu. Na masę pojedynczej bulwy istotny wpływ wywarły właściwości genetyczne badanych odmian.

Tabela 4

Średnia masa 1 bulwy (g) Average mass (g) of one tuber							
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	51,8	48,7	62,5	57,1	45,5	33,1
	Moddus	51,6	47,3	53,1	59,0	48,8	52,0
	obiekt kontrolny control object	44,8	59,8	45,1	54,5	45,5	49,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*					3,1
	LSD $\alpha \leq 0.05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	49,3	60,2	56,4	54,4	45,8	53,2
	przed kwitnieniem before flowering	49,6	43,7	50,7	59,3	47,4	50,1
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n					n
	LSD $\alpha \leq 0.05$						
	Lata Years	1993	65,3	64,3	72,0	78,9	64,5
1994		17,1	17,5	21,1	15,5	15,7	17,4
1995		65,8	74,0	67,5	76,1	59,5	68,6
NIR $\alpha \leq 0,05$		n					3,1
LSD $\alpha \leq 0.05$							
Średnia Mean		49,4	51,9	53,5	56,9	46,6	51,7
NIR $\alpha \leq 0,05$		4,8					
LSD $\alpha \leq 0.05$							

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Non-significant at $\alpha \leq 0.05$

Największą średnią ich masą odznaczała się odmiana Irga, najmniejszą natomiast — późna Elba. Największą przeciętną masę bulwy uzyskano w 1993 roku, o korzystnie rozłożonych opadach w czasie wegetacji, najmniejszą zaś — w 1994 roku, o skrajnej suszy w okresie od początku lipca do 3 dekady sierpnia.

Efekt produkcyjny biologicznej reakcji roślin na syntetyczne regulatory

Plon bulw ziemniaka ogółem omówiono w części I pracy (Sawicka, 2000 b). Bardzo ważnym elementem jego oceny jest określenie udziału masy bulw, która decyduje o efekcie ekonomicznym uprawy. Największy udział w masie plonu miały bulwy o średnicy 4–5 i 5–6 cm, najmniejszy zaś — bulwy o kalibrze poniżej 3 cm (tab. 5).

Tabela 5

Udział poszczególnych frakcji w plonie ogólnym ziemniaka w % wagowych The share of particular tuber fractions in the total yield of potatoes, % weight

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Frakcje bulw w cm Tuber fractions in cm				
		>3	3-4	4-5	5-6	>6
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	16,4	16,0	23,2	23,5	20,9
	Moddus	15,6	16,3	23,9	22,6	21,6
	obiekt kontrolny control object	17,7	19,6	21,0	21,9	19,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*	2,3	2,1	n	n
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	16,7	17,3	22,8	22,4	20,8
	przed kwitnieniem before flowering	16,4	17,1	22,6	22,9	20,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n	n	n	n	n
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Odmiany Cultivars	Drop	15,0	17,0	23,4	25,6	19,0
	Elba	20,6	18,4	22,2	21,5	17,4
	Grot	14,4	18,2	22,0	24,4	21,0
	Irga	15,1	15,1	21,3	22,8	25,7
	Perkoz	17,7	17,6	24,6	19,2	20,9
	NIR $\alpha \leq 0,05$	3,6	n	n	3,0	3,5
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Lata Years	1993	3,2	8,1	23,2	28,3	37,2
	1994	43,5	32,3	21,3	2,9	0,0
	1995	2,8	11,7	23,6	36,8	25,1
	NIR $\alpha \leq 0,05$	2,4	2,3	n	2,0	2,3
	LSD $\alpha \leq 0,05$					
Średnia Mean		16,5	17,3	22,7	22,7	20,8

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$

* Non-significant at $\alpha \leq 0.05$

Regulatory wzrostu wpłynęły istotnie na udział masy bulw o średnicy: 3–4 i 4–5 cm. Obydwa regulatory wzrostu roślin przyczyniły się do obniżenia udziału masy bulw o średnicy 3–4 cm, a zwiększenia masy bulw o kalibrze 4–5 cm, w stosunku do obiektu kontrolnego. Terminy wniesienia regulatorów wzrostu nie różnicowały istotnie udziału masy różnych frakcji bulw w plonie. Zróznicowanie genetyczne badanych odmian

modyfikowało udział masy bulw o średnicy: poniżej 3, 5–6 i powyżej 6 cm. Największym udziałem masy bulw najdrobniejszych w plonie wyróżniała się późna odmiana Elba, najmniejszym zaś — średnio późna odmiana Grot. Bardzo wczesna odmiana Drop miała największy udział bulw o średnicy 5–6 cm, zaś najmniejszy — wczesna Perkoz. Bulw o kalibrze powyżej 6 cm najwięcej wydała średnio wczesna Irga, natomiast najmniej — późna Elba. W obrębie frakcji bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm badane odmiany odmiennie reagowały na regulatory wzrostu. Odmiana Drop wytworzyła większą masę bulw o średnicy 4–5 cm pod wpływem preparatu Moddus 250 ME, zaś odmiana Irga — pod działaniem preparatu Mival, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Istotny wzrost masy bulw o średnicy ponad 6 cm pod działaniem preparatu Mival nastąpił w przypadku odmiany Grot, zaś pod działaniem preparatu Moddus 250 ME — odmiany Elba (tab. 6).

Tabela 6

Wpływ regulatorów wzrostu i odmian na udział masy bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm
The influence of growth regulators and varieties on share of tuber mass of 4–5 and >6 cm in diameter

Odmiany Varieties	Frakcje bulw o Ø 4–5 cm Tuber fractions 4–5 cm Ø			Frakcje bulw o Ø ponad 6 cm Tuber fractions over 6 cm Ø		
	Mival	Moddus	Obiekt kontrolny Control object	Mival	Moddus	Obiekt kontrolny Control object
Drop	24,8	26,5	18,8	18,8	19,0	19,4
Elba	22,4	23,1	20,8	18,6	19,5	14,8
Grot	20,7	21,8	23,6	24,4	21,3	17,4
Irga	24,0	22,5	17,5	22,4	28,1	26,7
Perkoz	23,8	26,3	24,4	19,8	21,0	20,4
NIR $\alpha \leq 0,05$		6,4			4,6	
LSD $\alpha \leq 0,05$						

Udział masy bulw poszczególnych frakcji wielkościowych w plonie ogólnym, w znacznym stopniu determinowały warunki atmosferyczne w latach badań. Najkorzystniejszą strukturę plonu, tj. o najmniejszym udziale bulw drobnych i średnich, a największym bulw dużych, uzyskano w 1993 roku, o równomiernym rozkładzie opadów w miesiącach lipiec — sierpień; najmniej korzystną zaś — w skrajnie suchym 1994 roku, w którym rośliny nie wytworzyły bulw o średnicy ponad 6 cm, a udział bulw o kalibrze poniżej 3 cm był duży. W 1994 roku, odznaczającym się bardzo wysoką temperaturą lata, ten duży udział bulw drobnych wynikał z tzw. wtórnej tuberyzacji, co przejawiało się m. in. wyrastaniem kilku bulw na jednym stolonie (tzw. paciorkowatość). W roku 1995, o bardzo wilgotnym czerwcu i bardzo suchym lipcu i sierpniu, zanotowano największy udział masy bulw o średnicy 5–6 cm, najmniejszy zaś — bulw o średnicy poniżej 3 cm. W 1993 roku, o najwyższych i najkorzystniej rozłożonych opadach w okresie wegetacji, największy udział w plonie miały bulwy o średnicy ponad 6 cm, najmniejszy zaś bulwy najdrobniejsze w plonie.

Udział masy sadzeniaków w plonie ogólnym stanowił przeciętnie 62,7% (tab. 7).

Tabela 7

Udział masy sadzeniaków w plonie ogólnym (%)
Share of seed potatoes in total yield (%)

Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	66,5	60,6	60,8	62,3	63,6	62,8
	Moddus	70,0	62,0	63,1	59,1	60,1	62,9
	obiekt kontrolny control object	61,6	63,9	70,1	56,4	60,6	62,5
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*					n
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	63,5	62,7	63,5	61,7	61,3	62,5
	przed kwitnieniem before flowering	68,5	61,6	65,7	56,8	61,5	62,8
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n					n
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Lata Years	1993	65,5	59,6	55,6	57,3	60,2	59,6
	1994	60,5	45,7	62,2	59,6	54,6	56,5
	1995	72,1	81,4	76,4	61,0	69,6	72,1
	NIR $\alpha \leq 0,05$	10,8					3,3
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Średnia Mean		66,0	62,2	64,6	59,2	61,4	62,7
NIR $\alpha \leq 0,05$							
LSD $\alpha \leq 0,05$		5,0					

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ * Non-significant at $\alpha \leq 0,05$

Regulatory wzrostu nie wywarły większego wpływu na tę cechę, a ich oddziaływanie zależało od terminu ich stosowania (tab. 9). Większy udział sadzeniaków stwierdzono w obiektach z preparatem Moddus 250 ME stosowanym w formie opryskiwania naci przed kwitnieniem. O udziale sadzeniaków w plonie zadecydowała głównie fenotypowa zmienność odmian. Największym udziałem bulw tego kalibru w plonie ogólnym odznaczała się wczesna odmiana Drop, najmniejszym zaś — średnio wczesna Irga. Największy udział sadzeniaków zanotowano w posuszonym, 1995 roku, najmniejszy zaś — w skrajnie suchym 1994 roku, co potwierdzono najmniejszą masą pojedynczej bulwy. Spośród badanych odmian tylko wczesne: Drop i Perkoz oraz późna Elba wykazały ujemną reakcję na silny stres wodny w 1994 roku. Pozostałe odmiany wytworzyły najmniej bulw o kalibrze odpowiadającym frakcji sadzeniakowej w najbardziej obfitym w opady, 1993 roku.

Plon sadzeniaków, będący wypadkową udziału masy sadzeniaków i plonu ogólnego bulw wynosił średnio 139,9 dt·ha⁻¹ (tab. 8). Wzrost masy sadzeniaków wywoływało stosowanie obydwu regulatorów wzrostu; przy czym Moddus 250 ME wywarł większy wpływ niż Mival, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Oddziaływanie regulatorów wzrostu na plon sadzeniaków zależało od reakcji odmian. Tylko odmiany Drop i Perkoz zwiększyły plon pod wpływem preparatu Moddus 250 ME. Działanie regulatorów wzrostu na tę frakcję bulw było ponadto uzależnione od terminu ich stosowania (tab. 9).

Tabela 8

		Plon sadzeniaków (dt·ha⁻¹) Yield of seed potatoes (dt·ha⁻¹)					
Czynniki eksperymentu Experimental factors		Odmiany Varieties					Średnia Mean
		Drop	Elba	Grot	Irga	Perkoz	
Regulatory wzrostu Growth regulators	Mival	132,3	142,4	144,7	132,1	153,3	141,4
	Moddus	164,5	140,1	150,8	125,9	162,3	148,7
	obiekt kontrolny control object	130,6	120,1	147,2	114,5	135,7	129,6
	NIR $\alpha \leq 0,05$	24,2					8,6
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Terminy stosowania Dates of application	przed sadzeniem before planting	136,5	143,0	150,5	129,0	155,1	142,8
	przed kwitnieniem before flowering	148,6	126,3	145,2	119,3	145,8	137,0
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n*					n
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Lata Years	1993	216,2	187,1	187,4	213,4	228,3	206,5
	1994	59,3	88,7	104,8	68,8	73,9	79,1
	1995	152,1	127,8	150,5	90,6	148,9	134,0
	NIR $\alpha \leq 0,05$	n					8,6
	LSD $\alpha \leq 0,05$						
Średnia Mean		142,5	134,6	147,6	124,2	150,4	139,9
NIR $\alpha \leq 0,05$		12,9					
LSD $\alpha \leq 0,05$							

* Nieistotne przy poziomie $\alpha \leq 0,05$ * Non-significant at $\alpha \leq 0.05$

Tabela 9

Wpływ regulatorów wzrostu i terminu stosowania na udział i plon sadzeniaków ziemniaka
w plonie ogólnym
The influence of growth regulators and date of application on share and yield of seed potatoes
in the total yield

Regulatory wzrostu Growth regulators	Udział sadzeniaków w % Share of seed potatoes in %		Plon sadzeniaków w dt·ha ⁻¹ The yield of seed potatoes in dt·ha ⁻¹	
	Przed sadzeniem Before planting	Przed kwitnieniem Before flowering	Przed sadzeniem Before planting	Przed kwitnieniem Before flowering
Mival	64,9	60,5	150,1	132,7
Moddus	58,0	67,6	142,8	154,6
Obiekt kontrolny Control object	63,8	61,2	133,5	125,8
NIR $\alpha \leq 0,05$	5,7		14,8	
LSD $\alpha \leq 0,05$				

Wyższą wartość tej cechy uzyskano w obiektach, w których preparat Mival wnoszono w formie opryskiwania bulw przed sadzeniem niż przed kwitnieniem. Najwyższy plon sadzeniaków uzyskano w najkorzystniejszym, pod względem ilości i rozkładu opadów, 1993 roku, najniższy zaś — w skrajnie suchym 1994 roku.

DYSKUSJA

Zdaniem Kołodziejczyka (2000) wysokość plonu ziemniaka z jednostki powierzchni determinują trzy elementy składowe: liczba roślin, liczba bulw z rośliny i masa jednej bulwy. Poznanie ich wielkości oraz współzależności zachodzących między nimi stanowi ważne zagadnienie w uprawie ziemniaka, zwłaszcza przeznaczonego do przetwórstwa spożywczego oraz w nasiennictwie, gdzie szczególnie ważna jest wielkość bulw. Regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME spowodowały, relatywnie do obiektu kontrolnego, obniżenie udziału masy bulw w plonie o średnicy 3–4 cm, a zwiększenia partycypacji bulw o kalibrze 4–5 cm; wzrostu masy i liczby bulw z rośliny oraz plonu sadzeniaków. Boodlaender (1989) zauważył znaczny wzrost udziału bulw o średnicy 2,8–4,5 cm, spowodowany działaniem kwasu giberelinowego zastosowanego do opryskiwania roślin ziemniaka. Moddus 250 ME jako regulator wzrostu stymuluje syntezę kwasu giberelinowego (Ciba-Geigy, 1991), co powoduje wzrost udziału bulw średnich i dużych. W badaniach własnych do zwiększenia w plonie masy bulw dużych, decydujących o plonie handlowym, mogły się przyczynić również inne czynniki, nie uwzględnione w badaniach. Do nich można zaliczyć: konkurencję między pojedynczymi pędami w obrębie jednej rośliny, współzawodnictwo poszczególnych stolonów o produkty fotosyntezy, konkurencję między kielkami o pokarm z bulwy matecznej, dominację pączka głównego, wierzchołkowego oczka bulwy matecznej i inne (Wurr, 1977; MacKerron i in., 1988). Z badań Kuczyńskiej (1884) oraz Van de Waat (1989) i Van Ittersum (1992) wynika, że regulatory wzrostu zwiększają głównie masę bulw średnich w plonie ogólnym. Ci ostatni stwierdzili, że opryskując rośliny kwasem giberelinowym w okresie poprzedzającym inicjację bulw zwiększa się liczba zawiązanych bulw przy niezmienionym lub nieco zmniejszonym plonie ogólnym. Merkis i wsp. (1990) zaobserwowali, że regulator TA-12 już po 2 tygodniach od zastosowania kilkakrotnie zwiększa liczbę zawiązanych bulw. Wyszuli oni hipotezę, że optymalne warunki atmosferyczne w okresie wegetacji stymulują nie tylko wzrost bulw, ale również ich zawiązywanie, co może prowadzić do osłabienia działania regulatorów wzrostu, których potencjał plonotwórczy jest w pewnym sensie ograniczony. W opinii Djakova i wsp. (1990) Mival powoduje wzrost udziału bulw średnich, o masie 70–80 g, oraz zmniejszenie udziału bulw dużych. Należy jednak dodać, iż badania te przeprowadzono w odmiennych niż polskie warunkach meteorologicznych, w rejonie o klimacie kontynentalnym, charakteryzującym się chłodnymi nocami w okresie tuberyzacji, gdzie niska temperatura hamuje zawiązywanie bulw (Menzel, 1980).

Z badań własnych wynika, iż preparat Mival wywołuje również wzrost średniej masy bulwy. Badania Merkisa i wsp. (1990) oraz Sawickiej (2000 a) potwierdzają te wyniki. Zdaniem Lis i Wierzejskiej-Bujakowskiej (1995) bardziej interesujące jest działanie tych regulatorów wzrostu, które nie tylko zwiększają plony i modyfikują ich strukturę, ale także poprawiają ich odporność na warunki stresowe. Termin stosowania regulatorów wzrostu nie wpłynął na masę i liczbę bulw z rośliny, ani też na strukturę frakcji bulw. Z wcześniejszych badań Sawickiej (2000 b) wynika, że stosowanie tych regulatorów wzrostu na bulwy przed sadzeniem jest efektywniejsze niż stosowanie ich na nacę przed kwitnieniem. Natomiast z badań własnych wynika, że jest odmienna reakcja odmian na

regulatory wzrostu w obrębie frakcji bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm. Bardzo wczesna odmiana Drop pod wpływem preparatu Moddus 250 ME wytworzyła większą masę bulw o średnicy 4–5 cm, zaś średnio wczesna odmiana Irga — pod działaniem preparatu Mival. W przypadku odmiany Grot zauważono pod działaniem preparatu Mival zwiększenie masy bulw o średnicy ponad 6 cm, zaś pod działaniem preparatu Moddus 250 ME — odmiany Elba.

Udział i plon sadzeniaków był uzależniony od oddziaływania nie tylko regulatorów wzrostu, ale i terminu ich stosowania. Większy plon sadzeniaków w obiektach z preparatem Mival uzyskano aplikując go na bulwy przed sadzeniem, natomiast większy udział sadzeniaków — w obiektach z preparatem Moddus 250 ME, stosując go w formie opryskiwania naci przed kwitnieniem. Sawicka (1999) wykazała ponadto, iż oprysk naci regulatorami wzrostu przed kwitnieniem, niezależnie od rodzaju regulatora i odmiany, jest korzystniejsze, niż opryskiwanie nimi bulw przed sadzeniem, z uwagi na mniejsze nasilenie zainfekowania bulw *Streptomyces* sp. oraz *Rhizoctonia solani*. Podobne wnioski wysnuli Chekurov i wsp. (1990), stosując kwas giberelinowy. Dowiedli oni, że regulator ten zastosowany do opryskiwania naci kontroluje lepiej rozwój septerioz, alternarioz i zarazy ziemniaka niż stosowany do opryskiwania bulw.

Preparat Mival zwiększał istotnie średnią masę bulwy, chociaż obserwowano również dodatnią tendencję po zastosowaniu preparatu Moddus 250 ME. W dostępnym piśmiennictwie nie omawia się wpływu regulatorów wzrostu na tę cechę. O masie bulwy decyduje wiele czynników zarówno w sposób bezpośredni, jak i pośredni. Kołodziejczyk (2000) oraz Zarzyńska (1997) twierdzą zgodnie, że największy wpływ na wartość tej cechy wywiera obsada roślin na jednostce powierzchni, liczba bulw z rośliny, odmiana oraz przebieg pogody, w tym głównie opady atmosferyczne.

Badane odmiany różnią się istotnie pod względem udziału frakcji bulw, liczby i masy bulw, średniej masy bulw w plonie. Zależność tych cech ziemniaka od właściwości odmianowych potwierdzają również Sawicka (1994, 1999, 2000 a, 2000 b), Zarzyńska (1997), Sawicka i Kościelecka (1999) oraz Rudzińska-Mękal (2000). Silva i Andrew (1987) akcentują możliwość wystąpienia różnic w plonie tej samej odmiany aż do czterestokrotnych. Autorzy ci doszukują się przyczyn tak dużej zmienności plonu w dużej zmienności roślin w redlinie oraz między redlinami.

Zastosowane regulatory wzrostu wywołały zróżnicowane reakcje badanych odmian w zakresie liczby bulw z rośliny. Mogły one wynikać z natury tych związków, jako inhibitorów lub stymulatorów procesu fotosyntezy, tuberyzacji jak i reakcji obronnych roślin na czynniki patogeniczne. Największy efekt preparatu Mival, wyrażony liczbą bulw, uzyskano w przypadku odmiany Irga i Elba, natomiast pod działaniem preparatu Moddus 250 ME istotnie więcej bulw wydała odmiana Perkoz. Jak wynika z badań Menzla (1980) u odmian o długim okresie tuberyzacji regulatory wzrostu stymulują tworzenie się dodatkowych miejsc tuberyzacji, co tłumaczy większy ich efekt u odmian Elba i Irga.

Wszystkie badane cechy ziemniaka w dużym stopniu były modyfikowane zmiennością środowiska. W opinii wielu autorów (Wuur, 1977; Menzel, 1980; MacKerron i in., 1988; Sawicka, 1994, 2000 a) obok zmienności genetycznej roślin występuje równolegle zmienność środowiskowa. Do najważniejszych przyczyn tej zmienności zaliczają oni:

jakość sadzeniaków (zdrowotność, wielkość, sposób przechowywania), niejednorodność środowiska glebowego, różnorodność wpływu warunków meteorologicznych, takich jak: temperatura, światło (długość fal, intensywność i czas trwania), zaopatrzenie roślin w wodę. Zróżnicowanie środowiska, w jakim wegetują rośliny ziemniaka powoduje modyfikację procesów regulacji wewnętrznej w obrębie rośliny ziemniaka, co z kolei oddziałuje na efektywność stosowania regulatorów wzrostu roślin (Menzel, 1980; Djakov i in., 1990; Van Ittersum, 1992).

Badania własne i innych autorów (Amrein, 1989; Sawicka 1999, 2000 b; Rudzińska-Mękal, 2000) wskazują, iż preparat Moddus 250 ME jest interesującym regulatorem wzrostu, jednak nadal jego rola w modyfikowaniu elementów jakości plonu jest słabo poznana. Amrein i wsp. (1989) sugerują, iż cimectacarb, jako substancja aktywna tego preparatu, ogranicza istotnie wysokość źdźbła jęczmienia ozimego i zwiększa plon ziarna. Jak dotąd mało był stosowany w uprawie ziemniaka. Rudzińska-Mękal (2000) dowiodła, iż stosowanie preparatu Moddus 250 ME, bez względu na formę jego wniesienia, podwyższa zawartość związków fenolowych w bulwach, co zwiększa ich odporność na choroby, podwyższa koncentrację cukrów redukujących w bulwach, nie obniżając przy tym możliwości wykorzystania bulw na produkty smażone. Zwiększa on również koncentrację skrobi w bulwach odmian wczesnych, a zmniejsza w bulwach odmian późnych; obniża zawartość białka w bulwach odmian późnych; zwiększa poziom magnezu, a obniża koncentrację żelaza i cynku. Autorka ta sugeruje ponadto, iż korzystniejsze efekty w uprawie ziemniaka można uzyskać stosując Moddus 250 ME do opryskiwania naci.

W badaniach własnych preparat Mival uzyskał korzystniejsze efekty niż Moddus 250 ME. W opinii Voronkova i wsp. (1982), Djakova i wsp. (1990), Mikos-Bielak i wsp. (1994), Rudzińskiej i Mikos-Bielak (1999), Sawickiej (1994, 2000 b) oraz Rudzińskiej-Mękal (2000) zasługuje on na większe niż dotychczas zainteresowanie, ponieważ należy do związków krzemooorganicznych o niskiej toksyczności dla organizmu ludzkiego oraz, że wywiera wpływ na skład chemiczny roślin, tj. zwiększanie zawartości potasu, magnezu, manganu i miedzi w organach zapasowych roślin uprawnych (Mikos-Bielak i in., 1994; Rudzińska-Mękal, 2000); wzrost zawartości skrobi w bulwach odmian wczesnych oraz zwiększenie ilości związków polifenolowych w bulwach (Rudzińska i Mikos-Bielak, 1999; Rudzińska-Mękal, 2000), a także na opóźnianie epidemii oraz hamowanie rozwoju *Phytophthora infestans* na plantacjach ziemniaka (Sawicka, 1994).

Nadal jest jednak wiele niewiadomych, co do fizjologicznej aktywności obu preparatów — Moddus 250 ME i Mival, stąd też mimo wielu stwierdzonych ich zalet konieczne jest dalsze prowadzenie badań w aspekcie jakości plonu ziemniaka i oddziaływania ich na inne rośliny oraz zwierzęta w środowisku rolniczym.

WNIOSKI

1. Regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME spowodowały w porównaniu do obiektów kontrolnych:
 - zwiększanie masy i liczby bulw z rośliny;
 - obniżenie liczby bulw z rośliny o średnicy 4–5 cm, a zwiększenie partycypacji bulw o kalibrze 5–6 i ponad 6 cm;
 - zmniejszenie udziału masy bulw w plonie o średnicy 3–4 cm, a zwiększenie udziału bulw o kalibrze 4–5 cm;
 - wzrost plonu sadzeniaków.
2. Zwiększenie średniej masy bulwy wywoływał jedynie preparat Mival.
3. Odmiany ziemniaka odmiennie reagowały liczbą wytwarzanych bulw na stosowanie regulatorów wzrostu. Pod wpływem preparatu Mival odmiany Irga i Elba wytwarzały więcej bulw, a odmiana Grot mniej niż w obiekcie kontrolnym. Pod wpływem preparatu Moddus 250 ME istotnie więcej bulw wydała odmiana Perkoz.
4. Reakcja odmian na regulatory wzrostu w obrębie frakcji bulw o średnicy 4–5 i ponad 6 cm okazała się odmienna. Pod wpływem preparatu Moddus 250 ME odmiana Drop wytworzyła większą masę bulw o średnicy 4–5 cm, zaś odmiana Irga — pod działaniem preparatu Mival, relatywnie do obiektu kontrolnego. Wzrost masy bulw o średnicy ponad 6 cm pod działaniem preparatu Mival obserwowano u odmiany Grot, zaś preparatu Moddus 250 ME — u odmiany Elba.
5. Oddziaływanie regulatorów wzrostu na plon sadzeniaków zależało od odmian. Tylko odmiany Drop i Perkoz zwiększyły ich plon pod wpływem preparatu Moddus 250 ME. U pozostałych odmian brakowi oddziaływania regulatorów na tę cechę mogą towarzyszyć różne zmiany w dorodności bulw.
6. Termin aplikacji regulatorów wzrostu nie miał istotnego wpływu na masę i liczbę bulw z rośliny oraz na średnią masę jednej bulwy.
7. Plon sadzeniaków był uzależniony od terminu stosowania regulatorów wzrostu. Wyższy plon sadzeniaków w obiektach z preparatem Mival uzyskano we wczesnym terminie aplikacji preparatu. W obiektach z preparatem Moddus 250 ME stwierdzono większy ich udział w warunkach opryskiwania naci przed kwitnieniem.
8. Warunki atmosferyczne okresu wegetacji kształtowały masę i liczbę bulw z rośliny, a także strukturę plonu oraz plon sadzeniaków. Warunki stresowe (skrajna susza), spowodowały zdrobnienie bulw i zwiększenie ich liczby z jednej rośliny, a w efekcie uzyskanie niższego plonu sadzeniaków.

LITERATURA

- Amrein J., Rufner J., Quadranti M. 1989. The use of CGA 163935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. Brighton Crop Prot. Conf. — Weeds: 89 — 94.
- Bodlaender K. B. A., Van de Waat M. 1989. Influence of gibberelic acid (GH₃) applied to the crop on growth, yield and tuber size distribution of seed potatoes. Neth. J. Agricult. Sci. 37 (3): 185 — 195.
- Chekurov V. M., Sychev I. P., Sycheva V. P., Yarovoi V. M., Konchukovsaya G. L., Druganov A. G. 1990. The yield and disease development. Zashchita Rastenii 2: 24 — 25.

- CIBA-GEIGY. 1991. CGA 163935. Plant growth regulators for cereals, oilseed rape, turf and other annual crops. Agro Division AG 2, Switzerland: 1 — 10.
- Djakov V. M., Korzinnikov S., Matyënkov V. V. 1990. Ékologiëskie bezvrednye regulatory rosta Mival i Krezacin. Reg. Rost. Rast., Agropromizdat, Moskva: 52 — 61.
- Kuczyńska J. 1984. Wpływ Ergostimu i Alaru-85 na plonowanie roślin ziemniaka. Pestycydy 1: 17 — 21.
- Lis B., Wierzejska-Bujakowska A. 1995. Wpływ regulatorów wzrostu Stymulen, Kwartazyna i Lajma na plonowanie ziemniaka odmiany Heban. Pestycydy 1: 39 — 43.
- Kołodziejczyk M. 2000. Kształtowanie się plonu bulw łanu i pojedynczej rośliny ziemniaka jadalnego. Biul. IHAR 214: 221 — 230.
- MacKerron D. K., Marshall B., Jeffereies R. A. 1988. The distributions of tuber sizes in droughted and irrigated crops of potato. Part II. Relation between size and weight of tubers and the variability of tuber — size distributions. Potato Res. 31/2: 279 — 288.
- Menzel C.N. 1980. Tuberization in potato at high temperatures, responses to gibberelin and growth inhibitors. Ann. Biol., 46/3: 259 — 266.
- Merkis A. J., Novickene L. L., Deeva V. P., Kazakova V. N. 1990. Efektivnost preparata Lajma kak regulatora rosta i klubnicobrazovania u kartofelja. Reg. Rost. Rast., Izdat. Nauka, Moskva: 68 — 73.
- Mikos-Bielak M., Szymańska M., Wilczek M. 1994. Wpływ Indoformu i Mivalu na skład chemiczny jęczmienia jarego. Pestycydy 3: 23 — 28.
- Mikos-Bielak M., Sawicka B., Rudzińska B., Czeczko R. 1999. Syntetyczne regulatory wzrostu w uprawie ziemniaka. Cz. II. Wpływ Mivalu na wybrane składniki chemiczne bulw kilkudziesięciu odmian ziemniaka. Annales UMCS, EEE, 7: 91 — 99.
- Rudzińska B., Mikos-Bielak M. 1999. Modyfikacja chemicznej jakości bulw ziemniaka przez wybrane syntetyczne regulatory wzrostu. Roczn. AR Poznań — CCCVII: 229 — 234.
- Rudzińska-Mękal B. 2000. Modyfikacja składu chemicznego bulw ziemniaka przez syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME. Pr. doktor., AR Lublin.
- Sawicka B. 1994. Zmienność pojawiania i szerzenia się *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary w warunkach stosowania dwóch regulatorów wzrostu. Pestycydy 3: 13 — 22.
- Sawicka B. 1999. The influence of synthetic growth regulators Mival and Moddus in potato cultivation on tuber infection with *Streptomyces* sp. and *Rhizoctonia solani*. Progres in Plant Protection 39/2: 616 — 620.
- Sawicka B. 2000 a. Regulatory wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka. Cz. II. Wpływ regulatorów na plon i strukturę bulw. Biul. IHAR 213: 141 — 149.
- Sawicka B. 2000 b. Syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME w uprawie ziemniaka. Cz. I. Wpływ regulatorów wzrostu na plon ogólny i handlowy bulw oraz skrobiowość. Biul. IHAR 215: 277 — 292.
- Sawicka B., Kościelecka D. 1999. Regulatory wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka. Cz. I. Wpływ regulatorów na wzrost i rozwój roślin. Biul. IHAR 212: 141 — 149.
- Silva G. H., Andrew W. T. 1987. Hill to hill variations in tuber yields in Alberta. Am. Potato J. 62/3: 119 — 127.
- Van Ittersum M. K. 1992. Dormancy and growth vigour of seed potatoes. Doctoral thesis. Wageningen Agric. Univ.
- Voronkov M. G., Kuznecov I. G., Djakov V. M. 1982. Novyj biostimuljator Mival w sielskomchazajstvie. Riezul. Naucz. Issled. v Prakt. Siel. Chozj. Nauka, Moskva.
- Wuur D. 1977. Some observations of patterns of tuber formation and growth in the potato. Pot. Res. 20/1: 63 — 75.
- Zarzyńska K. 1997. Czynniki wpływające na kształt i wielkość bulw ziemniaka. Ziemniak Polski 4: 4 — 9.

JADWIGA KOMOROWSKA-JĘDRYS**TERESA OHANOWICZ**¹**BOŻENA SZEWCZYK**

Hodowla Ziemniaka Zamarte, Dział Hodowli Bonin

¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie

Ocena ciemnej plamistości poudzerzeniowej bulw ziemniaka

Evaluation of potato tubers to after-wounding blackspot

W latach 1997–1999 za pomocą obrotowego symulatora warunków uszkodzeń bulw testowano rody hodowlane ziemniaka, określając ich podatność na ciemną plamistość poudzerzeniową. Ciemna plamistość zależała w pierwszej kolejności od zróżnicowania genetycznego rodów, a lata badań miały mniejszy wpływ na tę cechę. Badania bulw za pomocą obrotowego symulatora uszkodzeń pozwalają na prowadzenie selekcji materiałów hodowlanych ziemniaka pod kątem wyeliminowania rodów o dużej podatności na ciemną plamistość.

Słowa kluczowe: ciemna plamistość poudzerzeniowa, hodowla, ziemniak

The susceptibility of tuber of breeding potato clones to after-wounding blackspot was tested in the years 1997–1999. Rotary simulator of natural potato tuber internal damage was used. The blackspot of tuber tissue depended mostly on a genotype. Years had smaller effect on this character. Testing of the potato tuber for the potato tubers resistance to after-wounding blackspot with a rotary simulator of damage allowed to discard very susceptible breeding material.

Key words: after-wounding blackspot, breeding, potato

WSTĘP

Mechaniczne uszkodzenia bulw powstają w czasie zmechanizowanego zbioru oraz obróbki ziemniaków po zbiorze.

W literaturze wymienia się następujące rodzaje uszkodzeń bulw: otarcia skórki, skaleczenia, obicia, zmiżdżenia i pęknięcia (Bouman, 1996). Przy ocenie odporności bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia przyjmuje się podział na uszkodzenia zewnętrzne (obejmujące skórę i korę) oraz reakcję miąższu, polegającą na tworzeniu nekrozy i ciemnej plamistości (Zgórska, 1989). Bulwy z objawami uszkodzeń zewnętrznych łatwo usunąć w czasie sortowania. Uszkodzenia wewnętrzne bulw objawiające się zmianą zabarwienia miąższu (ciemna plamistość poudzerzeniowa) rozwijają się po pewnym czasie, są mało widoczne i najczęściej ich rozmiar można ocenić dopiero po obraniu bulw. W

badaniach prowadzonych w Anglii około 13% pozornie nieuszkodzonych bulw wykazywało ciemne plamy (Zgórska, 1989). Wielu autorów podaje, że większość mechanicznych uszkodzeń, to uszkodzenia wewnętrzne. W badaniach prowadzonych w Estonii na 32% uszkodzonych bulw więcej niż 66% wykazywało ciemną plamistość (Slim, 1996).

Ciemna plamistość pouderzeniowa obniża jakość ziemniaków przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji i do przetwórstwa oraz powoduje duże straty ekonomiczne (usunięcie uszkodzonych bulw wymaga dodatkowej pracy i kosztów).

Zmiana zabarwienia miększu bulw jest wynikiem reakcji enzymatycznej, która zachodzi po zniszczeniu ścian komórkowych. Na intensywność reakcji wpływ ma temperatura, czas upływający pomiędzy procesem uszkodzenia bulwy a wystąpieniem objawów oraz podatność bulw (Martins, 1996). Stąd jednym ze sposobów zmierzających do ograniczenia występowania ciemnej plamistości pouderzeniowej bulw jest wyeliminowanie w trakcie hodowli odmian bardzo podatnych.

W tym celu podjęto badania nad zastosowaniem odpowiedniej metodyki uwzględniającej specyfikę warunków doświadczeń wstępnych, prowadzonych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Boninie, dla rodów hodowlanych ziemniaka.

W praktyce hodowlanej ocenę odporności bulw na mechaniczne uszkodzenia prowadzi się za pomocą metod statycznych lub dynamicznych.

Metody statyczne oparte są na testowaniu wytrzymałości skórki i miększu unieruchomionych, pojedynczych bulw, przy pomocy różnych przyrządów (penetrometrów lub wahadłowych bijników). Druga grupa metod polega na uszkodzaniu bulw będących w ruchu. Do testowania wykorzystuje się różne maszyny stosowane przy produkcji ziemniaka (Ratuszniak, 1990).

W Boninie, w latach 1992–1995 testowano materiał hodowlany z doświadczeń wstępnych, uszkadzając bulwy przy pomocy bijnika wahadłowego. Z naszych doświadczeń wynikało, że za pomocą tej metody można dokonać wstępnej oceny odporności bulw na ciemnienie pouderzeniowe, ale ocena odmian powinna być przeprowadzana na dużo większym materiale i w wielu powtórzeniach (Ratuszniak, 1996). W stosowanej metodzie (bijnik wahadłowy), określone było miejsce uderzenia (środkowa część bulwy) oraz wielkość uderzenia (siła). Tymczasem podatność bulwy w różnych jej częściach jest zmienna, a najbardziej podatna jest część stolonowa (Martins, 1996).

W latach 1997–1999 podjęto badania nad zastosowaniem metody uwzględniającej warunki, w jakich następują naturalne uszkodzenia bulw (różna siła uderzeń i różne miejsca uszkodzenia).

MATERIAŁ I METODY

Materiał stanowiły rody hodowlane ziemniaka biorące udział w doświadczeniach wstępnych w latach 1997–1999. Próby po 40 bulw każdego rodu pobierano przy kopaniu, przechowywano przez 3–5 tygodni po zbiorze w temperaturze 8–12° C. Na 24 godziny przed uszkodzaniem bulwy kondycjonowano w temperaturze 4° C, dla zwiększenia wrażliwości na uszkodzenia.

Zastosowano obrotowy symulator uszkodzeń bulw, składający się z bębna, wewnątrz którego wmontowano metalowe pręty (zmodyfikowana betoniarka wykonująca 26 obrotów na minutę). W czasie badań próby ziemniaków były uszkodzane w bębnie przez 30 sekund. Uszkodzone bulwy przechowywano przez 14 dni w temperaturze ok. 16° C. Wielkość uszkodzeń wewnętrznych (ciemnienia) oceniono po obraniu skórki, określając procent powierzchni, jaką zajęły ciemne plamy. Z czterdziestu uszkodzonych bulw wyliczono średni procent uszkodzenia powierzchni bulw dla próby.

Analizy wyników rodów uczestniczących w trzyletnim cyklu doświadczeń, przeprowadzono dla każdej grupy wczesności osobno oraz łącznie dla wszystkich rodów. Na podstawie analizy wariancji wyliczono wskaźnik wpływu środowiska — E (w naszym przypadku — lat) oraz wskaźnik wykrywalnej zmienności genetycznej — H (De la Roche i Fowler, 1975; Piech i Mikulski, 1989) wg wzorów:

$$E = \frac{\sigma^2 \times L}{\sigma^2 \times E + \sigma^2 \times L}$$

$$H = \frac{\sigma^2 \times O}{\sigma^2 \times O + \sigma^2 \times E}$$

gdzie: $\sigma^2 L$, $\sigma^2 O$, $\sigma^2 E$ — oznaczają komponenty wariancyjne odpowiednio dla lat, rodów i błędu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W latach 1997–1999 przebadano 88 rodów ziemniaka. Wykonano analizy wariancji dla każdej grupy wczesności i łącznie dla wszystkich rodów. Jako błąd przyjęto interakcję rody x lata. Rezultaty analizy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Zestawienie wyników badań rodów na ciemnienie poudzerzeniowe prowadzonych w latach 1997–1999 Results for the potato clones testing to after-wounding blackspot in the years 1997–1999

Grupa wczesności Maturity groups	Liczba badanych rodów Number of clones	Zmienność rodów Variability of clones	Zmienność lat Variability of years	E ¹⁾ wskaźnik wpływu środowiska (lat) E ¹⁾ coefficient of environmental effect (years)	H ²⁾ wskaźnik poziomu wykrywalnej zmienności genetycznej H ²⁾ coefficient of the level of detectable genetic variation
Wczesne Early	32	++	++	0,3389	0,7253
Średnio wczesne Medium early	47	++	++	0,3395	0,5625
Średnio późne Medium late	9	++	++	0,4775	0,9205
Wszystkie rody All clones	88	++	++	0,3428	0,6801

++ — Różnice istotne przy p = 0,01

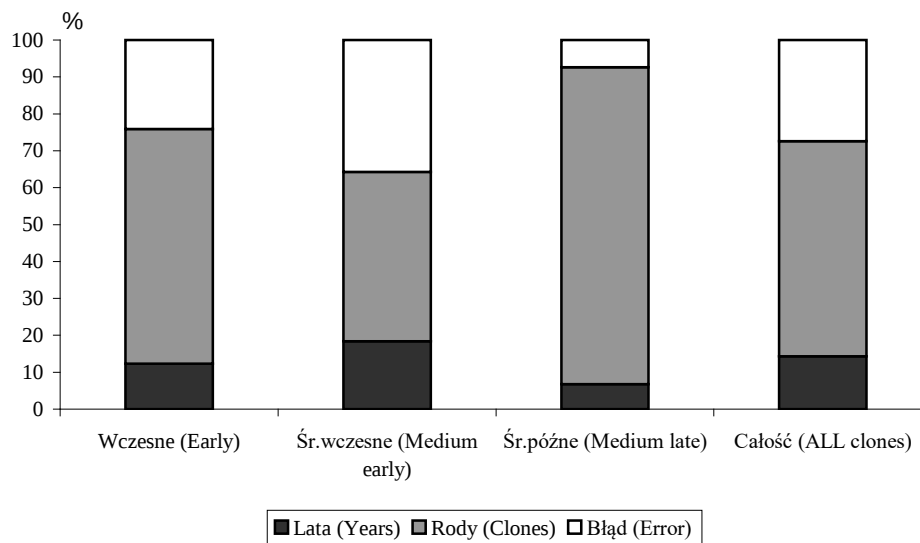
++ — Differences significant at p = 0.01

Przeprowadzone obliczenia wykazały wysoce istotny wpływ zmienności lat i rodów. Oznacza to, że na podatność bulw ziemniaka na ciemną plamistość poudzerzeniową wpływ ma środowisko oraz cechy związane z genotypem (rody).

Aby określić, który z tych czynników ma większy wpływ na badaną cechę obliczono wskaźniki E i H. Wskaźniki te, podobnie jak analizę wariancji, obliczono dla każdej grupy wczesności i łącznie dla wszystkich rodów. Wskaźnik E charakteryzuje wpływ środowiska na zmienność badanej cechy. W przypadku bardzo silnego wpływu przybiera wartości bliskie 1. Wskaźnik H jest identyczny jak współczynnik odziedziczalności. Ponieważ w naszych badaniach nie mamy do czynienia z pokoleniem potomnym, ale z rodami, możemy jedynie mówić o poziomie wykrywalnej zmienności genetycznej (De la Roche, Fowler, 1975) lub też o stopniu genetycznego zróżnicowania.

W przeprowadzonych badaniach wskaźnik E, wyliczony osobno dla każdej grupy wczesności oraz łącznie dla wszystkich rodów, kształtował się na poziomie niższym niż 0,5 (tab. 1). Wskaźnik H wynosił od 0,56 do 0,92 i był najwyższy dla rodów o najdłuższym okresie wegetacji (tab. 1). Porównując wartości wskaźników E i H widać, że większy wpływ na ciemną plamistość poudzerzeniową ma zmienność rodów.

Wyliczony procentowy udział komponentów wariancyjnych w ogólnej zmienności również wskazuje na duży wpływ rodów (genotypu) na badaną cechę (rys. 1). Ogólnie dla rodów (bez wydzielania grup wczesności) udział ten wynosił 58,3%.



Rys. 1. Struktura procentowa komponentów wariancyjnych związanych z oceną reakcji bulw rodów ziemniaka na ciemnienie poudzerzeniowe

Fig. 1. Percentage share of variance components for the evaluation of reaction of potato clones tubers to after-wounding blackspot

Ocena ciemnienia poudzerzeniowego w rodach hodowlanych przy pomocy obrotowego symulatora uszkodzeń wykazała, że dominującym czynnikiem wpływającym na ocenę podatności bulw jest genotyp, a nie lata badań, jak wykazano we wcześniejszych badaniach (Ratuszniak, 1996). Również Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2000) w badaniach prowadzonych na 45 odmianach wykazały wysoki wpływ cech osobniczych odmian (70%) na ciemną plamistość poudzerzeniową.

Zmienność genetyczna najwyższa była u rodów o najdłuższym okresie wegetacji (u rodów późnych uzyskano najwyższy wskaźnik H). Potwierdza to wyniki Ratuszniaka (1996), który wykazał, że zróżnicowanie wewnątrz rodów średnio późnych i późnych było istotne, lub wysoce istotne.

Badania uszkodzeń za pomocą obrotowego symulatora pozwalają na prowadzenie selekcji materiałów hodowlanych ziemniaka pod kątem wyeliminowania rodów o dużej podatności na ciemną plamistość.

WNIOSKI

1. Ocena podatności bulw ziemniaka na ciemną plamistość poudzerzeniową zależy od lat badań i zróżnicowania rodów, ale dominujący wpływ ma genotyp.
2. Ponieważ ocena ciemnienia poudzerzeniowego zależy w pierwszej kolejności od genotypu (rodów) można przyjąć, że badania za pomocą obrotowego symulatora uszkodzeń, prowadzone w okresie doświadczeń wstępnych, pozwalają dokonać wiarygodnej selekcji w obrębie materiałów hodowlanych.
3. Badania wykazały, że w obrębie rodów o dłuższym okresie wegetacji jest większe zróżnicowanie genetyczne pod względem badanej cechy.

LITERATURA

- Bouman A. 1996. Mechanical damage in potato tubers: standardization of methodologies. 13th Trien. Conf. EAPR. Veldhofen, The Netherlands.
- De la Roche A., Fowler D. B. 1975. Wheat quality evaluation. I. Accuracy and precision of prediction tests. Can. J. Plant Sci. 55: 241 — 249.
- Martins F. 1996. Instrumental tests for blackspot evaluation. 13th Trien. Conf. EAPR. Veldhofen, The Netherlands: 328 — 329.
- Piech M., Mikulski W. 1989. Wpływ genotypu i środowiska na kształtowanie się komponentów plonu odmian bobiku pochodzących z Europy Środkowowschodniej i Zachodniej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 382: 277 — 281.
- Ratuszniak E. 1990. Problematyka hodowli ziemniaka odpornego na główne zgnilizny bulw. Inst. Ziem. Bonin. (rozpr. hab.) 91 s.
- Ratuszniak E. 1996. Badania nad zmiennością cechy ciemnienia poudzerzeniowego bulw ziemniaka. Biul. IHAR 200: 405 — 408.
- Slim J. 1996. The kinds and reasons of mechanical tuber damage in Estonia. 13th Trien. Conf. EAPR. Veldhofen, The Netherlands: 228 — 229.
- Zgórska K. 1989. Biologiczne i ekologiczne czynniki warunkujące podatność bulw na powstawanie ciemnej plamistości poudzerzeniowej. Inst. Ziem. Bonin. (rozpr. hab.) 91 s.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000. Czynniki wpływające na ciemną plamistość poudzerzeniową bulw ziemniaka. Biul. IHAR 213: 253 — 260.

MARIANNA SZUTKOWSKA**BARBARA LUTOMIRSKA**

Zakład Agronomii Ziemiaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Wpływ środowiska i niektórych czynników agrotechnicznych na porażanie się bulw ziemniaka parchem zwykłym

Influence of environmental conditions and agriculture factors on tubers infection with *Streptomyces scabies*

W pracy przedstawiono wyniki badań prowadzonych w latach 1997–2000 na mikropoletkach, na glebach o składzie granulometrycznym: ps:pgl, pgl:gl, pgl:pgl, ps:gl, pgm:gl/gś, gś:gc/ił. Zróżnicowaną wilgotność gleby uzyskiwano nawadniając ziemniaki w okresie od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia. Zastosowano też dwa rodzaje nawozów azotowych: o działaniu lekko zasadowym i lekko kwaśnym. W latach 1997–1998 wprowadzono pogłównie wapnowanie CaCO_3 w dawce odpowiadającej 1/2 kwasowości hydrolitycznej, zaś w latach 1999 i 2000 dolistne dokarmianie roślin saletrą wapniową. W naturalnych warunkach pogodowych porażenie bulw parchem zwykłym w badanych latach było istotnie zróżnicowane. Czynniki oddziałującymi na nasilenie objawów choroby były wilgotność i skład granulometryczny gleby. W tych samych warunkach pogodowych wilgotność gleby ciężkiej (gliny) była wyższa, a nasilenie objawów choroby na bulwach istotnie mniejsze, niż na glebach lżejszych. Czterokrotne nawadnianie, każdorazowo dawką 30 mm wody, którego efektem była znacząca poprawa wilgotności, istotnie ograniczało porażenie bulw. Zastosowanie nawozu azotowego o odczynie lekko zasadowym istotnie zwiększało porażenie bulw parchem. Było to szczególnie wyraźne w latach o niskim poziomie opadów w okresie wiosny, nawadnianie w takich warunkach powodowało modyfikację układu wyników. Stwierdzono, że oddziaływanie pogłównego wapnowania na porażenie bulw jest uzależnione od składu granulometrycznego gleby. W warunkach przeprowadzonych doświadczeń dokarmianie roślin nie miało znaczenia dla zagrożenia bulw parchem zwykłym.

Słowa kluczowe: gleba, nawadnianie, nawożenie N, parch zwykły, wapnowanie

The field experiments set up on microplots of 6 soil types was carried out in 1997–2000 at Jadwisin Branch of Plant Breeding and Acclimatization Institute. Diversified soil moisture was achieved by irrigation from the end of emergence to full blooming. Two types of N- fertilizers (of basic and acidic physiological reaction) were applied. In 1997 and 1998 the CaCO_3 at the amount of corresponding to 1/2 of hydrolytic acidity was applied after plant emergence, whereas in 1999 and 2000 foliar application of CaNO_3 was used. The plants were sprayed 5-times every 7 days started full of budding. Under natural weather conditions tubers infection with common scab was significantly differed. The moisture and soil type were the factors with the highest effect on intensification of disease symptoms. Four irrigation,

each time with 30 mm of water applied from the end of emergence to full blooming improved soil moisture and significantly reduced tubers infection. The regression and correlation analysis were performed to evaluate interdependence between soil moisture and tubers infection. On lighter soils, i.e. light loamy sand and heavy loamy sand, significant correlation coefficients occurred between their moisture and tubers infection (-0.8908 and -0.8721 respectively). The most favourable conditions for the disease development on such soils occurred at the lowest moisture, approximately 4%. Under conditions of heavy loam soil, tubers were strongly infected at the moisture of 10%. Both lower and higher moisture of that soil produce limiting effect on disease development. Application of light basic N-fertilizer under conditions of natural precipitation caused increase of scab infection. Foliar application of CaNO_3 did not changed level of infection with common scab. The effect of liming applied after emergence on tuber infection with common scab was inconsistent. The interaction between this factor and irrigation on different soils was observed.

Key words: common scab, irrigation, liming, nitrogen fertilization, liming, type of soil

WSTĘP

Parch zwykły ziemniaka należy do najczęściej występujących chorób skórki bulw. Nie powoduje on strat ilościowych, ale wywołane infekcją zmiany obniżają wartość nasienną sadzeniaków oraz wartość handlową ziemniaków konsumpcyjnych i przeznaczonych dla przemysłu spożywczego. Próby rozwiązania problemu poprzez wyhodowanie odmian odpornych na patogena nie przyniosły dotychczas oczekiwanych rezultatów. Nadal wśród zrejonych w Polsce odmian dominują te o odporności 5–6 (wg skali 9°). Podobnie sytuacja wygląda w innych krajach (Anonim, 1996; Anonim, 2000). Różnorodność czynników warunkujących infekcję i rozwój choroby sprawiają, że nie opracowano skutecznej metody, która pozwalałaby uzyskiwać plon wolny od patogena. Poznanie biologii i warunków rozwoju bakterii (*Streptomyces scabies*) powodujących chorobę oraz czynników sprzyjających porażeniu się bulw pozwalają jedynie ograniczać zagrożenie parchem zwykłym.

Celem badań prowadzonych w Zakładzie Agronomii Ziemniaka w Jadwisinie w latach 1997–2000 było określenie poziomu zabiegów agrotechnicznych, przy którym porażenie bulw parchem zwykłym jest najmniejsze.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenia ścisłe, 4-czynnikowe przeprowadzono na mikropoletkach, w dwóch seriach (I — lata 1997–1998, II — lata 1999–2000). Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 1,5 m² (6 roślin), a liczba powtórzeń 4.

W badaniach oceniano jaki wpływ na porażenie bulw parchem zwykłym ma:

- skład granulometryczny gleby,
- zaopatrzenie roślin w wodę w okresie ich początkowego wzrostu i wiązania bulw,
- fizjologiczny odczyn nawozu azotowego zastosowanego pod ziemniaki,
- dogłębne bądź dolistne zastosowanie wapnia w czasie wegetacji ziemniaka.

Poziomy czynników uwzględnione w badaniach przedstawia tabela 1. Badania prowadzono na odmianach o średniej odporności na parcha zwykłego, seria I — Kolia (odporność 5), seria II — Irga (odporność 6)

Tabela 1

Badane czynniki Experimental factors		
Poziomy czynnik A, B, C — seria I i II Levels of the factor A, B and C — series I and II		
A	B	C
Skład granulometryczny gleby Soil profile	Zaopatrzenie roślin w wodę Moisture condition	Rodzaj nawozu N Kind of nitrogen fertilizer
Piasek słabo gliniasty na glinie lekkiej od 120 cm (ps:pgl) Weak loamy sand on light loam	Opady naturalne Natural rainfall	Nawóz azotowy o odczynie fizjologicznie lekko kwaśnym (saletra amonowa) Fertilizer of light acidic reaction
Piasek gliniasty lekki na glinie lekkiej od 120 cm (pgl:gl) Light loamy sand on light loam		
Piasek gliniasty lekki całkowity (pgl:pgl) Light loamy sand, uniform		
Piasek słabogliniasty na glinie lekkiej od 50 cm (ps:gl) Weak loamy sand on light loam	Dodatkowe nawadnianie od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia dawką 30 mm co 7 dni, zależnie od roku badań zastosowano 1–4 nawodnień Irrigation with 30 mm of water each 7 days from the end of emergence to full blooming	Nawóz azotowy o odczynie fizjologicznie lekko zasadowym (salmag) Fertilizer of light basic reaction
Piasek gliniasty mocny na glinie średniej od 25 cm (pgm:gl/gś) Heavy loamy sand on medium loam		
Gлина średnia na glinie ciężkiej od 25 cm (gś:gc/ił) Medium loam on heavy loam		
Poziomy czynnik D Levels of the factor D		
Seria I Serie I	Seria II Serie II	
Pogłównie zastosowanie węgla wapniowo-magnezowego pod ostatnie redlenie w dawce równej ½ kwasowości hydrolitycznej Liming with CaCO ₃ dose corresponding to ½ of hydrolic acidity	Dolistne dokarmianie roślin saletrą wapniową rozpoczynając od fazy wiązania pąków kwiatowych: 5 zabiegów co 7 dni Foliar application of CaNO ₃ : 5 treatments each 7 days, starting just after flower budding	
Bez pogłównego stosowania wapnia No liming	Bez dokarmiania Without foliar application	

Ziemniaki uprawiano po życie, stosując nawożenie organiczno-mineralne w ilościach odpowiadających dawkom na 1 hektar: obornik — 30 t, K_2O — 240 kg, P_2O_5 — 160 kg, N — 160 kg. Obornik, nawóz potasowy i fosforowy stosowano jesienią, nawóz azotowy zaaplikowano wiosną w dawkach dzielonych: pierwszą — 100 kg pod ostatni zabieg spulchniający glebę przed sadzeniem i drugą — 60 kg przed wschodami roślin ziemniaka. Wapnowanie przeprowadzano po zakończeniu wschodów, przed ostatnim obredlaniem.

W okresie planowanego nawadniania przeprowadzano ocenę warunków wilgotnościowych 3 gleb o wyraźnie różnym składzie granulometrycznym (zwięzłości), tj. pgl:pgl, pgm:gl/gś, gś:gc/ił. Wilgotność oznaczano metodą suszarkową. Próbkę gleby z poziomu ok. 10 cm pobierano jeden dzień przed nawadnianiem i jeden dzień po jego wykonaniu. Gdy nawadnianie nie było prowadzone, wilgotność oznaczano co 7 dni. Porażenie bulw parchem zwykłym oceniano ok. 2 tygodnie po zbiorze stosując 9-stopniową skalę, według której 9 — oznacza bulwy bez objawów choroby, a 1 — bulwy, których skórka została w ponad 50% zniszczona przez parcha. Ocenie poddawano połowę plonu zebranego z każdego poletka (tj. ok. 50 bulw). Wynikiem oceny jest procentowy udział bulw porażonych w masie plonu oraz średni stopień porażenia bulw.

Wyniki opracowano statystycznie wykonując analizy wariancji dla trzech zmiennych według modelu stałego. Ocenę wpływu składu granulometrycznego gleby, nawadniania oraz oddziaływania formy nawozów azotowych (tab. 1) oparto o wyniki czteroletnie (2 serie badań łącznie), natomiast dotyczącą wapnowania oraz dolistnego stosowania Ca na badaniach dwuletnich. Posługując się rachunkiem regresji i korelacji wyznaczono zależności pomiędzy sumą opadów w okresie od 1 kwietnia do pełni kwitnienia oraz od końca wschodów do pełni kwitnienia a wilgotnością porównywanych gleb. Ponadto oceniono wpływ wilgotności gleby na porażenie bulw.

WYNIKI I DYSKUSJA

Znaczenie składu granulometrycznego i wilgotności gleby

Nasilenie objawów choroby na bulwach ziemniaka w warunkach badań było istotnie zróżnicowane i uzależnione od składu granulometrycznego gleby oraz lat badań (tab. 2). Najmniejszy udział bulw porażonych stwierdzano w plonie zbieranym z gleby najcięższej (głina średnia). Zależność taka wystąpiła we wszystkich latach, niezależnie od poziomu opadów. W warunkach gleb lżejszych porażenie bulw było średnio 2–3-krotnie wyższe. Należy zauważyć, że najbardziej sprzyjające warunki rozwoju choroby występowały na piasku słabogliniastym podścielonym gliną lekką. Najwyższy udział bulw porażonych oraz stopień zniszczenia skórki odnotowano w plonie pochodzącym z tej gleby w trzech latach badań (z wyjątkiem roku 1999).

W warunkach małej sumy opadów w okresie od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia roślin ziemniaka w latach 1997 i 2000 porażenie bulw parchem zwykłym było istotnie wyższe niż w latach o większych opadach, tj. 1998 i 1999. Pomimo, że sumy opadów we wspomnianym okresie (tj. 1998 i 1999 roku) ukształtowały się na bardzo zbliżonym poziomie, to różnice w porażeniu parchem w tych latach również są wysoce udowodnione statystycznie (tab. 2).

Tabela 2

Procentowy udział bulw porażonych parchem zwykłym w plonie uzyskanym na różnych glebach w warunkach opadów naturalnych. Jadwisin 1997–2000
Percentage of tubers infected with common scab in crop grown on different soil in natural moisture condition. Jadwisin 1997–2000

Rok Year	Suma opadów (mm) od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia Total rainfall in the period: end of emergence — full blooming of plants	Udział bulw porażonych (%) na glebie o składzie granulometrycznym: Percentage of tubers infected with common scab on different soil:						
		ps:pgl	pgl:gl	pgl:pgl	ps:gl	pgm:gl/gś	gś:gc/ił	Średnio Mean
1997	151,8	88,4	83,5	87,9	79,9	81,8	20,7	73,7
1998	208,1	76,1	74,2	51,8	87,3	66,3	30,7	64,4
1999	183,6	34,9	49,1	38,2	81,2	24,6	24,0	42,0
2000	96,2	87,0	92,3	74,7	91,8	90,9	29,5	77,7
Średnio Mean	x	71,6	74,8	63,2	85,1	65,9	26,2	x
NIR $p=0,05$ gleby LSD $p=0,05$ soils								5,9
NIR $p=0,05$ lata LSD $p=0,05$ years								4,9
NIR $p=0,05$ współdziałanie gleby x lata LSD $p=0,05$ interaction soils x years								11,9

Tabela 3

Porażenie bulw parchem w plonie z obiektów nie nawadnianych i nawadnianych w latach o zróżnicowanych opadach (średnio dla ocenianych gleb). Jadwisin 1997–2000
Tuber infection with common scab on the irrigated and non-irrigated object in years with different sums of rainfall (mean for soil types). Jadwisin 1997–2000

Porównywane obiekty Objects		Lata o niskich opadach Years with low sums of rainfall				Lata o wysokich opadach Years with high sums of rainfall				Średnio Mean		NIR P =0,05 nawadnianie LSD P = 0.05 irrigation	
		1997		2000		1998		1999		N	W		
		N	W	N	W	N	W	N	W				
	na obiektach on objects	73,7	74,2	77,7	64,6	64,4	64,2	42,0	44,4	64,5	61,8	n.i.*	
Udział bulw porażonych Percentage of infected tubers	średnio w roku mean in years	74,0		71,2		64,3		43,2					
	NIR _{p=0,05} : lata LSD _{p=0,05} : years	5,3											
	współdziałanie interaction	7,3											
	na obiektach on objects	5,0	5,6	5,5	5,9	5,1	5,8	6,2	6,3	5,5	5,9	0,3	
Porażenie bulw w skali 9° Infection in 9-degree scale	średnio w roku mean in years	5,3		5,8		5,4		6,2					
	NIR _{p=0,05} : lata LSD _{p=0,05} : years	0,4											
	współdziałanie interaction	n.i.*											
N — Nie nawadniane W — Nawadniane		N — Non irrigated W — Irrigated				n.i.* — Nieistotne				n.i.* — Non-significant			

Zastosowane w doświadczeniach dawki nawadniania nie wykazały istotnego wpływu na udział bulw porażonych parchem (tab. 3). Istotnie korzystne oddziaływanie tego zabiegu stwierdzono jedynie w 2000 roku. Był to rok, w którym przy bardzo niskich opadach naturalnych przeprowadzono 4-krotne nawadnianie, stosując łącznie 120 mm dawkę dodatkowego opadu.

Ocena stopnia porażenia bulw wskazuje, że nawet jednorazowe nawodnienie może istotnie ograniczyć rozmiar zmian chorobowych na zainfekowanych bulwach.

Wyniki, dotyczące porażenia bulw parchem uzyskane w naturalnych warunkach pogody oraz w warunkach nawadniania, wskazują na istnienie zależności pomiędzy występowaniem choroby na bulwach a wilgotnością gleby w okresie od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia roślin ziemniaka (tab. 4). W latach 1997 i 1999, kiedy zastosowane dawki wody w niewielkim stopniu zwiększyły wilgotność gleb, porażenie bulw parchem było istotnie uzależnione od współdziałania pomiędzy składem granulometrycznym gleby i nawadnianiem (tab. 4).

Natomiast istotny wpływ tego zabiegu na ograniczenie rozwoju choroby stwierdzono w roku 2000, wówczas gdy na obiektach nawadnianych uwilgotnienie gleb było zdecydowanie wyższe (tab. 3 i 4).

Tabela 4

Zależności pomiędzy średnią wilgotnością wybranych gleb w okresie okolutuberyzacyjnym w warunkach badań a udziałem w plonie bulw porażonych parchem zwykłym. Jadwisin 1997–2000
Dependence between soil types mean soil moisture and the share of infected tubers with comon scab in crop. Jadwisin 1997–2000

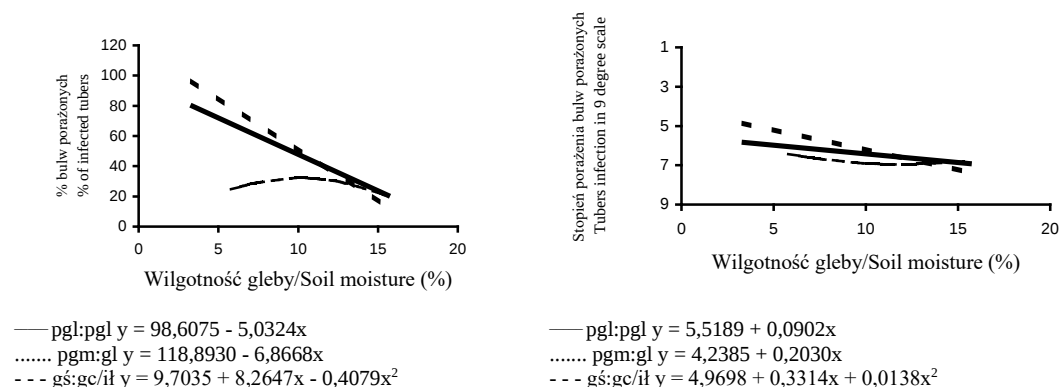
Gleba Soil	Wyszczególnienie Specification	Rok / Year							
		1997		1998		1999		2000	
		Nawadnianie / Irrigation							
		N	W	N	W	N	W	N	W
pgl:pgl light sandy	wilgotność gleby (%) soil moisture (%)	3,4	5,6	7,0	7,1	11,0	12,6	4,1	9,6
	% bulw porażonych % of infected tubers	87,9	82,1	51,8	57,1	38,2	45,5	74,7	47,6
pgm:gl heavy loam sandy	wilgotność gleby (%) soil moisture (%)	5,2	5,8	7,1	7,3	11,2	12,1	4,1	10,3
	% bulw porażonych % of infected tubers	81,7	69,4	66,2	79,6	24,5	36,6	90,9	66,2
gś:gc/ił medium loam	wilgotność gleby (%) soil moisture (%)	5,8	7,4	9,5	10,7	14,9	15,6	6,4	11,1
	% bulw porażonych % of infected tubers	20,7	31,6	30,6	38,2	24,0	19,7	29,5	24,6
NIR _{p=0,05} gleba x nawadnianie dla % bulw porażonych		6,2		n.i.*		6,3		n.i.*	
LSD _{p=0,05} soil x irrigation for % of infected tubers		6,2		n.i.*		6,3		n.i.*	

Objaśnienia jak w tabeli 3

See Table 3

Dalsze badania prowadzone w oparciu o uzyskane wyniki pozwoliły na potwierdzenie tej hipotezy. Wyliczone równania regresji oraz współczynniki korelacji dla wcześniej wymienionych gleb (rys. 1, tab. 5) wskazują, że dla gleb lekkich i średnio ciężkich

(pgl:pgl, pgm:gl/gś) zależność ta ma charakter liniowy, a dla gleby ciężkiej (gś:gc/ił) paraboliczny. Najlepsze warunki dla porażania się bulw na glebach lżejszych występowały, gdy ich wilgotność wynosiła ok. 4%. Natomiast optymalna wilgotność dla rozwoju choroby na glebie ciężkiej wynosiła ok. 10%. W wyniku wzrostu, jak i spadku uwilgotnienia gleby porażenie bulw malało (rys. 1).



Rys. 1. Wpływ wilgotności gleby w okresie okolutuberyzacyjnym na porażenie bulw parchem zwykłym. Jadwisin 1997–2000

Fig. 1. Influence of soil moisture during the phase and of emergence — full blooming on tuber infection with common scab. Jadwisin 1997–2000

Tabela 5

Współczynniki korelacji pomiędzy opadami w dwu wybranych okresach a wilgotnością gleby w fazie od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia oraz pomiędzy wilgotnością gleby w tej fazie a porażeniem bulw parchem zwykłym

Correlation coefficient between rainfall in two chosen periods and soil moisture in growth phase end of emergence to full blooming and between soil moisture during this phase and tubers infection with common scab

Gleba Soil type	Opady w okresie od 1 kwietnia do pełni kwitnienia i wilgotność gleby Rainfall from 1 st .April to full blooming and soil moisture	Opady w okresie od końca wschodów do pełni kwitnienia i wilgotność gleby Rainfall in phase end of emergence to full blooming and soil moisture	Wilgotność gleby w fazie od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia Soil moisture in growth phase end of emergence to full blooming	
			i procentowy udział bulw porażonych w plonie and percentage of infected tubers	i stopień porażenia bulw and infection degree
pgl:pgl	$r = 0,7962$	$r = 0,7574$	$r = -0,8908$	0,8148
pgm:gl/gś	$r = 0,7595$	$r = 0,7141$	$r = -0,8721$	0,8120
gś:gc/ił	$r = 0,8653$	$r = 0,7917$	$R = 0,5503^*$	n.i.**

* — Bardzo wyraźna tendencja

* — Very clear tendency

** n.i. — Nieistotne

** n.i. — Non-significant

Udowodnienie powyższych zależności pozwala sądzić, że zróżnicowanie w porażeniu parchem w latach 1998 i 1999 jest następstwem różnic w poziomie uwilgotnienia gleb w porównywanych latach. W roku 1999 po bardzo obfitym w deszcze kwietniu (suma 106,7 mm) wilgotność utrzymywała się na wyższym poziomie przez cały okres początkowego wzrostu roślin i wiązania bulw.

Wpływ czynników agrotechnicznych

Forma nawozu azotowego

Analiza statystyczna wyników wykazała, że zastosowanie nawozu azotowego o odczynie fizjologicznie lekko zasadowym powodowało istotny wzrost porażenia bulw w porównaniu do obiektów nawożonych saletrą amonową (tab. 6).

Tabela 6

Wpływ fizjologicznego odczynu nawozu azotowego zastosowanego pod ziemniaki i nawadniania na procentowy udział bulw porażonych parchem. Jadwisin 1997–2000
Influence of physiological reaction of N-fertilizer and irrigation on percentage of infected tubers. Jadwisin 1997–2000

Rok badań Year	Nawóz fizjologicznie lekko kwaśny The acidic reaction N-fertilizer			Nawóz fizjologicznie lekko zasadowy The basic reaction N-fertilizer		
	Obiekty Objects		Średnio Mean	Obiekty Objects		Średnio Mean
	N	W		N	W	
1997	60,8	62,5	61,7	86,8	85,7	86,3
1998	61,4	65,5	63,4	67,4	62,8	65,1
1999	43,2	42,6	42,9	40,7	46,2	43,4
2000	70,7	58,5	64,6	83,8	70,7	77,3
Średnio Mean	x	x	58,2	x	x	68,0
NIR $p=0,05$ nawóz	7,2					
LSD $p=0,05$ N-ertilizer	12,3					
współdziałanie lata x nawozy interaction years x fertilizer	12,3					

N — Nie nawadniane

N — Non irrigated

W — Nawadniane

W — Irrigated

Korzystne oddziaływanie salmagu w stosunku do patogena było szczególnie wyraźne, gdy warunki wilgotnościowe sprzyjały występowaniu choroby. Wprowadzone w doświadczeniu dawki nawadniania nieznacznie modyfikowały układ wyników. Kiedy naturalne warunki wegetacji (1999 rok) były mniej korzystne dla rozwoju organizmów chorobotwórczych, a także wprowadzono dolistne dokarmianie roślin, oddziaływanie fizjologicznego odczynu nawozu azotowego okazało się zależne od składu granulometrycznego gleby (tab. 7). Wzrost porażenia pod wpływem nawożenia salmagiem odnotowano na piasku gliniastym lekkim całkowitym, piasku słabogliniastym podścielonym gliną i na glinie. Na pozostałych glebach nawóz ten zmniejszył zagrożenie parchem. Jednorazowe nawadnianie w takich warunkach jedynie w przypadku głęboko zalegającego piasku słabogliniastego zmodyfikowało wyniki na niekorzyść salmagu.

Tabela 7

Wpływ fizjologicznego odczynu nawozu azotowego zastosowanego pod ziemniaki uprawiane na różnych glebach w warunkach małego zagrożenia parchem na procentowy udział bulw porażonych. Jadwisin 1999

Influence of the physiological reaction of N-fertilizer on percentage of tubers infected with common scab on different soils

Skład granulometryczny gleby Soil type	Nawóz fizjologicznie lekko kwaśny The acidic reaction N-fertilizer		Nawóz fizjologicznie lekko zasadowy The basic reaction of N-fertilizer		Średnio Mean		NIR _{p=0,05} nawóz LSD _{p=0,05} fertilizer	NIR _{p=0,05} * LSD _{p=0,05} *
	Obiekty Objects		Obiekty Objects		Nawóz fizjologicznie lekko kwaśny Light acidic fertilizer	Nawóz fizjologicznie lekko zasadowy Light basic fertilizer		
	N	W	N	W				
ps:pgl	39,6	34,5	28,8	42,6	37,0	35,4	n.i.**	n.i.**
pgl:gl	59,2	33,8	48,0	47,9	44,0	47,9	3,6	n.i.**
pgl:pgl	32,2	23,2	56,9	46,9	27,9	51,9	19,9	n.i.**
ps:gl	60,0	73,6	83,4	85,3	66,8	84,3	13,3	18,9
pgm:gl/gś	50,8	34,1	36,7	27,4	42,5	32,8	9,6	n.i.**
gś:gc/ił	16,7	23,7	27,9	22,5	20,2	25,2	n.i.**	5,1

N — Nie nawadniane

N — Non irrigation

W — Nawadniane

W — Irrigated

* NIR współdziałanie nawóz x nawadnianie

* LSD interaction fertilizer x irrigation

** n.i. — Nieistotne

** n.i. — Non-significant

Wapnowanie pogłównne

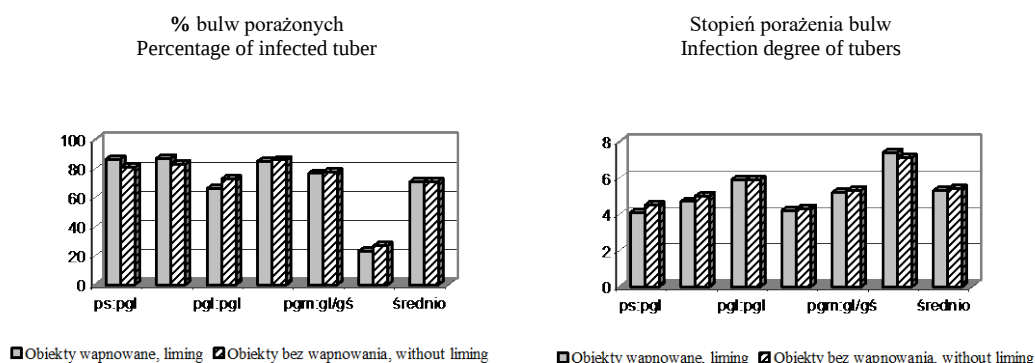
Wpływ pogłównnego wapnowania na występowanie parcha okazał się niejednoznaczny (rys. 2). Przeprowadzone analizy statystyczne nie wykazały istotnego współdziałania pomiędzy tym zabiegiem a składem granulometrycznym gleby, ale tak wykonane wapnowanie spowodowało:

- wzrost porażenia na glebach lekkich
- brak zmian w porażeniu na glebach zwięźlejszych
- ograniczenie porażenia na glebie bardzo lekkiej i glinie.

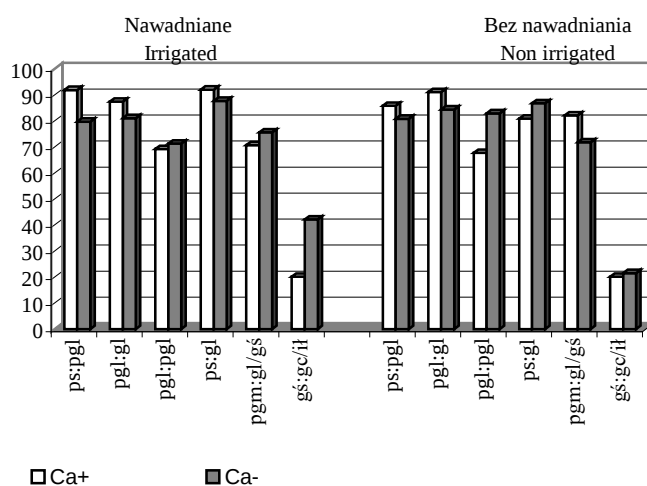
W sytuacji, gdy wapnowanie prowadzono na obiektach, na których wcześniej zastosowano nawóz o odczynie fizjologicznie zasadowym, oddziaływanie tego zabiegu na ocenianych glebach było uzależnione od nawadniania (rys. 3).

Dokarmianie roślin

Dolistne dokarmianie roślin prowadzone w latach o zdecydowanie zróżnicowanych warunkach wzrostu roślin nie wykazało bezpośredniego wpływu na udział bulw porażonych w zebranych plonie i na stopień ich porażenia (rys. 4). Opinie na temat wpływu warunków glebowo-klimatycznych, a szczególnie opadów na porażenie bulw parchem zwykłym są jednoznaczne, ale poglądy różnych autorów na terminy, w których opady oddziałują na porażenie bulw parchem zwykłym nie pokrywają się.



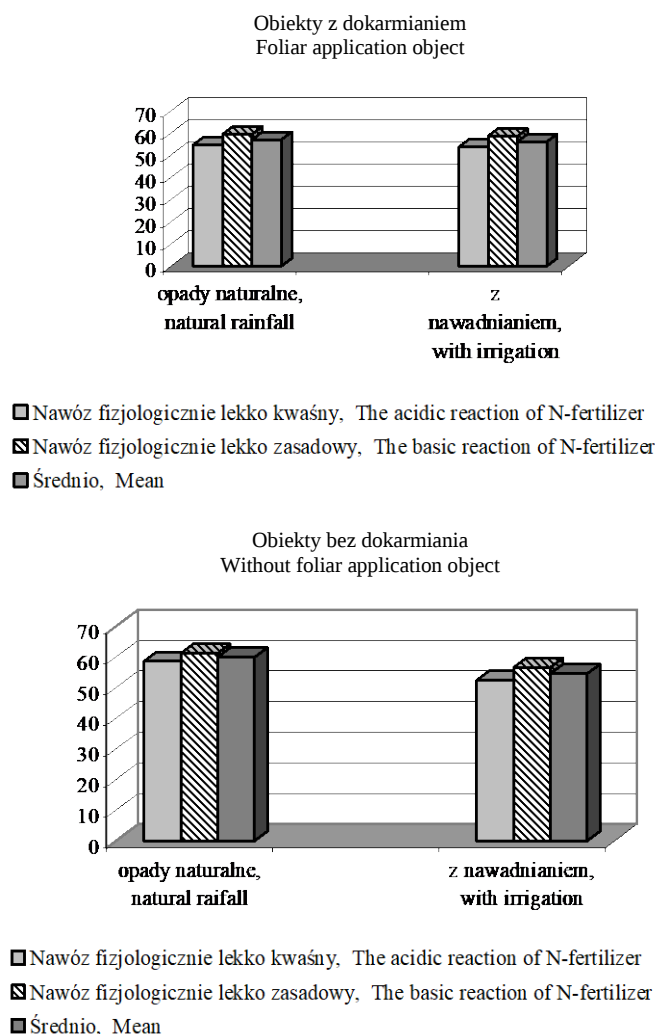
Rys. 2. Wpływ pogłównego wapnowania na glebach o różnym składzie granulometrycznym na porażenie parchem zwykłym. Jadwisin 1997–1998
Fig. 2. Influence of liming of different soils on tuber infection with common scab



NIR/LSD
ps:pgl — n.i.*
pgl:pgl — 11,9
pgm:gl/gś — n.i.*
n.i. — Nieistotne

gl:gl — n.i.*
ps:gl — 9,5
gś:gc/ił — 16,6
n.i. — Non-significant

Rys. 3. Wpływ pogłównego wapnowania i nawadniania na porażenie bulw parchem na różnych glebach w warunkach stosowania nawozu azotowego o odczynie lekko zasadowym. Jadwisin 1997
Fig. 3. Influence of liming and irrigation on tuber infection with common scab on different soil after application of N-fertilizer of acidic reaction. Jadwisin 1997



Rys. 4. Wpływ dokarmiania roślin i fizjologicznego odczynu zastosowanego pod ziemniaki nawozu azotowego na udział (%) w plonie bulw porażonych parchem w warunkach opadów naturalnych i nawadniania. Jadwisin 1999–2000

Fig. 4. Influence of foliar application and N-fertilizer reaction in natural rainfall and irrigation conditions. Jadwisin 1999–2000

Rudkiewicz i Zakrzewska (1987) stwierdziły, że w warunkach środkowej Polski opady w okresie od 20 maja do 20 czerwca decydują o porażeniu bulw, a według Grześkiewicza i wsp. (1990) nasilenie tej choroby jest uwarunkowane opadami w czasie od 10 dni przed kwitnieniem do 20 dni po kwitnieniu. Gawińska i wsp. (1999) wykazali istotny wpływ opadów występujących w maju i czerwcu, chociaż ci sami autorzy zauważają, że w latach

o mniejszym zagrożeniu chorobą zależności pomiędzy opadami a porażeniem bulw są mniej wyraźne.

Uzyskane w prezentowanych badaniach wysokie współczynniki korelacji pomiędzy sumą opadów w okresie poprzedzającym tuberyzację i wilgotnością gleby w okresie jej trwania oraz pomiędzy wilgotnością gleby w tej fazie rozwoju roślin i porażeniem bulw wskazują, że opady w różnych okresach wiosny, a nawet zapas wody po zimie może decydować o porażeniu bulw. Wydaje się, że oddziaływanie to może być związane z:

- kształtowaniem warunków w jakich patogen rozwija się w glebie zanim rośliny ziemniaka rozpoczną tuberyzację,
- współdziałaniem czynników odpowiedzialnych za infekcję bulw.

Poprawa warunków wilgotnościowych gleby poprzez nawadnianie do pełnej pojemności polowej lub nawadnianie, które prowadzi do przemoczenia wierzchniej warstwy gleby w okresie wiązania bulw (Lapwood i in., 1973) w zdecydowany sposób obniża porażenie. Z badań Rudkiewicz (1988) wynika, że utrzymanie dobrego uwilgotnienia gleby przez okres trzech tygodni może również zmniejszyć nasilenie choroby. Podobne wyniki uzyskali w swych badaniach Goffart i wsp. (1996). W badaniach własnych czterokrotne nawadnianie w czerwcu, zapewniające zdecydowaną poprawę warunków wilgotnościowych, istotnie ograniczyło porażenie bulw przez patogena.

Jak wskazują na to prezentowane wyniki badań oraz prace Rudkiewicz i wsp. (1983), Grześkiewicza i wsp. (1990), Głuskiej i wsp. (2001), gleby lekkie z uwagi na mniejszą pojemność wodną sprzyjają rozwojowi parcha zwykłego, a każdy wzrost wilgotności tych gleb prowadzi do zmniejszenia porażenia bulw (Szutkowska, 1998). Z naszych badań wynika, że na glebach ciężkich zarówno w warunkach wilgotności niższej, jak i wyższej od optymalnej, tj. ok. 10% porażenie bulw jest mniejsze.

Wielu autorów uważa, że pH gleby jest jednym z głównych czynników różnicujących porażenie bulw parchem zwykłym, bowiem na glebach o odczynie zasadowym patogen intensywniej się rozwija niż na glebach kwaśnych. Zmiana pH gleby poprzez wapnowanie szczególnie w latach suchych może być przyczyną obniżenia jakości ziemniaków jadalnych oraz przeznaczonych dla przetwórstwa spożywczego (Fotyma i Zięba, 1988). Według Grześkiewicza (1993) znacznie większe niebezpieczeństwo dużego porażenia bulw parchem zwykłym występuje, wówczas gdy ziemniaki uprawiane są w II lub III roku od wapnowania poźniwnego. Mniejsze ryzyko porażenia bulw parchem zwykłym występuje według tego samego autora wówczas, gdy zabieg ten wykonany zostanie pogłównie. Goto (1984) podaje, że o zagrożeniu parchem decyduje nie tyle pH gleby, co dostępność zawartego w niej Ca. Prowadząc prace nad wpływem wapnowania na porażenie bulw parchem na 2 różnych glebach stwierdził, że na glebie pochodzenia wulkanicznego porażenie bulw parchem nie jest zależne od zastosowanego wapnia. W naszych badaniach nie stwierdzono jednoznacznego ujemnego wpływu pogłównego wapnowania (w dawce wyliczonej wg 1/2 kwasowości hydrolitycznej) w latach o suchej i umiarkowanej wilgotnej wiośnie na zdrowotność bulw. Natomiast obserwowano znaczne uzależnienie oddziaływania tego zabiegu od składu granulometrycznego gleby. Uzyskane wyniki pozwalają również przypuszczać, że ważne w tym przypadku może być także uwilgotnienie gleby.

O wzroście porażenia bulw parchem zwykłym po zastosowaniu saletrzaku, donoszą Mercik i wsp. (1978) oraz Grześkiewicz i wsp. (1990). Podobne wyniki uzyskaliśmy w naszych badaniach dla salmagu. Jednak w warunkach bardzo dobrego uwilgotnienia gleby zależność ta utrzymywała się tylko na glebie najlżejszej (pgl całkowity) oraz na piasku słabogliniastym płytko podścielonym gliną lekką, na którym niezależnie od pozostałych czynników porażenie parchem było najwyższe.

WNIOSKI

1. W warunkach opadów naturalnych porażenie bulw parchem było istotnie uzależnione od składu granulometrycznego gleby. Najmniej porażone były bulwy pochodzące z gleby najcięższej (gliny). W plonach uzyskanych na glebach lżejszych udział bulw z objawami choroby był 2–3-krotnie większy.
2. Stwierdzono, że pomiędzy wilgotnością gleby w okresie od zakończenia wschodów do pełni kwitnienia (zawiązania bulw) a porażeniem bulw parchem zwykłym zachodzą istotne korelacje:
 - dla gleb lżejszych jest to zależność prostoliniowa, a największe porażenie bulw występuje wówczas gdy wilgotność wynosi 4%
 - na glebach ciężkich, gliniastych parch zwykły rozwija się najintensywniej, gdy wilgotność wynosi ok. 10%. Spadek i wzrost uwilgotnienia zmniejsza jego występowanie.
3. Nawadnianie zapewniające utrzymanie wysokiej wilgotności gleby w okresie od zakończenia wschodów do zawiązania bulw ogranicza porażenie bulw parchem zwykłym.
4. Zastosowanie nawozu azotowego o odczynie fizjologicznie lekko zasadowym sprzyja porażeniu bulw parchem, wpływ ten jest szczególnie istotny, gdy nawóz taki zostanie zastosowany w podczas suchej wiosny.
5. Oddziaływanie pogłównego wapnowania ziemniaków na nasilenie objawów parcha na bulwach jest wyraźnie uzależnione od składu granulometrycznego gleby oraz jej uwilgotnienia: na ciężkiej glebie gliniastej oraz na glebie bardzo lekkiej pogłównie zastosowanie wapna w warunkach słabego uwilgotnienia zmniejsza porażenie, natomiast na glebach lekkich powoduje jego wzrost.
6. Nie stwierdzono wpływu dokarmiania roślin saletrą wapniową na występowania parcha zwykłego na bulwach ziemniaka.

LITERATURA

- Anonim. 1996. Scotland the natural home of seed potatoes. Scottish Seed Potato Development Council. Haddington: 216.
- Anonim. 2000. Netherland Catalogue of Potato Varieties. NIVAA: 256.
- Fotyma M., Zięba S. 1988. Przyrodnicze i gospodarcze podstawy wapnowania gleb. PWRiL, Warszawa.
- Gawińska H., Kapsa J., Lewosz W., Osowski J. 1999. Parch zwykły ziemniaka (*Streptomyces scabies*) i jego występowanie w Polsce. Ochrona Ziemniaka. Konferencja. Kołobrzeg: 58 — 62.
- Głuska A., Nowacki W. 2001. Wpływ opadów i warunków glebowych na porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*). Ochrona Ziemniaka. Konferencja. Kołobrzeg: 72 — 77.

- Goffart J. P., Colin J., Ryckmans D. 1996. Control of common scab of potato tubers by irrigation and secondary effects on the crop in Belgian loam soils. Abst. 13th EAPR Conf. Veldhoven: 255 — 256.
- Goto K. 1984. Relationships between soil pH, available Ca and prevalence of potato scab. 9th Trien. Conf. EAPR Interlaken, Abstr. Conf. Papers: 129 — 130.
- Grzešekiewicz H. 1993. Wpływ pogłównego wapnowania ziemniaków na plon bulw oraz porażenie ich parchem zwykłym i srebrzystym. W: Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszenia gleb. Mat. Symp. AR Lublin 21–22. 09. 1993. AR Lublin: 151.
- Grzešekiewicz H., Rudkiewicz F., Soćko J. 1990. Porażenie bulw ziemniaka parchem zwykłym w zależności od stopnia zakwaszenia i składu mechanicznego gleb, nawożenia manganem oraz ilości opadów. Biul. Inst. Ziemn. 40: 61 — 74.
- Lapwood D. H., Wellings L. W., Howkins J. H. 1973. Irrigation as a practical means to control potato common scab (*Streptomyces scabies*): final experiments and conclusion. Plant Pathol. 22/1: 35 — 41.
- Mercik S., Barska H., Mercik T. 1978. Badania nad możliwością ograniczenia porażenia bulw ziemniaka parchem zwykłym (*Actinomyces scabies*) czynnikami agrotechnicznymi. Rocz. Nauk Rol. A-103-3: 7 — 18.
- Rudkiewicz F. 1988. Wstępne badania nad możliwością ograniczenia porażenia bulw ziemniaka parchem zwykłym. Biul. Inst. Ziemn. 37: 73 — 82.
- Rudkiewicz F., Sikorski J., Ślęzak J. 1983. Wpływ rodzaju gleby, nawożenia i zwalczania *Phytophthora infestans* na rozwój niektórych chorób na roślinach i bulwach ziemniaka. Biul. Inst. Ziemn. 30: 157 — 170.
- 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.
- Szutkowska M. 1998. Porażanie się bulw ziemniaka parchem zwykłym zależnie od warunków wilgotnościowo-termicznych i składu granulometrycznego gleby. Fragm. Agron. 2 (58): 106 — 119.

ZYGUNT STASZEWSKI

ZBIGNIEW BODZON

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Przydatność genu *lp* do zwiększenia plonowania nasiennego lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.)

Usefulness of *lp* gene for improvement of seed yield potentials in lucerne (*Medicago sativa* L.)

W hodowli odmiany o zwiększonym potencjale plonowania nasiennego zastosowano gen *lp* warunkujący wydłużenie osadki kwiatostanowej i zwiększenie liczby kwiatów w kwiatostanie. Gen *lp*, metodą krzyżowań wstecznych, wprowadzono do materiałów hodowlanych odmiany Radius, odznaczających się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion. Przeprowadzono dwa cykle krzyżowań wstecznych, otrzymując 7 długogroniastych linii hodowlanych lucerny. Pięć najlepszych linii połączono tworząc z nich pierwszą na świecie długogroniastą populację syntetyczną RAH 100, charakteryzującą się o ok. 15–20% wyższym plonem nasion w porównaniu z czołowymi, krótkogroniastymi odmianami wzorcowymi.

Słowa kluczowe: długi kwiatostan, lucerna, metoda hodowli, plon nasion, spontaniczna mutacja

The gene *lp*, governing long raceme peduncle and great number of flowers in inflorescence, was used for improvement of seed yield potentials of Radius variety. The breeding stock of variety exhibiting superior pod and seed setting was back crossed to the donor of *lp* gene — mutant line No. 2002/1. After two cycles of back cross 7 long racemed lines were obtained. Five lines were selected to form the new synthetic variety RAH 100. Field trials demonstrated 15–20% higher seed yield of this variety in comparison with the best short racemed standard cultivars.

Key words: alfalfa, long inflorescence, method of breeding, seed yield, spontaneous mutation

WSTĘP

W ostatnim dziesięcioleciu, w miarę odbudowy pogłowia zwierząt gospodarskich, powierzchnia uprawy lucerny w Polsce zwiększyła się ponad dwukrotnie. Obecnie lucernę uprawia się na obszarze ok. 150 tys. ha. Zapotrzebowanie na nasiona przeznaczone do corocznego odnawiania plantacji wynosi ok. 1500 ton i zgodnie z prognozami, w najbliższych latach będzie wzrastać, wraz z rosnącym zainteresowaniem uprawą tej wartościowej rośliny.

W Polsce ok. 95% materiału siewnego pochodzi z importu. Plon nasion odmian wyhodowanych w innych warunkach klimatycznych jest niższy o ok. 30–50% w

porównaniu z odmianami krajowymi (Steuckardt, 1973; Skalska, 1993; Dyba i Rogalska, 1995). Gwarancją wysokiej produktywności lucerny jest hodowla własnych odmian, najlepiej przystosowanych do warunków klimatycznych Polski (Wilczek, 1983; Staszewski i Staszewski, 1994; Simon, 1997).

Głównym czynnikiem ograniczającym plon nasion jest złe wiązanie strąków, wynoszące 40–60% ogólnej liczby kwiatów oraz mała liczba nasion zawieszanych w strąku. Znaczną poprawę plonowania nasiennego może zapewnić ściśle stosowanie zaleceń dotyczących rejonizacji i agrotechniki na plantacjach nasiennych. Zdaniem wielu autorów, istnieje możliwość zwiększenia produktywności nasiennej lucerny poprzez poprawę wiązania strąków i nasion metodami hodowlanymi. W badaniach nad uzyskaniem form charakteryzujących się wysokim potencjałem plonowania nasiennego duże znaczenie ma poszukiwanie genów warunkujących cechy determinujące tworzenie nasion, a także wykorzystywanie mutacji (Staszewski i in., 1990, 1992).

Staszewski (1986) wyodrębnił z odmiany Vernal zmutowaną formę lucerny (2002/1) odznaczającą się 2–3 razy dłuższymi osadkami kwiatostanowymi oraz 2–3 razy większą liczbą kwiatów w kwiatostanie w porównaniu z roślinami wzorcowymi o krótkich gronach. Wieloletnie badania genetyczne dowiodły, że cecha ta dziedziczy się jednym recesywnym genem w stanie homozygotycznym — *lp lp lp lp* (Bodzon, 1998). Prosty sposób dziedziczenia umożliwił wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius, charakteryzującej się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion. Założono, że wprowadzając gen *lp* do tej odmiany uzyska się linie hodowlane o wysokim potencjale plonowania nasiennego.

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu genu powodującego silne wydłużenie osadek kwiatostanowych na strukturę plonu nasion i możliwości zastosowania go do zwiększenia produktywności nasiennej lucerny.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1989–2000. Materiał wyjściowy stanowiło 7 klonów odmiany Radius oraz 4 linie *S*₂ mutantu 2002/1, które użyto jako donor cechy wydłużenia grona i zwiększenia liczby wytwarzanych w gronie strąków. Stosując metodę krzyżowań wstecznych, gen *lp* wprowadzono do genotypów klonów w materiałach hodowlanych odmiany Radius. Klony użyto jako formy mateczne w krzyżowaniach z liniami *lp* w pierwszym cyklu, zapewniając tym samym zachowanie przez materiał hodowlany wartościowej cytoplazmy odmiany Radius. Następnie przeprowadzono dwa cykle krzyżowań wstecznych, zapylając długogroniaste mieszańce pyłkiem klonów. W ten sposób otrzymano 7 genotypów *lp* ze zwiększoną dozą genów pochodzących z odmiany Radius. Ze względu na dziedziczenie się wprowadzanej cechy genem recesywnym i brak jej ekspresji w pokoleniu *F*₁, w kolejnych etapach krzyżowań konieczne było samozapylenie potomstw *F*₁ w celu wyselekcjonowania roślin z długimi gronami w segregujących potomstwach *F*₂. Długogroniaste linie hodowlane uzyskano krzyżując siostrzanie rośliny typu *lp*, otrzymane po drugim cyklu krzyżowań wstecznych. Z pięciu mieszańców *BC*₂, istotnie przewyższających wyjściową odmianę Radius pod względem długości grona, liczby strąków w gronie, liczby nasion w strąku i w gronie oraz masy

tysiąca nasion, utworzono pierwszą w świecie długogroniastą populację syntetyczną RAH 100 (rys. 1).



Rys. 1. Grono i lodygi nowej długogroniastej populacji syntetycznej RAH 100
Fig. 1. The raceme and stems of new long racemed synthetic population RAH 100

W doświadczeniu polowym, założonym w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach, porównano długość grona, liczbę strąków w gronie, liczbę nasion w gronie i w strąku oraz masę tysiąca nasion linii S₂, populacji syntetycznej RAH 100 oraz odmian wzorcowych Radius i Europe w pierwszym i w drugim roku pełnego użytkowania (lata 1996–1997). Powierzchnia poletek wynosiła 10 m², rozstawa rzędów 0,8 m, a obsada 8 roślin na m². Doświadczenie założono w Radzikowie na glebie biellicowej wytworzonej z glin zwałowych, zaliczanej do III klasy bonitacyjnej.

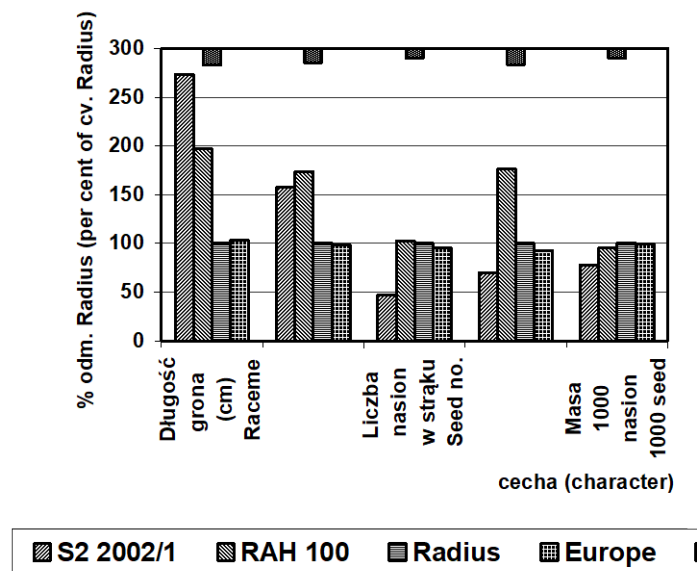
Cechy generatywne oraz długość grona badano w oparciu o próby 30 gron zebranych losowo z lodyg głównych 30 roślin losowo wybranych z każdego poletka.

W oddzielnych doświadczeniach polowych, obejmujących trzyletni okres użytkowania, prowadzonych w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach, oceniono plon

nasion (lata 1998–2000) oraz plon paszy (lata 1997–1999) populacji syntetycznej RAH 100 i odmian Radius, Kometa, Barallix (Francja) oraz Treasure (USA). Ocenę plonu nasion przeprowadzono w Radzikowie, natomiast plonowanie pastewne populacji RAH 100 i odmian wzorcowych badano w 4 stacjach doświadczalnych zlokalizowanych w różnych rejonach Polski: Bartązek, Borowo, Radzików i Sandomierz. Zgodnie z zaleceniami COBORU, opracowanymi dla plantacji produkcyjnych, w badaniach nad plonowaniem nasiennym na poletkach wysiewano po 400 nasion na m² w rozstawie rzędów 0,4 m, natomiast przy ocenie plonu paszy normę siewu zwiększono dwukrotnie stosując rozstaw rzędów 0,2 m. Powierzchnia poletek wynosiła 10 m². Nasiona wysiano siewnikiem poletkowym Oyjord firmy Wintersteiger. Zabiegi agrotechniczne wykonano według metodyki zalecanej przez COBORU (Broniarz, 1998).

WYNIKI I DYSKUSJA

Linie S₂ 2002/1, odznaczające się prawie trzykrotnie dłuższymi gronami, wytwarzały o ok. 60% więcej strąków w porównaniu z odmianami Radius i Europe (rys. 2). Natomiast liczba nasion zawiązywanych w strąkach była dwukrotnie mniejsza, a liczba nasion w gronie o 30% niższa w porównaniu z tymi wzorcami. Masa tysiąca nasion potomstw mutanta była o ok. 20% niższa od masy nasion odmian Radius i Europe.



Rys. 2. Cechy generatywne linii S₂ 2002/1, populacji syntetycznej RAH 100 i odmian wzorcowych w procentach odmiany Radius

Fig. 2. Generative characters of line S₂ 2002/1, synthetic population RAH 100 and standards in percent of cultivar Radius

Rośliny RAH 100, które charakteryzowały się dwukrotnie dłuższymi kwiatostanami, wiązały o ok. 70% więcej strąków i nasion w gronie w porównaniu z odmianami Radius i

Europe. Liczba nasion w strąku i masa tysiąca nasion populacji syntetycznej RAH 100 i wzorców były podobne.

Długogroniaste rośliny RAH 100 przewyższały plonem nasion o ok. 15–20% wybitną pod względem produktywności nasiennej odmianę Radius, a różnice w plonowaniu nasiennym w stosunku do pozostałych odmian były jeszcze większe (tab. 1). Z roślin odmiany Kometa i nowej francuskiej odmiany Barallix zebrano o ok. 40%, a z amerykańskiej odmiany Treasure o ok. 50% mniej nasion w porównaniu z długogroniastą populacją syntetyczną RAH 100.

Tabela 1

Plonowanie nasienne populacji syntetycznej RAH 100 i odmian wzorcowych. Radzików (1998–2000)
Seed yield of synthetic population RAH 100 and standards. Radzików (1998–2000)

Odmiana Cultivar	1998		1999		2000	
	kg/ha	% odm.(cv.)	kg/ha	% odm.(cv.)	kg/ha	% odm.(cv.)
		Radius		Radius		Radius
RAH 100	449,0	122,0	406,0	120,5	760,0	115,6
Radius	368,0	100,0	337,0	100,0	657,5	100,0
Kometa	296,6	80,6	259,2	76,9	477,5	72,6
Barallix (Francja)	317,5	86,3	275,3	81,7	510,0	77,5
Treasure (USA)	256,5	69,7	212,0	62,9	390,0	59,3
NIR _{0,05}	51,07	—	46,11	—	83,16	—
LSD _{0,05}						

Wysoką produktywność nasienną odmiany Radius potwierdzają badania Skalskiej (1993) przeprowadzone w latach 1982–1986. Autorka stwierdziła, że rośliny tej odmiany odznaczały się o ok. 20–50% wyższym plonem nasion w porównaniu z odmianami zagranicznymi i o ok. 10–30% w porównaniu z polskimi wzorcami. Podobne wyniki z doświadczeń, prowadzonych w kilku miejscowościach w latach 1993–1997, uzyskał Broniarz (1997) porównując plonowanie nasienne polskich odmian lucerny. Z tego względu, w celu uzyskania materiału hodowlanego charakteryzującego się zwiększonym potencjałem plonowania nasiennego, gen *lp* wprowadzono do odmiany Radius.

W tabeli 2 przedstawiono plon paszy uzyskanej z 10 pokosów zebranych z doświadczeń w latach 1997–1999. Prezentowane wyniki stanowią wartości średnie otrzymane z 4 stacji doświadczalnych. Długogroniasta populacja syntetyczna RAH 100 charakteryzowała się dobrym plonem zarówno zielonej jak i suchej masy i pod tym względem nie ustępowała czołowym odmianom polskim i zagranicznym. Należy podkreślić, że zebrano stosunkowo wysokie plony wynoszące średnio 17–18 ton świeżej i ok. 4 tony suchej masy z pokosu.

Przeprowadzone badania metodyczno-hodowlane udowodniły przydatność genu *lp* do kreowania dalszego postępu w plonowaniu nasiennym lucerny. Niska produktywność nasienna potomstw S_2 mutanta, spowodowana, jak można sądzić, pokrewieństwem i depresją wsobną, dyskwalifikowała je jako materiał hodowlany. Silne wydłużenie osadek kwiatostanowych i zwiększona liczba strąków w gronie, dziedziczące się w prosty sposób, zachęcały jednak do wykorzystania tej unikalnej cechy w hodowli rekombinacyjnej, prowadzonej w kierunku zwiększenia produktywności nasiennej. Badania prowadzone przez wielu autorów dowodzą, że cechy warunkowane przez pojedyncze geny,

dziedziczące się w prosty sposób, są najbardziej przydatne w hodowli lucerny (Staszewski, 1975; Hill i in., 1988; Rumbaugh i in., 1988).

Tabela 2

Plon zielonej i suchej masy populacji syntetycznej RAH 100 i odmian wzorcowych w latach 1997–1999.

Średnie z 4 stacji doświadczalnych

Forage and dry matter yield of synthetic population RAH 100 and standards in 1997–1999. Mean of 4 experimental stations

Odmiana Cultivar	Plon zielonej masy z 10 pokosów Forage yield of 10 cuts t/ha	Plon suchej masy z 10 pokosów Dry matter yield of 10 cuts	
		t/ha	% odm (cv.) Kometa
RAH 100	183,6	38,56	105,2
Radius	180,3	37,87	103,3
Kometa	174,5	36,65	100,0
Barallix (Francja)	170,3	37,47	102,2
Treasure (USA)	170,9	37,60	102,6
NIR _{0,05}	n.i.	n.i.	—
(LSD _{0,05})	n.s.	n.s.	—

n.i. — Nieistotne

n.s. — Non-significant

Stwierdzono, że stosując krzyżowania wsteczne można połączyć korzystne cechy odmiany Radius z cechami warunkowanymi genem *lp*. Wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius umożliwiło otrzymanie długogroniastych morfotypów lucerny, charakteryzujących się większą liczbą strąków i nasion w gronie w porównaniu z krótkogroniastymi odmianami wzorcowymi. Guy i wsp. (1973) oraz Pomogajbo (1982), w badaniach nad krótkogroniastymi odmianami lucerny także stwierdzili, że rośliny z dłuższymi kwiatostanami odznaczały się większą liczbą strąków w gronie i nasion w strąku, masą tysiąca nasion oraz masą nasion z grona w porównaniu z roślinami o krótszych gronach. Wysoką produktywność nasienną długogroniastych form lucerny, otrzymanych przy użyciu genu *lp*, potwierdził również w swoich badaniach Użik (1997).

Duża liczba strąków i nasion zawiązywanych w gronie w sposób zdecydowany zwiększyła plon nasion populacji syntetycznej RAH 100, w porównaniu z odmianami krótkogroniastymi, który w sprzyjającym roku 2000 wyniósł 760 kg, w przeliczeniu na hektar. Należy szczególnie podkreślić, że wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius, powodujące zwiększenie potencjału plonowania nasiennego, nie obniżyło plonu paszy populacji RAH 100, który kształtował się na poziomie odmian wzorcowych. Długogroniastą populację syntetyczną, charakteryzującą się zwiększonym potencjałem plonowania nasiennego i wysoką produktywnością pastewną, otrzymaną po raz pierwszy na świecie, włączono do badań rejestrowych COBORU w 2000 roku.

WNIOSKI

1. Prosty sposób dziedziczenia cechy długiej osadki kwiatostanowej umożliwia wykorzystanie genu *lp* do hodowli odmian o wysokim potencjale plonowania nasiennego.

2. Wprowadzając gen *lp* do odmiany Radius, charakteryzującej się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion, uzyskano nie znane dotychczas w świecie, długogroniaste morfotypy lucerny odznaczające się zwiększoną liczbą strąków i nasion w gronie w porównaniu z odmianami wzorcowymi o krótkich gronach.
3. Zastosowanie genu *lp* do poprawy produktywności nasiennej lucerny nie obniżyło plonu suchej masy.

LITERATURA

- Bodzon Z. 1998. Inheritance of spontaneous long peduncle mutation in alfalfa (*Medicago sativa* L.) Plant Breed. Seed Sci. 42/1: 3 — 9.
- Broniarz J. 1997. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Motylkowate drobnonasienne. COBORU, Słupia Wielka, z. 1114: 27 — 40.
- Broniarz J. 1988. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny rolnicze. Motylkowate drobnonasienne. Wyd. I. COBORU, Słupia Wielka.
- Dyba S., Rogalska S. 1995. Plon nasion populacji syntetycznych Syn-1 i Syn-2 lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) w warunkach klimatycznych Polski. Roczn. AR. Pozn. CCLXIX, Rol. 45: 3 — 13.
- Guy P., Ecalle Ch., Genier G. 1973. Influence de la morphologie d'une inflorescence sur la production de graines. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 131: 25 — 32.
- Hill R. R. jr., Shenk J. S., Barnes R. F. 1988. Breeding for yield and quality. In: Alfalfa and alfalfa improvement. Hanson A. A., Barnes D. K., Hill R. R. jr. (eds.). Monograph. 29 Am. Soc. Agron.: 809 — 825.
- Pomogajbo V. M. 1982. Svjaz nekotorych morfologiceskich priznakov s produktivnostju rastenij sinegibridnoj ljuerny. Dokl. Vses. Akad. Sel-Choz. Nauki 2: 23 — 24.
- Rumbaugh M. D., Caddel J. L., Rowe D. E. 1988. Breeding and quantitative genetics. In: Alfalfa and alfalfa improvement. Hanson A. A., Barnes D. K., Hill R. R. jr. (eds.). Monograph. 29 Am. Soc. Agron.: 777 — 808.
- Simon U. 1997. Environmental effects on seed production in lucerne. Proc. of the XIIth Eucarpia Meeting of the Group Medicago, July 2–5 1996, Brno, Czech Republic: 123 — 134.
- Skalska M. 1993. Plonowanie odmian lucerny siewnej i mieszańcowej w uprawie na nasiona. Biul. IHAR 186: 103 — 111.
- Staszewski Z. 1975. Lucerny. PWRiL, Warszawa.
- Staszewski Z. 1986. Long peduncle *lp* mutation — a promise for seed yield improvement of alfalfa. Rep. of the XXXth North American Alfalfa Improvement Conference. University of Minnesota: 75.
- Staszewski Z., Jagodziński J., Jakubowska B., Osiński R. 1990. Lucerne mutations useable for increasing seed yields. Proc. of Meeting Fodder Crops Section of Eucarpia. Wageningen: 18 — 19.
- Staszewski Z., Staszewski L., Osiński R. 1992. Top flowering — spontaneous mutation of *Medicago sativa* L. The future of lucerne. Proc. of the Xth Eucarpia Meeting of the Group Medicago. Lodi.: 392 — 395.
- Staszewski Z., Staszewski L. 1994. Lucerne growing in Poland — the past and perspectives. Meeting of the Eucarpia Lucern Section, Lusignan. REUR Tech. Ser.: 23 — 25.
- Steuckardt R. 1973. Züchterische Aspekte für die Erreichung hoher Samenerträge bei der Luzerne. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 131: 191 — 205.
- Užik M. 1997. Perspective of alfalfa selection for raceme length and seed yield. Proc. of the XIIth Eucarpia Meeting of the Group Medicago, Brno: 71 — 73.
- Wilczek M. 1983. Agroekologiczne aspekty rejonizacji plantacji nasiennych lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) na terenie Lubelszczyzny. Cz. I. Rejony produkcji a fazy rozwojowe roślin. Biul. IHAR 151: 123 — 133.

JANUSZ PRUSIŃSKI

Akademia Techniczno-Rolnicza w Bydgoszczy

Analiza plonowania tradycyjnej i samokończącej odmiany łubinu białego (*Lupinus albus* L.) w zależności od obsady roślin

Yield analysis of traditional and self-completing white lupin (*Lupinus albus* L.) varieties in relation to plant density

Ścisłe, dwuczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono metodą losowanych bloków w Stacji Badawczej Akademii Techniczno-Rolniczej w Mochelku w latach 1997–1999. Nasiona tradycyjnej odmiany Bardo i samokończącego rodu R-525 wysiewano w kolejnych latach badań 3 i 4 kwietnia oraz 31 marca po 25, 50, 75, 100 i 125 sztuk na 1 m². Odmiana Bardo plonowała na poziomie 3,17 t·ha⁻¹, a ród R-525 — 2,39 t·ha⁻¹. Plon netto wynosił od 1,86 t·ha⁻¹ do 3,12 t·ha⁻¹ u odmiany Bardo i od 0,52 t·ha⁻¹ do 3,26 t·ha⁻¹ u rodu R-525 dla odpowiednio, najniższej i najwyższej obsady. Plon nasion odmiany Bardo wzrastał istotnie do 73,5 roślin na 1 m², a rodu R-529 do 97 roślin na 1 m². Przy 111 roślinach na 1 m² plon nasion obu odmian był jednakowy. Wraz ze wzrostem obsady notowano największy spadek liczby strąków i nasion oraz masy nasion wykształconych na pędach bocznych i jednej roślinie odmiany tradycyjnej. Dla rodu samokończącego nie stwierdzono istotnej korelacji tych elementów plonowania z obsadą roślin przed zbiorem. Zdrowsze nasiona zebrano przy wyższej obsadzie, szczególnie rodu samokończącego, a o większej zdolności kiełkowania przy niższej obsadzie, głównie odmiany Bardo.

Słowa kluczowe: łubin biały, obsada, strukturalne elementy plonowania

The 1997–1999 field experiment was laid out as a randomized block design at the Mochelk Experimental Station. Four following densities 25, 50, 75 and 100 germinating seed per m² of the Bardo traditional and R-525 — self-completing white lupin varieties were sown on 3rd, 4th April and 31st of March for the respective years of tests. Average seed yield of Bardo was 3.17 t·ha⁻¹ and 2.39 t·ha⁻¹ of R-525. Net seed yield range from 1.86 t·ha⁻¹ to 3.12 t·ha⁻¹ for Bardo and from 0.52 to 3.26 t·ha⁻¹ for R-525 respectively for the lowest and highest plant densities prior to harvest. Bardo seed yield increased significantly up to 75 plants per m², while R-525 — up to 97 plants per m². An equal seed yields of both varieties were obtained at 111 plants per m². Along with the increase of plant density, the highest reduction of number of pods, seeds and weight of seeds developed on branches and per plant was observed for Bardo. There was no significant correlation between the yield components and plant density for R-525 — self-completing variety. Healthier seeds were harvested from higher plant densities, especially for self-completing variety, while higher germination capacity seeds — from lower plant density, especially for traditional growth type variety.

Key words: plant density, white lupin, yield components

WSTĘP

Rośliny odmian samokończących łubinów prawie w ogóle się nie rozgałęziają, kwitną krócej i bardziej równomiernie, a mniejsze współzawodnictwo o asymilaty pomiędzy organami wegetatywnymi a generatywnymi pozwala im na wiązanie dużej liczby, szybko rosnących i dojrzewających strąków (Milford i in., 1996; Święcicki, 1993). Plon nasion tych form w 100% pochodzi z pędu głównego, a u form tradycyjnych około 50% plonu nasion tworzy się na rozgałęzieniach (Mikołajczyk, 1974). Przy tak dużym zróżnicowaniu morfologicznym obu form, wyznaczenie odpowiedniej obsady roślin ma zasadnicze znaczenie nie tylko dla ich plonowania, ale i minimalizacji kosztów drogiego materiału siewnego. Dla form tradycyjnych optymalna obsada wynosi od 40–60 (Borowiecki i Książak, 1994; Sereżyn, 1994) do 60–80 (Jasińska i Malarz, 1983; Szukała, 1994) roślin na 1 m². Stawiński (1989) i Owsiany (1994) zwracają uwagę na konieczność podwyższenia ich obsady przy uprawie na glebach lżejszych nawet do 80–100 roślin na 1 m². W badaniach rejestrowych COBORU (Wiatr, 1996) wysiewa się 75 kielkujących nasion na 1 m². W większości krajów zachodnioeuropejskich uprawiających łubin biały zaleca się obsadę od 40 (Lhamby i in.; 1988) do 70 roślin na 1 m² (Roemer i Deesbach, 1990).

Hipoteza badań własnych zakłada, że nie rozgałęziające się rośliny form samokończących łubinu białego muszą być uprawiane w większym zagęszczeniu niż rozgałęziające się odmiany tradycyjne. Celem badań własnych było określenie obsady formy samokończącej, która pozwoli na rekompensatę plonu, jaki forma tradycyjna wytwarza na rozgałęzieniach; ponadto określano zmiany jakim podlegają strukturalne elementy plonowania i plon nasion obu form łubinu białego na glebie lekkiej, uznawanej do niedawna za zbyt słabą dla tego gatunku.

MATERIAŁ I METODA

Ścisłe, dwuczynnikowe doświadczenia polowe w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach przeprowadzono w Stacji Badawczej Wydziału Rolniczego ATR w Mochelku w latach 1997–1999, na glebie lekkiej (klasa bonitacyjna IVa i IVb), o średniej zasobności w fosfor i wysokiej w potas i pH w 1M KCL — 5,6–6,5. Przedmiotem badań były dwie odmiany łubinu białego: tradycyjna Bardo i samokończąca R-525 pochodzące z Zakładu Doświadczalnego Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Przebędowie. Doświadczenia zakładano w kolejnych latach badań 3 i 4 kwietnia oraz 31 marca. Wysiewano 25, 50, 75, 100 i 125 kielkujących nasion na 1 m², w rzędy co 20 cm i na głębokość 3–4 cm. Do zaprawiania nasion wykorzystano zaprawę Funaben. Wiosną zastosowano 80 kg P₂O₅ i 120 kg K₂O; azotu nie stosowano. Powierzchnia poletek do siewu wynosiła 18 m², a do zbioru 14,4 m². Bezpośrednio po siewie stosowano Afalon w dawce 1,25 l·ha⁻¹, a po wschodach bronowanie zasiewów i Goltix w dawce 2 kg·ha⁻¹. Bezpośrednio przed zbiorem pobierano losowo z każdego poletka po 20 roślin dla oceny strukturalnych elementów plonowania. Plon nasion i jego elementy podano przy 15% zawartości wody. Udział nasion z zewnętrznymi objawami chorób grzybowych oraz frakcje nasion według ich grubości określano w 500 g próbie w 4 powtórzeniach. Dla wydzielenia poszczególnych frakcji

wykorzystano zmodyfikowany sortownik do nasion Bydgoskich Zakładów Przemysłu Piekarskiego. Zawartość białka oznaczono metodą Kiejdahla, a tłuszczu metodą Soxhleta. Dla oceny żywotności wysiewano 8 x 25 nasion; analizę wariancji zdolności kiełkowania przeprowadzono po transformacji danych na stopnie Bliss; dla oceny istotności różnic zastosowano test Tukeya przy $p = 95\%$. Krzywe regresji obliczono i przedstawiono graficznie za pomocą programu Statistica PL.

WYNIKI

Warunki pogodowe w latach badań były zróżnicowane (tab. 1).

Tabela 1

Średnia temperatura powietrza oraz suma opadów według notowań Stacji Badawczej w Mochelku
Mean air temperature and rainfall according to the Mochelek Experiment Station

Wyszczególnienie Specification	Rok Year	Miesiąc Month					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Średnia temperatura powietrza Mean air temperature, °C	1997	4,7	11,5	16,0	17,7	19,9	13,2
	1998	9,3	13,8	16,5	16,7	15,5	12,7
	1999	8,6	12,2	16,5	20,0	17,4	17,8
Średnia temperatura z lat 1949–1999 Mean temperature for 1949–1999, °C		7,2	12,6	16,2	17,8	17,4	13,2
Suma opadów Rainfall, mm	1997	20,7	96,5	36,7	108	15,1	24,0
	1998	21,2	46,4	94,7	96,0	65,8	72,7
	1999	62,1	45,5	58,6	43,9	53,8	19,7
Średnia suma opadów z lat 1949–1999 Mean rainfall for 1949–1999, mm		27,3	39,9	55,5	69,5	47,9	39,9

Kwiecień w 1997 roku charakteryzował się niższą od średnich wieloletnich temperaturą powietrza i sumą opadów; w połączeniu z przymrozkami do -4°C i opadami śniegu, wschody roślin pojawiły się dopiero po 30 dniach od siewu. Jednak wysokie opady w maju i w lipcu wpłynęły bardzo korzystnie nie tylko na rozwój wegetatywny roślin, ale i na wiązanie dużej liczby strąków, co w połączeniu z suchą i ciepłą pogodą w sierpniu sprzyjało ich szybkiemu naturalnemu dojrzewaniu już pod koniec tego miesiąca. Rok 1998 charakteryzował się wysoką temperaturą powietrza w trzech pierwszych miesiącach wegetacji i niskimi opadami w kwietniu i maju. Chłodne lato i wysokie opady od czerwca do września było przyczyną wystąpienia u obu odmian antraknozy i znacznego przedłużenia wegetacji, do końca pierwszej dekady września. W 1999 roku nieco wyższa od średniej wieloletniej temperatura w kwietniu, maju i w czerwcu przy wysokich opadach wpłynęła na silny wzrost wegetatywny roślin. Jednakże już w lipcu bardzo wysoka temperatura w połączeniu z niższą sumą opadów przyspieszyły dojrzewanie roślin, których zbiór przypadł w trzeciej dekadzie sierpnia. Okres wegetacji roślin odmiany Bardo i rodu R-525 wynosił w kolejnych latach badań odpowiednio 148 i 145 dni, 157 i 155 dni oraz 153 i 147 dni. Mimo znacznego zróżnicowania obsady roślin, jej wpływ na przebieg faz rozwojowych i długość wegetacji pozostawał nieistotny; tylko przy wyższych normach wysiewu notowano nieco szybsze wschody. Średnio w wieloleciu rzeczywista obsada

przed zbiorem wynosiła dla kolejnych planowanych gęstości: 22,5; 50,5, 73,5; 91 i 116 roślin odmiany Bardo oraz 23,5; 51,5; 75,5; 97 i 118 roślin rodu R-525.

Korzystne warunki pogodowe w latach badań sprzyjały wysokiemu plonowaniu łubinu białego. Średni wieloletni plon brutto nasion odmiany Bardo wyniósł 3,17 t·ha⁻¹, a rodu samokończącego R-525 — 2,39 t·ha⁻¹ (tab. 2).

Tabela 2

Plon brutto nasion łubinu białego, t·ha⁻¹
White lupin gross seed yield, t·ha⁻¹

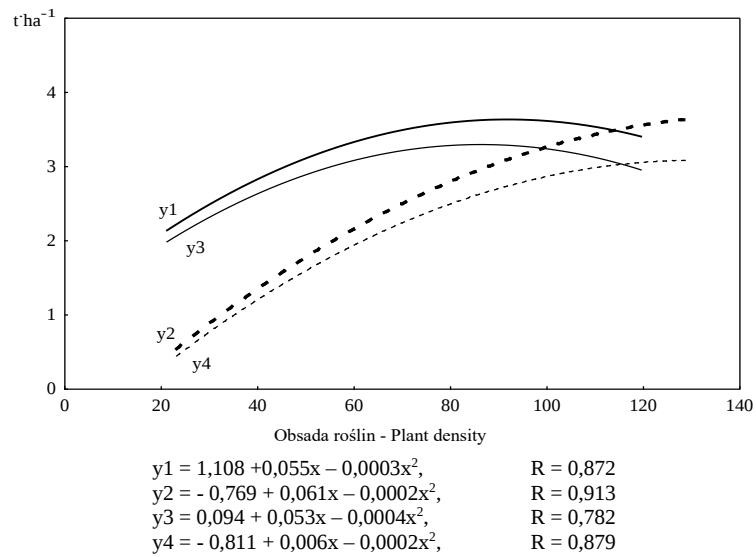
Obsada roślin przed zbiorem Plant density prior to harvest	Odmiana Cultivar		Średnia Mean
	Bardo	R-525	
22,5 — 23,5	2,21 Ac	0,65 Bd	1,43 d
50,5 — 51,5	3,10 Ab	1,83 Bc	2,46 c
73,5 — 74,5	3,50 Aa	2,64 Bb	3,07 b
91,0 — 97,0	3,55 Aa	3,31 Aa	3,43 a
116 — 118	3,50 Aa	3,54 Aa	3,52 a
Średnia Mean	3,17 A	2,39 B	2,78

Średnie oznaczone dużymi literami w rzędach i małymi w kolumnach nie różniły się istotnie przy p = 95% według testu Tukeya

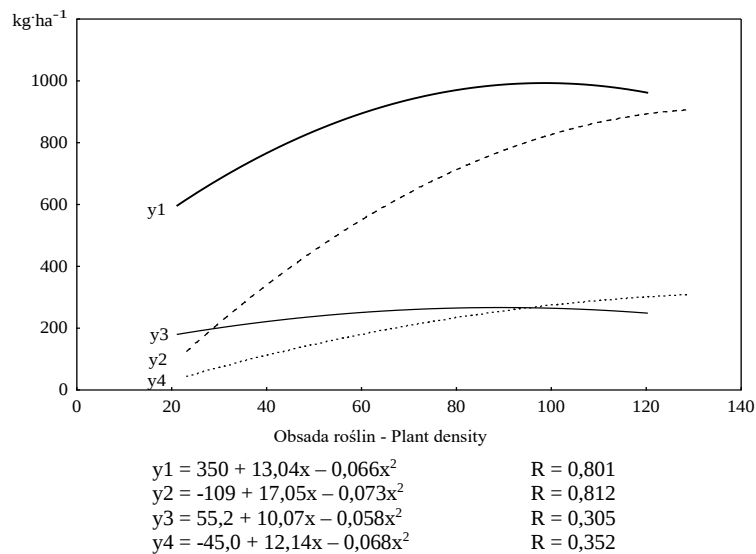
Mean values followed by the same capital letters in rows and small in columns did not differ significantly at p = 95% calculated with Tukey test

Plon brutto odmiany Bardo wzrastał istotnie do obsady 73,5 roślin na 1 m², podczas gdy odmiana samokończąca plonowała istotnie najwyżej począwszy od 97 roślin na 1 m². Zwiększenie obsady z 22,5–23,5 do 50,5–51,5 roślin na 1 m² wpłynęło na około 50% wzrost plonu nasion tradycyjnej odmiany i prawie trzykrotny u formy samokończącej. W przeliczeniu na jedną roślinę na 1 m² oznaczało to wzrost plonu nasion tradycyjnej odmiany o 34 kg·ha⁻¹, a samokończącej o 46 kg·ha⁻¹, a w przedziale od 73,5–74,5 do 91–97 roślin na 1 m² — odpowiednio o 5,65 i 26 kg·ha⁻¹ (rys. 1). Według obliczonych równań regresji najwyższy plon odmiany Bardo — 3,62 t·ha⁻¹ uzyskano przy 91,7 roślinach na 1 m² przed zbiorem; plon nasion rodu samokończącego wzrastał niemal liniowo do maksymalnej zastosowanej obsady. Przy 111 roślinach na 1 m² plon obu odmian był jednakowy i wynosił 3,51 t·ha⁻¹. Po odjęciu od plonu brutto normy wysiewu uzyskano plon nasion netto, który dla tradycyjnej odmiany Bardo wynosił w wieloleciu 2,93 t·ha⁻¹, a dla rodu R-525 — 2,10 t·ha⁻¹. Jego wysokość podobnie jak plonu brutto wzrastała istotnie do 73,5 roślin na 1 m² u odmiany Bardo i 97 roślin na 1 m² u rodu R-525. Obliczony współczynnik plonowania rolniczego (iloraz plonu nasion i sumy plonu nasion i słomy) wyniósł dla odmiany Bardo 0,394, a dla rodu R-525 — 0,443. Analiza regresji nie wykazała istotnej korelacji tej cechy z obsadą roślin przed zbiorem (R = 0,147 i 0,184).

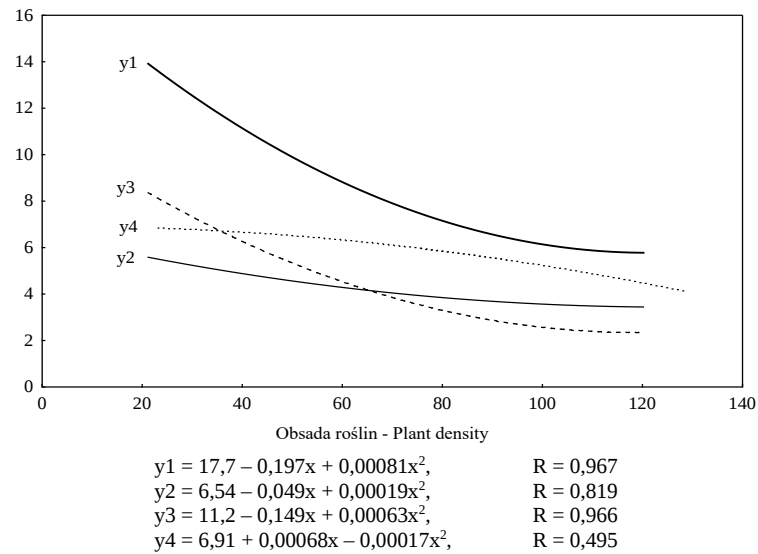
W miarę zwiększania obsady roślin notowano wzrost plonu białka u obu badanych odmian, szczególnie u rodu samokończącego (rys. 2). Średni plon białka dla odmiany Bardo wyniósł 870 kg·ha⁻¹, a rodu R-525 — 604 kg·ha⁻¹, a tłuszczu — 230 kg·ha⁻¹ i 200 kg·ha⁻¹, przy czym współczynnik korelacji wielokrotnej plonu tłuszczu z obsadą roślin był niski.



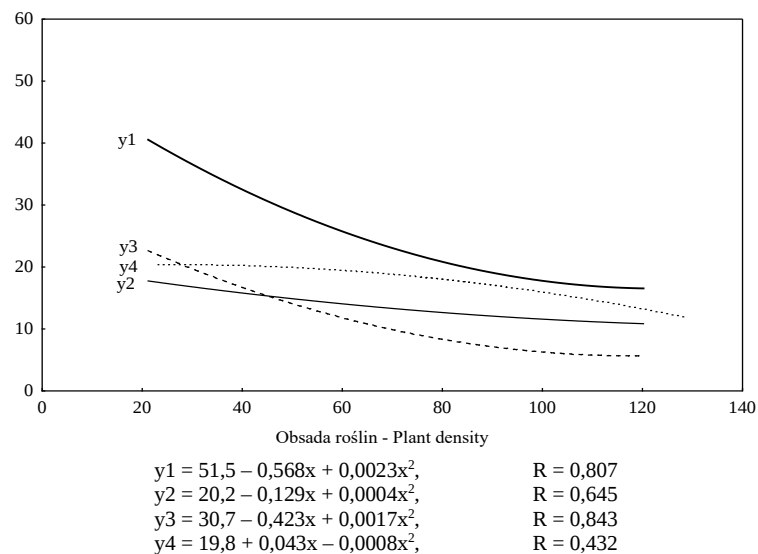
Rys. 1. Wpływ obsady roślin przed zbiorem na plon nasion brutto odmiany Bardo (y1) i rodu R-525 (y2) oraz plon netto odmiany Bardo (y3) i rodu R-525 (y4)
Fig. 1. Impact of plant density prior to harvest on Bardo (y1) and R-525 (y2) gross seed yield and Bardo (y3) and R-525 (y4) net seed yield



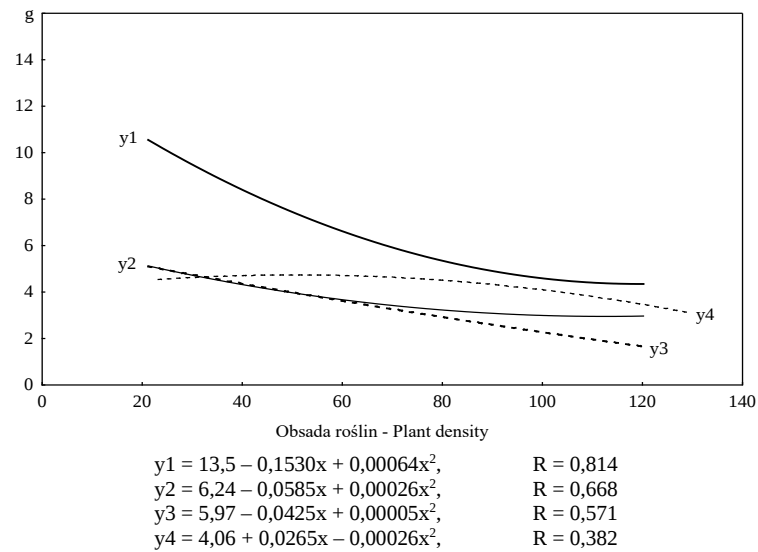
Rys. 2. Wpływ obsady roślin przed zbiorem na plon białka ogólnego odmiany Bardo (y1) i rodu R-525 (y2) oraz plon tłuszczu surowego odmiany Bardo (y3) i rodu R-525 (y4)
Fig. 2. Impact of plant density prior to harvest on Bardo (y1) and R-525 (y2) total protein yield and Bardo (y3) and R-525 (y4) crude fat yield



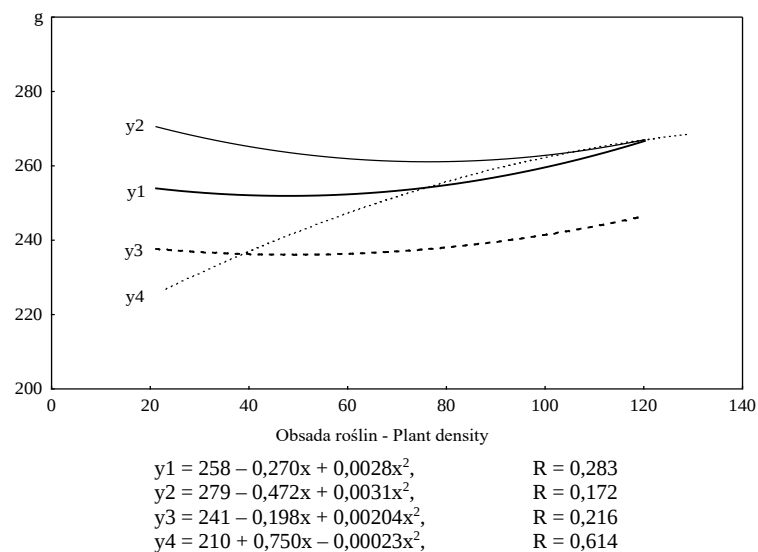
Rys. 3. Wpływ obsady przed zbiorem na liczbę strąków na jednej roślinie (y1), pędzie głównym (y2) i pędach bocznych (y3) u odmiany Bardo oraz na jednej roślinie (y4) u rodu R-525
Fig. 3. Impact of plant density prior to harvest on number of pods per plant (y1), per main stem (y2) and per branches (y3) in Bardo and per plant (y4) in R-525



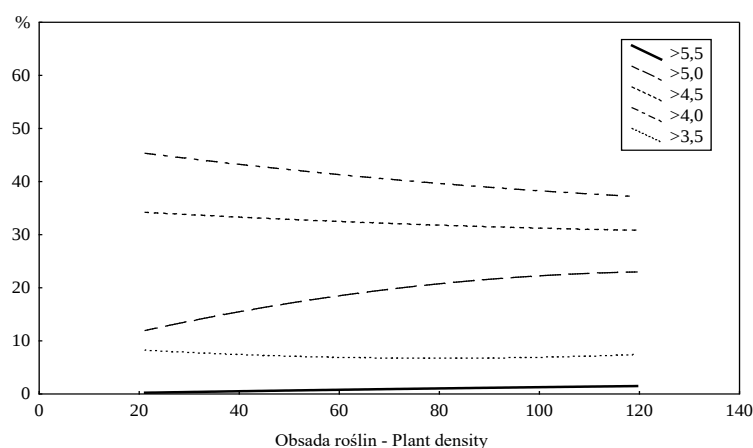
Rys. 4. Wpływ obsady przed zbiorem na liczbę nasion na jednej roślinie (y1), pędzie głównym (y2) i pędach bocznych (y3) u odmiany Bardo oraz na jednej roślinie (y4) u rodu R-525
Fig. 4. Impact of plant density prior to harvest on number of seeds per plant (y1), per main stem (y2) and per branches (y3) in Bardo and per plant in R-525 (y4)



Rys. 5. Wpływ obsady przed zbiorem na masę nasion o na jednej roślinie (y1), pędzie głównym (y2) i pędach bocznych (y3) u odmiany Bardo oraz na jednej roślinie (y4) u rodu R-525
Fig. 5. Impact of plant density prior to harvest on seed weight per plant (y1), per main stem (y2) and per branches (y3) in Bardo and per plant in R-525 (y4)

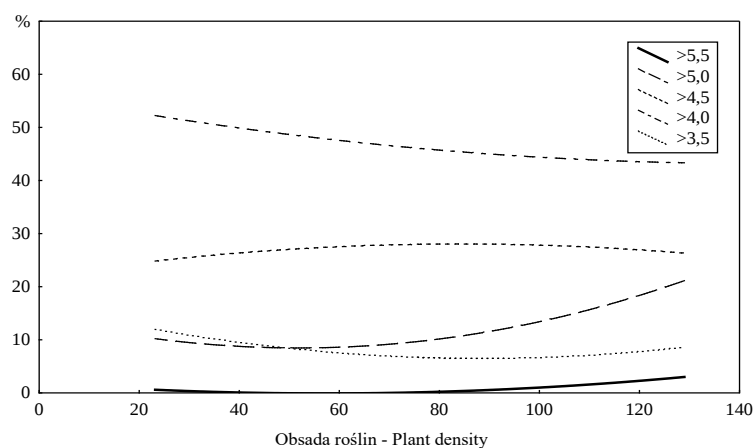


Rys. 6. Wpływ obsady przed zbiorem na masę 1000 nasion na jednej roślinie (y1), pędzie głównym (y2) i pędach bocznych (y3) u odmiany Bardo oraz na jednej roślinie (y4) u rodu R-525
Fig. 6. Impact of plant density prior to harvest on weight of 1000 seeds per plant (y1), per main stem (y2) and per branches (y3) in Bardo and per plant in R-525 (y4)



Rys. 7. Udział nasion poszczególnych frakcji w plonie odmiany Bardo w zależności od obsady roślin przed zbiorem

Fig. 7. Share of seed fractions in the seed yield of Bardo variety depending on plant density prior to harvest



Rys. 8. Udział nasion poszczególnych frakcji w plonie rodu R-525 w zależności od obsady roślin przed zbiorem

Fig. 8. Share of seed fractions in the seed yield of R-525 strain depending on plant density prior to harvest

Rośliny samokończącego rodu w ogóle się nie rozgałęziały wykształcając średnio od 4,96 do 6,78 strąków, od 14,1 do 20,3 nasion i od 3,62 do 4,51 g nasion na jednej roślinie (pędzie głównym) dla odpowiednio najwyższej i najniższej obsady roślin przed zbiorem. Współczynniki korelacji wielokrotnej R dla tych cech były niskie i wynosiły kolejno 0,495, 0,432 i 0,382, co oznacza brak istotnego wpływu obsady roślin przed zbiorem na

strukturalne elementy plonowania samokończącego rodu R-525. Z kolei u odmiany Bardo obserwowano istotny wpływ obsady na liczbę strąków (rys. 3) i nasion (rys. 4) oraz masę nasion (rys. 5) z jednej rośliny. W miarę wzrostu obsady z najniższej do najwyższej ich wartości na jednej roślinie wynosiły odpowiednio 13,5 do 6,02; 40 do 16,6 i 10,4 do 4,2 g, na pędzie głównym — 5,40 do 3,52; 17 do 11 i 4,92 do 2,90 g, a na pędach bocznych — 8,10 do 2,50; 13 do 5,7 i 5,48 do 1,30 g. Masa 1000 nasion odmiany Bardo (rys. 6) wykształconych na jednej roślinie, pędzie głównym i pędach bocznych w niewielkim stopniu zależała od obsady roślin (R wynosił kolejno 0,283; 0,172 i 0,216), natomiast dla samokończącego rodu R-525 obserwowano istotny ($R = 0,614$), niemal liniowy jej wzrost wraz ze zwiększaniem zagęszczenia roślin przed zbiorem.

Obsada roślin przed zbiorem obu badanych odmian w niewielkim stopniu różnicowała udział poszczególnych frakcji nasion określonych według ich grubości (rys. 7 i 8), chociaż największe jego zróżnicowanie obserwowano przy najniższej obsadzie. Wraz ze wzrostem zagęszczenia roślin przed zbiorem obserwowano niewielki wzrost udziału nasion o grubości ponad 5,5 mm i 5 mm i nieznaczny spadek udziału pozostałych frakcji. W plonie obu odmian dominowały nasiona o grubości 4 i 4,5 mm.

W każdych 100 kg zebranych nasion łubinu prawie 5 kg nasion posiadało zewnętrzne symptomy chorób grzybowych (plamy, strzępki grzybni, odbarwienia okrywy nasiennej). Istotnie mniej nasion porażonych stwierdzono w plonie odmiany samokończącej (tab. 3), zwłaszcza przy zwiększonej obsadzie roślin. Z równań regresji wynika, że u obu odmian obsada roślin nie kształtowała istotnie zdrowotności plonu nasion ($R = 0,148$ i $0,184$).

Tabela 3

Wagowy udział nasion z objawami infekcji grzybowej w plonie łubinu białego w zależności od obsady roślin przed zbiorem, %

Weight share of infested seeds in white lupin yield depending on plant density prior to harvest, %

Obsada roślin przed zbiorem Plant density prior to harvest	Odmiana Cultivar		Średnia Mean
	Bardo	R-525	
22,5 — 23,5	5,05 Ba	7,50 Aa	6,28 a
50,5 — 51,5	5,49 Aa	5,33 Ab	5,41 ab
73,5 — 74,5	5,30 Aa	4,26 Ab	4,78 bc
91,0 — 97,0	4,67 Aa	2,43 Bc	3,55 d
116 — 118	5,22 Aa	2,64 Bc	3,93 cd
Średnia Mean	5,15 A	4,43 B	4,79

Średnie oznaczone dużymi literami w rzędach i małymi w kolumnach nie różniły się istotnie przy $p = 95\%$ według testu Tukeya

Mean values followed by the same capital letters in rows and small in columns did not differ significantly at $p = 95\%$ calculated with Tukey test

Przeciętna zdolność kiełkowania nasion łubinu białego wynosiła nieco ponad 83% i była podobna dla obu odmian (tab. 4). Istotnie wyższą średnią zdolnością kiełkowania charakteryzowały się nasiona zebrane z roślin rosnących w niższym zagęszczeniu (22,5–23,5 do 73,5–74,5 roślin na 1 m²); prawidłowość ta nie dotyczyła jednak rodu samokończącego. Obliczone równania regresji nie wskazywały na istotną zależność pomiędzy obsadą roślin, a żywotnością zebranych z nich nasion ($R = 0,166$ i $0,198$).

Tabela 4

Żywotność nasion łubinu białego w zależności od obsady roślin przed zbiorem, średni %
White lupine seed viability depending on plant density prior to harvest, mean %

Obsada roślin przed zbiorem Plant density before harvest	Odmiana Cultivar		Średnia Mean
	Bardo	R-525	
22,5 — 23,5	82,2 Abc	82,8 Aa	83,1 ab
50,5 — 51,5	84,4 Aab	82,8 Aa	83,6 ab
73,5 — 74,5	87,1 Aa	83,8 Ba	85,4 a
91,0 — 97,0	81,0 Bc	84,2 Aa	82,6 b
116 — 118	82,3 Ab	81,3 Aa	81,8 b
Średnia Mean	83,4 A	83,2 A	83,3

Średnie oznaczone dużymi literami w rzędach i małymi w kolumnach nie różniły się istotnie przy $p = 95\%$ według testu Tukeya

Mean values followed by the same capital letters in rows and small in columns did not differ significantly at $p = 95\%$ calculated with Tukey test

DYSKUSJA

Uzyskany średni plon nasion łubinu białego na kompleksie glebowym żytnim dobrym nie odbiegał od plonów COBORU (Wiatr, 1996) i wahał się od $2,46 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 1997 roku do $3,10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w 1998 roku. Objawy antraknozy, które w znacznym stopniu mogą obniżać plonowanie tego gatunku (Frencel, 1999) obserwowano w Mochelku po raz pierwszy w 1998 roku. Jednak niewielkie nasilenie występowania *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. i korzystne dla rozwoju wegetatywnego i generatywnego warunki meteorologiczne pozwoliły na uzyskanie wysokich plonów nasion, gdyż w badaniach COBORU łubin biały wysiewany jest najczęściej na glebach średnich. Różnica w plonie nasion obu form wynosiła od 8,5% w 1998 roku do 31–34% w latach 1997 i 1999 na korzyść odmiany Bardo. Niewielka różnica w plonowaniu obu odmian w 1998 roku może pośrednio wskazywać na odmianę samokończącą jako być może mniej wrażliwą na antraknozę; brak w tym względzie jednak ścisłych wyników badań porównawczych. Z badań COBORU (Wiatr, 2001) wynika, że w latach 1998–2000 odmiany samokończące plonowały od 2,5% (łubin wąskolistny) do 15% (łubin żółty) wyżej od wzorca. Brak wyników badań COBORU z samokończącymi odmianami łubinu białego nie pozwala na ocenę plenności tej formy, której plon nasion w badaniach własnych był średnio o 25% niższy niż odmiany tradycyjnej, co wskazuje jednoznacznie na mniejszy postęp w hodowli tego typu odmian u łubinu białego niż u pozostałych dwóch gatunków łubinu. Potwierdzają to również wyniki badań Szukały i Maciejewskiego (1999), w których odmiana samokończąca Katon plonowała od 56% (w roku suchym) do 15% (w roku korzystnym dla łubinu) niżej od odmiany Bardo.

Średni plon białka i tłuszczu uzyskany w badaniach własnych nie odbiegał od danych COBORU (Wiatr, 1996) dla odmian tradycyjnych i był odpowiednio o 44% i 15% wyższy niż u rodu samokończącego.

Najniższa obsada dająca gwarancję uzyskania wysokich plonów dla tradycyjnej odmiany Bardo wynosiła 73,5 rośliny na 1 m^2 , tj. zgodnie z doniesieniami Jasińskiej i Malarza (1983), Roemera i Deesbacha (1990) oraz Szukały (1994), a więcej niż podają

Borowiecki i Książak (1994), Lhamby i wsp. (1988), a także Seredyn (1993). Jednak najwyższy plon nasion odmiany Bardo na glebie klasy IVa–b był możliwy do uzyskania przy około 92 roślinach na 1 m², tj. zgodnie z zaleceniami Owsianego (1994) i Stawińskiego (1989). Z kolei plon nasion, brutto i netto samokończącego rodu R-525 nie wzrastał istotnie od co najmniej 97 roślin na 1 m², tj. o 6 roślin więcej jak w badaniach Szukały i Maciejewskiego (1999). Porównywalne plony nasion obu form uzyskano dopiero przy 111 roślinach na 1 m² przed zbiorem, co może oznaczać dużo większy wydatek na materiał siewny przy uprawie odmiany samokończącej niż tradycyjnej.

Zgodnie z oczekiwaniami obserwowano istotny wpływ obsady roślin przed zbiorem na strukturalne elementy plonowania rozgałęziających się roślin tradycyjnej odmiany Bardo, które wytwarzają po około 50% plonu na pędzie głównym i rozgałęzieniach (Mikołajczyk, 1974). Wraz ze wzrostem obsady spadek liczby strąków i nasion oraz masy nasion w największym stopniu dotyczył pędów bocznych i całej rośliny, a w najmniejszym — pędu głównego. Z kolei u nie rozgałęziającego się rodu samokończącego (Milford i in., 1996; Święcicki, 1993) analiza regresji nie wykazała istotnego związku pomiędzy obsadą a strukturalnymi elementami plonowania — jedynie masa 1000 nasion ulegała istotnemu wzrostowi wraz ze zwiększaniem zagęszczenia roślin przed zbiorem. W badaniach Szukały i Maciejewskiego (1999) masa 1000 nasion samokończącej odmiany Katon wzrastała z 263 g przy 56 roślinach do 278 g — przy 106 roślinach na 1 m².

Współczynnik plonowania rolniczego (harvest index) dla obu odmian wykazywał nieistotną zależność liniową z obsadą roślin. Przy najwyższej z zastosowanych obsad współczynnik ten dla rodu samokończącego był o prawie 24% wyższy niż dla odmiany tradycyjnej, co wskazuje na ograniczony u tych form udział masy vegetatywnej (słomy) w plonie części nadziemnych. Zdaniem Święcickiego (1993) właśnie nadmierny rozwój masy vegetatywnej u tradycyjnych form jest główną przyczyną braku postępu w hodowli ilościowej tego typu odmian łubinów.

Zróżnicowana przed zbiorem obsada roślin wpływała na zdrowotność i żywotność zebranych z nich nasion. Zdrowsze nasiona uzyskano przy zwiększonej obsadzie roślin, zwłaszcza formy samokończącej, co może wynikać z bardziej równomiernego ich dojrzewania i mniejszej liczby roślin zielonych przed zbiorem u tego typu odmian (Wiatr, 2001), a także z mniejszego niż u form tradycyjnych zróżnicowania maternalnego plonu. Nieco wyższą żywotnością charakteryzowały się nasiona odmiany Bardo zebrane z roślin rosnących w zagęszczeniu od 23 do 74 roślin na 1 m². Szukała (1994) podaje, że przy obsadzie tradycyjnych form przekraczającej 61 roślin na 1 m² zdolność kiełkowania nasion nie ulega istotnym zmianom. Ponadto rozstawa rzędów może mieć większy wpływ na zdolność kiełkowania niż obsada roślin (Szukała i Maciejewski, 1999). Brak istotnej korelacji pomiędzy obsadą roślin przed zbiorem a zdrowotnością i żywotnością zebranych z nich nasion, a także ich dorodnością wskazuje na małe znaczenie tego elementu agrotechniki w produkcji nasiennej łubinu białego.

WNIOSKI

1. Potencjał plonowania tradycyjnej odmiany Bardo był wyższy o 25% niż samokończącego rodu R-525; mniejszą różnicę w plonie nasion obu odmian stwierdzono przy pojawieniu się objawów antraknozy.
2. Plon nasion odmiany Bardo wzrastał istotnie do 73,5 roślin, a rodu R-525 do 97 roślin przed zbiorem na 1 m². Jednakowy plon nasion obu odmian uzyskano przy obsadzie 111 roślin na 1 m².
3. Wpływ jednej rośliny na 1 m² przed zbiorem na plonowanie łubinu białego malał wraz ze zwiększaniem obsady, silniej u odmiany tradycyjnej niż samokończącej.
4. Wraz ze wzrostem obsady roślin obserwowano spadek liczby strąków i nasion oraz masy nasion z pędów bocznych i jednej rośliny, a w mniejszym stopniu z pędu głównego tradycyjnej odmiany Bardo. Strukturalne elementy plonowania rodu samokończącego nie były istotnie skorelowane z obsadą roślin przed zbiorem (z wyjątkiem masy 1000 nasion).
5. Obsada roślin nie wpływała na dorodność zebranych nasion. W plonie obu odmian dominowały nasiona o grubości > 4 mm i > 4,5 mm.
6. Zdrowotność nasion odmiany Bardo i zdolność kiełkowania R-525 nie zależały istotnie od obsady roślin. W miarę zagęszczania obsady obserwowano wzrost zdrowotności nasion rodu samokończącego i spadek zdolności kiełkowania nasion odmiany tradycyjnej, przy jednak nieistotnych współczynnikach regresji.

LITERATURA

- Borowiecki J., Książak J. 1994. Wpływ gęstości siewu na plon i skład nasion odmian łubinu białego. Pam. Puł. 105: 107 — 117.
- Frencel I. 2000. Postępy badań nad antraknozą łubinów w Polsce i Europie. Mat. konf. Obecny stan i kierunki badań nad łubinem w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem antraknozy. IOR, Poznań: 20 — 31.
- Jasińska Z., Malarz W. 1983. Wpływ nawożenia fosforowo-potasowego i zagęszczenia roślin na rozwój i plonowanie łubinu białego i bobiku. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo 141: 135 — 142.
- Lhamby J., Fuentes M., Lopez-Bellido L. 1988. Effect of sowing date, plant density and distance between rows on growth and yield of two cultivars of *Lupinus albus* L. Proc. 5th Int. Lupin Conf., Poznań: 477 — 481.
- Mikołajczyk J. 1974. Nasiona roślin strączkowych źródłem białka. PWRiL, Poznań.
- Milford G. F. J., Shield I. F., Huyghe C. 1996. The use of physiological criteria to optimize production in white lupins. Towards the 21st century. Proc. 8th Int. Lupin Conf., Asilomar: 2 — 10.
- Owsianny S. 1994. Wpływ zagęszczenia roślin na plon nasion łubinu białego odmiany Wat. W: Łubin-Białko-Ekologia, PTŁ, Poznań: 358 — 363.
- Roemer P., Deesbach W. 1990. Sowing date, plant density and weed control on 4 lupine species in West Germany. Proc. 6th Int. Lupin Conf., Temuco-Pucon: 101.
- Seredyn Z. 1993. Wpływ terminu siewu i obsady roślin na plonowanie łubinu białego. Fragm. Agronom. 1: 56 — 62.
- Stawiński S. 1989. Rozwój i plonowanie łubinu białego na glebie lekkiej w porównaniu do warunków gleby średniej. Mat. konf. Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasiennej roślin strączkowych. Cz. II. Puławy: 263 — 269.
- Szukała J. 1994. Wpływ czynników agrotechnicznych na plon, skład chemiczny i wartość siewną nasion trzech gatunków łubinu, ze szczególnym uwzględnieniem łubinu białego. Roczn. AR Poznań, Rozpr. Nauk. 245: 1 — 87.

- Szukała J., Maciejewski T. 1999. Wpływ rozstawy rzędów i obsady roślin na plonowanie i wartość siewną samokończącej odmiany łubinu białego. *Proc. Int. Lupin Conf. Lupin in Polish and European Agriculture*, PTŁ Bydgoszcz, Przysiek: 124 — 131.
- Święcicki W. 1993. Wybrane problemy z genetyki i hodowli łubinu. W: *Łubin w gospodarce i życiu człowieka*. PTŁ Poznań: 23 — 40.
- Wiatr K. 1996. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Łubin żółty, łubin wąskolistny, łubin biały. COBORU Słupia Wielka, 1089.
- Wiatr K. 2001. Syntezy wyników doświadczeń rejestrowych. COBORU Słupia Wielka: 3.

FRANCISZEK RUDNICKI**ANNA WENDA-PIESIK**Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa
Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami jarymi na glebach kompleksów pszennych Część I. Przydatność odmian grochu do mieszanek z jęczmieniem jarym

Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring cereals cultivated on wheat soil complex

Part I. Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring barley

Na podstawie wyników otrzymanych z doświadczeń prowadzonych w latach 1996–1998 na glebach kompleksów pszennych, dokonano waloryzacji odmian grochu do uprawy w mieszkach z jęczmieniem jarym. W wielokryteriowym oszacowaniu przydatności 16 odmian grochu do uprawy w mieszance z jęczmieniem jarym uwzględniono 6 następujących cech, stosując odpowiednie wagi dla każdej z nich: plon mieszanek (30), wierność plonu mieszanek (15), plon nasion danej odmiany grochu w mieszance (15), wierność plonowania grochu w mieszance (10), odporność mieszanek na wyłęganie (25), jednoczesność dojrzewania jęczmienia i grochu w mieszance (5). Na podstawie takiej oceny ustalono ranking badanych odmian grochu w skali od 1 do 4 stopni. Uzyskano następującą klasyfikację odmian grochu: odmiany o największej przydatności: Agra i Dawo; odmiany o średniej przydatności: Albatros, Grapis, Pelikan, Agat, Kwestor, Perła, Piast, Rubin, Sol, Tegma; odmiany o małej przydatności: Eroika, Turkan, Kama, Karat.

Słowa kluczowe: groch, jęczmień jary, mieszanka, przydatność odmian

The results of field experiment conducted in 1996–1998 on wheat soil complex were taken to assess usefulness of pea varieties for mixture crop with spring barley. Six multicropping characteristics were considered to estimate usefulness of 16 pea varieties according to multi-criteria analysis. Parameters together with annotated to them weighting values were following: mixtures yield (30), stability of mixture yield (15), yield of pea variety in mixture (15), stability of pea yield (10), lodging resistance (25) uniformity of maturation of pea and barley in mixture (5). Ranking list of varieties was set up with the use of four degree scale. Agra and Dawo were pea varieties of the highest usefulness for mixture with spring barley. The second group of average usefulness consisted of nine varieties, among them

Albatros, Grapis, Pelikan, Agat, Kwestor, Perła, Piast, Rubin, Sol, Tegma. Finally, varieties Eroika, Turkan, Kama i Karat showed the lowest usefulness.

Key words: mixture, pea, spring barley, usefulness of cultivars

WSTĘP

Dobór odpowiedniej odmiany grochu do uprawy mieszankowej ze zbożami jarymi na ziarno paszowe jest jednym z warunków powodzenia uprawy mieszanki. Zróżnicowanie fenotypów w obrębie gatunku *Pisum sativum* jest bardzo duże. Zmienność ta dotyczy takich cech jak: długość i sztywność pędu, typ ulistnienia, modyfikacja liści w wąsy czepne, długość okresu wegetacji, potencjał plonowania itp. (Jasińska i Kotecki, 1993; Wiatr, 1997). Te cechy odmian grochu sprawiają, że różna jest ich przydatność do mieszanek ze zbożami jarymi. Potencjalnie najlepszymi do mieszanek powinny być odmiany grochu o wysokości zbliżonej do rośliny zbożowej, o małej skłonności do wylegania, dojrzewające jednocześnie z danym zbożem, wysoko plonujące (Rudnicki, 1997, Rudnicki, 2000). Jednak efekty uprawy mieszanek są związane także z reakcjami grochu na oddziaływania konkurencyjne rośliny zbożowej oraz warunkami siedliskowymi, w tym zwłaszcza glebowo-wodnymi.

Spośród gatunków zbóż najczęściej uwzględnianym w mieszankach z grochem jest jęczmień jary (Książak, 1994; Ufnowska i Książak, 1999; Borowiecki i Książak, 2000). Decyduje o tym zarówno duża wartość paszowa plonu mieszanki jak też zbliżony termin dojrzewania obu komponentów i podobne wymagania glebowe. Istnieje jednak ryzyko uprawy współrzędnej jęczmienia jarego z grochem związane głównie ze znaczną podatnością obu tych gatunków na wyleganie. Dlatego trafny dobór odmiany grochu do mieszanki z jęczmieniem oraz proporcji ich wysiewu jest warunkiem koniecznym powodzenia tego rodzaju uprawy.

Mając na uwadze te uwarunkowania w niniejszej pracy podjęto próbę wielokryteriowej oceny niektórych odmian grochu z punktu widzenia ich przydatności do mieszanek z jęczmieniem jarym w uprawie na ziarno paszowe. Celem dodatkowym było sprawdzenie metodą eksperymentalną wyników szacunkowej waloryzacji odmian grochu do uprawy współrzędnej ze zbożami jarymi, którą opracowano wcześniej (Rudnicki, 1997).

MATERIAŁ I METODA

Materiałem źródłowym tej pracy są wyniki ścisłych doświadczeń polowych wykonanych w latach 1996–1998 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Chrzastowie, woj. kujawsko-pomorskie. W doświadczeniach tych, zlokalizowanych na glebie kompleksu pszenno-bardzo dobrego lub pszenno-dobrego, uwzględniono 16 odmian grochu w mieszankach z jęczmieniem jarym Lot. Wśród badanych odmian grochu uwzględniono 9 odmian jadalnych i ogólnoużytkowych oraz 7 odmian pastewnych (tab. 1). Obiekty doświadczalne rozmieszczono w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Ilość wysiewu nasion obydwu komponentów ustalono w taki sposób, aby obsada grochu po wschodach wynosiła około 40 szt./m², a jęczmienia około 200 szt./m². Przedplonem

mieszanek była pszenica ozima. Zastosowano następujące dawki składników pokarmowych: N — 40 kg/ha, P — 50 kg/ha, K — 75 kg/ha. Wysiewu mieszanek dokonano między 5 a 20 kwietnia.

W czasie wegetacji wykonywano pomiary i obserwacje następujących cech: obsada powschodowa i przedzbiorowa roślin grochu, obsada kłosów jęczmienia, wysokość roślin obu komponentów, stopień wylegania mieszanek, terminy dojrzewania komponentów mieszanek. Po zbiorze określano wielkość plonu mieszanek, wilgotność nasion grochu i ziarna jęczmienia oraz udział obu komponentów w plonie mieszanek.

Wyniki z trzech lat, dotyczące plonowania mieszanek i ich komponentów, poddano analizie wariancji doświadczeń wielokrotnych według modelu mieszanego (lata czynnikiem losowym), a najmniejsze istotne różnice wyznaczono wg procedury Tukeya.

W wielokryterialnym oszacowaniu przydatności 16 odmian grochu do uprawy współrzędnej z jęczmieniem jarym uwzględniono 6 cech stosując wagi dla każdej z nich. Wagi te przyjęto arbitralnie kierując się zmiennością danej cechy w całej grupie badanych mieszanek oraz jej znaczeniem dla powodzenia ich uprawy. Do takiej oceny wykorzystano następujące cechy i sposoby obliczeń:

- Względny plon mieszanki (P_{wm}). Ocena w skali 30-stopniowej (waga 30% w całkowitej ocenie mieszanki) na podstawie średniego z lat plonu danej mieszanki (P_m) odniesionego do plonu mieszanki najlepiej plonującej (P_{mmax}):

$$P_{wm} = \frac{P_m \times 30}{P_{mmax}}$$

- Względna wierność plonu mieszanki (W_m) w skali 15-stopniowej wg formuły:

$$W = \frac{100 \times [P_m - Os(1)]}{P_m}$$

$$W_m = \frac{W \times 15}{W_{mmax}}$$

gdzie: $Os(1)$ — odchylenie średnie zmienności plonu danej mieszanki w latach badań,
 W_{mmax} — wierność plonu mieszanki plonującej najbardziej stabilnie,

- Względny plon nasion danej odmiany grochu w mieszance (P_{wg}) w skali 15-stopniowej:

$$P_{wg} = \frac{P_g \times 15}{P_{gmax}}$$

gdzie: P_g — średni z lat badań plon grochu danej odmiany w mieszance,
 P_{gmax} — największy plon grochu w grupie wszystkich mieszanek,

- Względna wierność plonowania grochu w mieszance (Wg), w skali 10-stopniowej. Obliczono analogicznie jak względną wierność plonu mieszanki, uwzględniając odpowiednio dane dotyczące plonów grochu.
- Względna odporność mieszanki na wyleganie (O) w skali 25-stopniowej:

$$O = \frac{Ost \times 25}{O_{max}}$$

gdzie:

Ost — średni stopień wylegnięcia danej mieszanki w latach badań,

O_{max} — średni stopień wylegnięcia mieszanki najsłabiej wylegającej,

- Oceny wylegania w skali 9-stopniowej: 9 — brak wylegania, 1 — całkowite bardzo silne wylegnięcie.
- Jednoczesność dojrzewania jęczmienia i grochu w mieszance (Jd) w skali 5-stopniowej.

$$Jd = 5 \times \sqrt{\frac{Rd_{max}}{Rd}}$$

gdzie:

Rd_{max} — największa różnica terminów dojrzewania jęczmienia i grochu w grupie badanych mieszanek (dni),

Rd — różnica terminów dojrzewania jęczmienia i grochu w danej mieszance (dni).

Powyższy sposób postępowania ma charakter ocen względnych. Każda z cech ocenianej mieszanki jest odniesiona do wartości tej cechy w mieszance, w której wykazała ona najkorzystniejszy poziom. Z kolei, z uwagi na różną przyznaną rangę tych cech w całościowej ocenie mieszanki, zastosowano wagi dla każdej z nich. Suma punktów z wszystkich cech posłużyła do oceny przydatności odmian grochu do współrzędnej uprawy z jęczmieniem jarym spośród 16 uwzględnionych w badaniach. Na tej podstawie ustalono ranking badanych odmian grochu w skali od 1 do 4 stopni.

WYNIKI

Średni z lat badań plon ogólny mieszanek grochu z jęczmieniem jarym wyniósł od 5,10 t/ha (mieszanka z odmianą Turkan) do 6,09 t/ha (mieszanka z udziałem odmiany Perła), a współczynnik zmienności tej cechy powodowany dobozem odmiany grochu do mieszanki wyniósł 15% (tab. 1). Jednak plony podlegały interakcyjnemu wpływowi odmian grochu z latami. Toteż analiza wariancji uwzględniająca losowy wpływ lat potwierdziła jedynie różnicę plonów między, wymienionymi powyżej, obiektami skrajnymi, tj. z odmianami Perła i Turkan. Plony pozostałych mieszanek nie wykazały istotnych różnic. Natomiast dobór odmiany grochu wpływał wyraźnie na wahania plonu mieszanek w latach badań. Na przykład, odchylenie średnie plonów w latach było małe, gdy komponentem mieszanki była odmiana grochu Dawo (0,34 t/ha), a względnie duże, gdy w mieszance występowała odmiana Albatros (0,97 t/ha). Największą wierność w latach realizacji badań wykazały plony mieszanek z udziałem odmian: Dawo, Agra, Tegma, Kama i Rubin, a ich powtarzalność w latach przekraczała 90% plonów średnich (tab. 1).

Tabela 1

Plonowanie mieszanek jęczmienia jarego z odmianami grochu, plony odmian grochu w mieszankach oraz wierność plonów w latach 1996–1998

Seed yield of mixtures of spring barley with pea, pea varieties yield and stability of yields in 1996–1998

Odmiana grochu w mieszance Variety in mixture	Mieszanka jęczmienia z grochem Mixture of barley with pea			Groch w mieszance Pea in mixture		
	plon (t/ha) yield (t/ha)	Os (l) (t/ha)	wierność plonu (%) yield stability (%)	plon (t/ha) yield (t/ha)	Os (l) (t/ha)	wierność plonu (%) yield stability (%)
Albatros	5,31	0,967	81,8	1,07	0,198	81,6
Dawo	5,46	0,344	93,7	1,93	0,144	92,6
Eroika	5,43	0,640	88,2	1,37	0,561	59,0
Grapis	5,57	0,784	85,9	1,79	0,607	66,0
Kama	5,49	0,513	90,6	2,12	0,718	66,0
Pelikan	5,41	0,882	83,7	1,00	0,215	78,4
Turkan	5,10	0,796	84,4	1,60	0,836	47,7
Agat	5,69	0,818	85,6	1,75	0,407	76,7
Agra	6,08	0,507	91,7	1,37	0,100	92,7
Karat	5,63	0,713	87,3	1,51	0,746	50,5
Kwestor	5,33	0,782	85,3	1,42	0,465	67,3
Perła	6,09	0,687	88,7	1,43	0,493	65,4
Piast	5,81	0,720	87,6	1,42	0,521	63,4
Rubin	5,94	0,587	90,1	1,04	0,246	76,4
Sol	5,66	0,647	88,6	1,57	0,079	94,9
Tegma	5,97	0,518	91,3	1,50	0,248	83,4
Średnia Mean	5,62	0,847	87,8	1,49	0,518	72,6
NIR (0,05)						
LSD (0,05)	0,79			0,62		

Os (l) — Odchylenie średnie zmienności plonu w latach,

Os (l) — Mean deviation of yield variation in years

Średni plon nasion grochu w mieszankach różnił się znacznie w zależności od odmiany grochu (współczynnik zmienności 35%) i wyniósł od 1,00 (Pelikan) do 2,12 t/ha (Kama). Małe plony nasion grochu i niski ich udział w plonach mieszanek (poniżej 20%) wystąpiły zwłaszcza w przypadku krótkołodygowych odmian grochu (Pelikan, Rubin). Z kolei plony nasion odmian długolodygowych były względnie duże, ale zmienne w latach (tab. 1 i 2). Do odmian wyróżniających się wiernością plonów nasion w mieszankach należą: Sol, Agra, Dawo, a małą ich powtarzalność wykazały odmiany długolodygowe jak Turkan, Karat, Eroika, Kama, a także niektóre inne (Piast, Perła, Grapis).

O reakcji grochu na konkurencję roślin jęczmienia świadczy m.in. ubytek roślin grochu w czasie wegetacji. Okazało się, że wypadanie z łanu mieszanki roślin grochu może mieć bardzo różne nasilenie, ale nie wiąże się ono wyraźnie z cechami morfologicznymi odmian. Toteż małe ubytki roślin (poniżej 5%) dotyczą zarówno odmiany nasienne-zielonkowej Turkan, jak też nasiennych krótkołodygowych: Grapis, Albatros, Kwestor, Rubin. Znaczną redukcję obsady roślin grochu w okresie wegetacji stwierdzono natomiast w przypadku odmian Eroika, Perła, Dawo, Agra, Kama (tab. 2). Ubytki te sprawiły, że obsada roślin grochu w mieszankach w czasie zbioru plonu różniła się znacznie, od 31,9 (Eroika) do 43,9 szt./m² (Grapis, Sol). Należy jednak zaznaczyć, że wielkość plonu grochu w mieszankach

nie pozostawała w prostym związku z obsadą roślin grochu. Większe znaczenie miały inne elementy plonowania grochu (liczba wykształconych strąków i nasion w strąku oraz wielkość nasion).

Tabela 2

Niektóre charakterystyki mieszanek jęczmienia jarego z odmianami grochu. Średnie z lat 1996–1998
Some characteristics of mixtures of spring barley with pea cultivars. Averages in 1996–1998

Odmiana grochu w mieszance Pea variety in mixture	Obsada roślin grochu podczas zbioru (szt./m ²) Pea plant density at harvest (plant per m ²)	Ubytek roślin grochu w okresie wegetacji (%) Losses of pea plants during growing season (%)	Udział grochu w plonie mieszanki (%) Share of pea seeds in mixture yield (%)	Wyleganie łanu mieszanki (skala 9°) Lodging of mixture (9 degree scale)	Różnica dojrzwania jęczmienia i grochu (dni) Difference of maturity between barley and pea (days)
Albatros	41,6	3,3	20,2	4,4	1,3
Dawo	38,3	15,5	35,4	3,4	0,8
Eroika	31,9	19,6	25,2	3,4	2,0
Grapis	43,9	3,2	32,0	3,5	2,5
Kama	36,2	13,8	38,5	3,0	6,0
Pelikan	41,9	6,2	18,4	5,4	4,2
Turkan	39,0	0,2	31,3	3,6	5,3
Agat	37,6	9,8	30,7	3,4	2,5
Agra	34,9	14,9	22,5	5,2	3,5
Karat	35,5	11,3	26,8	3,6	3,2
Kwestor	39,7	4,0	26,7	4,6	2,2
Perła	34,6	16,3	23,4	4,2	2,7
Piast	42,1	9,1	24,5	4,8	3,5
Rubin	37,8	4,7	17,5	4,2	2,7
Sol	43,9	9,2	27,7	3,5	2,7
Tegma	42,3	10,6	25,0	3,6	1,8
Średnio Mean	38,8	9,3	26,6	4,0	2,9
S	3,6	5,6	5,9	0,7	1,4
W (%)	9,3	60,2	22,0	18,1	46,3

S — Odchylenie standardowe

S — Standard deviation

W (%) — Współczynnik zmienności

W (%) — Coefficient of variation

Zjawiskiem utrudniającym współrzedną uprawę jęczmienia jarego z grochem jest znaczna skłonność takich mieszanek do wylegania, ponieważ rośliny jęczmienia nie stanowią wystarczająco skutecznej podpory dla roślin grochu. Dlatego w doborze odmian grochu należy upatrywać szans ograniczenia wylegania mieszanek. Pomimo, że w latach badań o ilościach opadów powyżej normy wieloletniej i na dobrej glebie, wyleganie mieszanek było znaczne, to z różnym nasileniem w przypadku poszczególnych odmian grochu (tab. 2). Pozytywnie wyróżniającymi się pod tym względem były mieszanki, w których komponentem były odmiany Pelikan lub Agra, a następnie Piast, Kwestor, Albatros, Perła i Rubin. Silnie wylegały natomiast mieszanki z udziałem wysoko-łodygowych odmian grochu jak Kama, Eroika, Turkan, Karat. Dość silnie wylegały też mieszanki z udziałem niektórych odmian o średniolugich łodygach (Dawo, Grapis, Agat, Sol), ale było to związane z dużą obsadą roślin i dużymi plonami nasion grochu tych

odmian (tab. 2). Znaczną podatność na wyleganie przed zbiorem wykazała także mieszanka jęczmienia z wąsolistną odmianą grochu Tegma.

Terminy dojrzewania grochu i jęczmienia w mieszankach nie różnią się znacząco. Na podstawie bezwzględnych różnic terminów dojrzewania stwierdzono niemal jednoczesne dojrzewanie jęczmienia i grochu odmiany Dawo. W przypadku większości odmian różnice te nie przekraczały 4 dni, natomiast odmiany Kama i Turkan dojrzewały o 5–6 dni później, a odmiana Pelikan o 4 dni wcześniej niż jęczmień (tab. 2).

W wielokryteriovej względnej ocenie walory poszczególnych mieszanek odpowiadały 73,4–90,8 punktom na 100 punktów możliwych. Ponieważ porównywane mieszanki różniły się jedynie odmianami grochu, więc ocena mieszanek jest równoznaczna z oceną przydatności odmian grochu do uprawy w mieszankach z jęczmieniem jarym. Dlatego na podstawie wyników wielokryteriovej oceny punktowej, po ich unitaryzacji, uszeregowano odmiany grochu w skali 4 stopniowej (tab. 3). W takim rankingu przyjęto następujące progi przydatności odmian grochu do mieszanek:

- od 1,0 do 2,0 punktów — odmiana o małej przydatności,
- od 2,1 do 3,0 punktów — odmiana o średniej przydatności,
- od 3,1 do 4,0 punktów — odmiana o dużej przydatności.

Tabela 3

Ocena mieszanek jęczmienia jarego z odmianami grochu na podstawie 6 cech
Multivariate evaluation of mixtures of spring barley with pea cultivars

Odmiana grochu Pea cultivar	Punkty dla cech Feature points						Łączna ocena mieszanki Total mixture estimation	
	plon mieszanki mixture yield	wierność plonu mieszanki mixture yield stability	plon grochu pea yield	wierność plonu grochu stability of pea yield	odporność na wyleganie lodging resistance	jednoczesność dojrzewania uniformity of maturation	punktowa point	skala 4 st. 4 degree scale
Albatros	26,2	13,1	7,6	8,6	20,3	4,0	79,8	2,1
Dawo	26,9	15,0	13,7	9,7	15,8	5,0	86,1	3,2
Eroika	26,7	14,1	9,7	6,2	16,0	3,2	75,9	1,4
Grapis	27,5	13,8	12,7	7,0	16,1	2,9	80,0	2,1
Kama	27,0	14,5	15,0	7,0	13,8	1,9	79,2	2,0
Pelikan	26,6	13,4	7,1	8,3	25,0	2,2	82,6	2,6
Turkan	25,1	13,5	11,3	5,0	16,5	2,0	73,4	1,0
Agat	28,0	13,7	12,4	8,1	16,0	2,9	81,1	2,3
Agra	30,0	14,7	9,7	9,8	24,2	2,4	90,8	4,0
Karat	27,7	14,0	10,7	5,3	16,7	2,6	77,0	1,6
Kwestor	26,2	13,7	10,1	7,1	21,5	3,1	81,7	2,4
Perla	30,0	14,2	10,1	6,9	19,6	2,8	83,6	2,8
Piast	28,6	14,0	10,1	6,7	22,4	2,4	84,2	2,9
Rubin	29,3	14,4	7,4	8,0	19,6	2,8	81,5	2,4
Sol	27,9	14,2	11,1	10,0	16,4	2,8	82,4	2,5
Tegma	29,4	14,6	10,6	8,8	16,6	3,4	83,4	2,7
Skala (max.) Maximum	30	15	15	10	25	5	—	—

Spośród badanych odmian największą przydatność do uprawy współrzędnej z jęczmieniem jarym wykazały: ogólnoużytkowa, wąsolistna odmiana grochu Agra oraz

pastewna, typu nasiennego Dawo. Mieszanek z odmianą Agra uzyskała najwyższą ocenę 90,8 punktów. Wyróżniała się dużą wiernością i wielkością plonu ogólnego mieszanki (6,08 t/ha), względnie słabym wyleganiem, stabilnym udziałem grochu w plonie mieszanki, natomiast nieco słabszymi jej cechami były: niezbyt duży plon nasion grochu w mieszance (1,37 t/ha) oraz późniejsze dojrzewanie niż jęczmienia (o 3–4 dni). Zaletami mieszanki z udziałem odmiany Dawo były: duże (1,93 t/ha) i wierne plony nasion grochu oraz jednoczesność dojrzewania z jęczmieniem, mankamentem natomiast dość silne wyleganie mieszanki związane częściowo z dużym plonem nasion grochu tej odmiany (tab. 1, 2, 3).

Większość badanych odmian grochu została zaliczona do grupy średnio przydatnych do uprawy w mieszankach z jęczmieniem. W wielokryteriowej ocenie mieszanki z ich udziałem uzyskały 84,2–79,8 punktów wykazując mniej walorów niż z grupy poprzedniej. Zwykle mają one jedną, lub więcej, cech niekorzystnych. Na przykład mieszanki z udziałem odmian Piast, Kwestor, Pelikan, Albatros lub Rubin cechuje stosunkowo niski i zmienny w latach plon nasion grochu.

Cztery odmiany długołodygowe (Eroika, Kama, Karat, Turkan) wykazały najmniejszą przydatność do uprawy z jęczmieniem jarym. Takiego rezultatu należało się spodziewać uwzględniając cechy roślin tych odmian grochu i roślin jęczmienia. Duża wysokość i duża biomasa roślin grochu dominuje nad roślinami jęczmienia i dlatego mieszanki z udziałem odmian długołodygowych silnie wylegały. Pomimo, że plon grochu tych odmian w mieszankach był dość duży, to jednak bardzo zmienny w latach badań. Ponadto dojrzewanie nasion grochu przypadało później (o 2–6 dni) niż ziarna jęczmienia.

Porównanie niniejszej oceny przydatności odmian grochu do współrzędnej uprawy z jęczmieniem jarym, na podstawie danych eksperymentalnych, z szacunkiem potencjalnej przydatności odmian grochu do takich mieszanek na podstawie 4 cech odmian grochu i jęczmienia wykonanym wcześniej (Rudnicki, 1997) ukazuje dużą zbieżność tych ocen. Uszeregowanie odmian w obu tych ocenach nie jest wprawdzie identyczne, ale spośród 7 odmian pastewnych w obu przypadkach najlepszymi są Dawo i Grapis, a najgorszymi Turkan, Eroika i Kama. Także w grupie odmian jadalnych wyższe oceny przydatności do mieszanek z jęczmieniem, w obu metodach, uzyskały odmiany Piast, Agra i Perła a niższe Karat, Rubin i Agat. Porównanie wyników uzyskanych tymi dwoma metodami wskazuje na możliwość orientacyjnej oceny przydatności nowych odmian grochu na podstawie ich cech obserwowanych w doświadczeniach przedrejestrów i porejestrów. Metoda takiej szacunkowej oceny pośredniej (Rudnicki, 1997) wymaga jednak dalszej weryfikacji i modyfikacji. Celowość takich prac wynika z szybkich zmian w rejestrze odmian grochu siewnego. Już obecnie odmiany Eroika, Kama, Pelikan, Turkan, Karat, Sol, Tegma zostały skreślone z tego rejestru.

WNIOSKI

1. Dobór odmiany grochu do mieszanek z jęczmieniem jarym uprawianych na ziarno paszowe wpływa znacząco na efekty produkcyjne i ryzyko uprawy takich mieszanek.

2. Na glebach kompleksów pszennych większą przydatność do mieszanek z jęczmieniem jarym wykazały odmiany typu nasiennego, o średnio długiej łodydze, średnio wczesne, słabiej wylegające niż odmiany długołodygowe, później dojrzewające, podatne na wyleganie.
3. Spośród 16 badanych odmian grochu najlepszymi komponentami mieszanek z jęczmieniem jarym okazały się: ogólnoużytkowa i wąsolistna — Agra, oraz pastewna o normalnym ulistnieniu — Dawo.
4. Szacunkowe oceny przydatności odmian grochu do mieszanek z jęczmieniem jarym mogą uzupełniać, lub częściowo zastępować, kosztowne badania eksperymentalne, ale wymagają doskonalenia metodycznego.

LITERATURA

- Borowiecki J., Książak J. 2000. Rośliny strączkowe w mieszankach ze zbożami w produkcji pasz. Post. Nauk Rol. 284/2: 89 — 101.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1993. Rośliny strączkowe. PWN, Warszawa.
- Książak J. 1994. Ocena przydatności wybranych odmian grochu siewnego do uprawy w mieszankach z jęczmieniem jarym. Mat. konf. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”, AR Poznań: 116 — 121.
- Rudnicki F. 1997. Potencjalna przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami. Fragm. Agron. 1: 8 — 13.
- Rudnicki F. 2000. Uprawa mieszanek zbożowych i zbożowo — strączkowych. WODR Łosiów: 43.
- Ufnowska J., Książak J. 1999. Ekonomiczna ocena uprawy mieszanek strączkowo-zbożowych. Mat. konf. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”, AR Poznań: 120 — 122.
- Wiatr K. 1997. Synteza wyników doświadczeń odmianowych. 1996. COBORU Słupia Wielka, Zesz. 1100.

FRANCISZEK RUDNICKI**ANNA WENDA-PIESIK**Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa
Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami jarymi na glebach kompleksów pszennych Część II. Przydatność odmian grochu do mieszanek z pszenżytem jarym

**Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring cereals cultivated
on wheat soil complex**

Part II. Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring tritcale

Na podstawie wyników doświadczeń polowych przeprowadzonych w latach 1996–1998, na glebach kompleksów pszennych, dokonano waloryzacji odmian grochu z punktu widzenia ich przydatności do uprawy w mieszanekach z pszenżytem jarym. Uwzględniono 16 odmian grochu jako komponentów mieszanek z pszenżytem jarym odmiany Migo. Wielokryteriową ocenę przydatności odmian grochu do uprawy współrzędnej z pszenżytem jarym przeprowadzono w oparciu o 6 następujących cech mieszanek: plon, wierność plonu, plon nasion danej odmiany grochu, wierność plonowania grochu, odporność mieszanek na wyleganie, jednoczesność dojrzewania pszenżyta i grochu. Badane odmiany, służące jako komponent pszenżyta w mieszanekach, wykazały zarówno cechy korzystne jak i niekorzystne. Dlatego w wielokryteriowej ocenie stwierdzono stosunkowo małe zróżnicowanie ich przydatności do mieszanek. Względnie najlepszymi okazały się odmiany: Piast, Perła, Agra i Kama, o różnym typie morfologiczno-użytkowym. Do mniej przydatnych zaliczono odmiany: Grapis, Kwestor, Dawo, Tegma, Sol, Rubin.

Słowa kluczowe: groch, mieszanka, pszenżyto jare, przydatność odmian

The results of field experiment conducted in 1996–1998 on wheat soil complex were taken to assess usefulness of 16 pea varieties for mixture crop with spring tritcale Migo. Multivariate analysis of usefulness of pea varieties for mixture with spring tritcale was based on the following six multicroping characteristics of different weighting values: mixtures yield, stability of mixture yield, yield of pea variety in mixture, stability of pea yield, lodging resistance uniformity of maturation of pea and tritcale in mixture. Tested pea varieties as a components of tritcale in mixture crop revealed both positive and negative features and because of that multivariate analysis showed small differentiation of usefulness

among pea varieties for mixtures. Piast, Perła, Agra and Kama varieties were relatively the best varieties, while Grapis, Kwestor, Dawo, Sol and Rubin were less matching ones.

Key words: pea, spring triticale, mixture, usefulness of cultivars

WSTĘP

Pszenżyto jare jest rzadko stosowanym komponentem mieszanek z grochem siewnym. Toteż literatura dotycząca takich mieszanek jest uboga, zwłaszcza odnośnie doboru odmian grochu do mieszanek. Uwzględniając jednak względnie słabe wyleganie, stosunkowo późne dojrzewanie i dość dużą wysokość roślin pszenżyta (Zych, 2001) można przypuszczać, że dobór odpowiedniej odmiany grochu do mieszanki może sprawiać trudności. Wskazują na to wyniki badań Szczygieskiego (1993), w których plonowanie mieszanki pszenżyta jarego z krótkołodygową odmianą grochu (Pegro) było wysokie, ale udział nasion grochu w plonie mieszanki był mały. Z kolei plony mieszanki z udziałem długołodygowej odmiany grochu Fidelia były mniejsze o około 20%, natomiast udział nasion grochu w plonie był 2–3 krotnie większy niż w mieszanke z odmianą grochu o krótkiej łodydze. Toteż w szacunkowej ocenie za odmiany grochu o zadowalającej przydatności do mieszanek z pszenżytem uznano komponenty długołodygowe później dojrzewające (Rudnicki, 1997). Również Książak i Brzóska (1998) do mieszanek z pszenżytem zalecają odmiany długo- lub średniolodygowe grochu pastewnego. Takie odmiany jednak wykazują skłonność do wylegania (Wiatr, 2001), co może być dużym mankamentem na dobrych glebach, w latach obfitujących w opady.

Celem niniejszej pracy była wielokryteriowa ocena przydatności 16 odmian grochu siewnego do mieszanek z pszenżytem jarym uprawianych na ziarno paszowe.

MATERIAŁ I METODA

W pracy wykorzystano wyniki ścisłych doświadczeń polowych wykonanych w latach 1996–1998 w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Chrzastowie, województwo kujawsko-pomorskie, na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego lub pszennego dobrego. W doświadczeniach jako obiekty występowały mieszanki pszenżyta jarego Migo z 16 odmianami grochu, w tym 7 odmianami pastewnymi oraz 9 odmianami jadalnymi i ogólnoużytkowymi grochu (tab. 1). Obiekty doświadczalne rozmieszczano w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Ilość wysiewu nasion obydwu komponentów ustalono w taki sposób, aby obsada grochu po wschodach wynosiła około 40 szt./m², a pszenżyta około 300 szt./m². Przedplonem dla mieszanek była pszenica ozima. Zastosowano następujące dawki składników pokarmowych: N — 40 kg/ha, P — 50 kg/ha, K — 75 kg/ha. Wysiewu mieszanek dokonywano między 5 a 20 kwietnia.

W okresie wegetacji wykonywano pomiary i obserwacje następujących cech: obsada powschodowa i przedzbiorowa roślin grochu, obsada kłosów pszenżyta, wysokość roślin obu komponentów, stopień wylegnięcia mieszanek, terminy dojrzewania komponentów mieszanek. Po zbiorze określano wielkość plonu mieszanek, wilgotność nasion grochu i ziarna pszenżyta oraz udział obu komponentów w plonie mieszanek.

Wyniki z trzech lat, dotyczące plonowania mieszanek i poszczególnych ich komponentów, poddano analizie wariancji doświadczeń wielokrotnych według modelu mieszanego (lata czynnikiem losowym), a najmniejsze istotne różnice wyznaczono według procedury Tukeya.

Wielokryteriową ocenę przydatności odmian grochu do uprawy w mieszankach z pszenżytem przeprowadzono według tej samej metody, którą zastosowano w I części pracy (Rudnicki i Wenda-Piesik, 2002).

WYNIKI

Średnie z lat badań plony ogólne mieszanek pszenżyta jarego z grochem przekraczały 6 t/ha, ale wykazały nieduże zróżnicowanie z tytułu odmian grochu występujących w tych mieszankach (tab. 1).

Tabela 1

Plonowanie mieszanek pszenżyta jarego z odmianami grochu, plony odmian grochu w mieszankach oraz wierność plonów w latach 1996–1998
Seed yield of mixtures of spring triticale with pea, pea varieties yield and stability of yields in 1996–1998

Odmiana grochu w mieszance Pea variety in mixture	Mieszanka pszenżyta z grochem Mixture of triticale with pea			Groch w mieszance Pea in mixture		
	plon (t/ha) Yield (t/ha)	Os(l) (t/ha)	wierność plonu (%) yield stability (%)	plon (t/ha) yield (t/ha)	Os(l) (t/ha)	wierność plonu (%) yield stability (%)
Albatros	6,36	0,784	87,7	1,68	0,131	92,2
Dawo	6,50	1,204	81,5	1,58	0,476	69,8
Eroika	6,39	0,813	87,3	1,46	0,314	78,5
Grapis	6,50	0,818	87,4	1,31	0,444	66,2
Kama	6,07	0,802	86,8	1,80	0,121	93,3
Pelikan	6,51	1,178	81,9	0,77	0,053	93,1
Turkan	6,02	0,758	87,4	2,01	0,432	78,5
Agat	6,56	1,029	84,3	1,53	0,389	74,5
Agra	6,50	0,829	87,2	1,36	0,176	87,0
Karat	6,62	0,973	85,3	1,63	0,632	61,3
Kwestor	6,40	1,107	82,7	1,42	0,500	64,8
Perla	6,64	0,747	88,8	1,45	0,264	81,8
Piast	6,83	0,882	87,1	1,62	0,329	79,7
Rubin	6,40	1,116	82,6	1,16	0,219	81,1
Sol	6,52	0,936	85,6	1,49	0,241	83,8
Tegma	6,62	0,664	90,0	1,23	0,218	82,3
Średnia Mean	6,46	0,915	85,8	1,47	0,309	79,2
NIR (0,05) LSD (0,05)	0,74			0,58		

Os (l) — Odchylenie średnie zmienności plonu w latach

Os (l) — Mean deviation of yield variation in years

Współczynnik zmienności plonu ogólnego mieszanek spowodowany dobozem odmiany grochu w poszczególnych latach wynosił 4,6–6,3%, a plonów średnich z lat zaledwie 3,1%. Pomimo to, statystyczne potwierdzenie znalazły większe plony mieszanki z udziałem

odmiany Piast (6,83 t/ha) niż mieszanek z odmianami Turkan (6,02 t/ha) lub Kama (6,07 t/ha). Powtarzalność plonów mieszanek w latach badań była jednak różna. Różnica pomiędzy mieszanką plonującą najbardziej stabilnie (z udziałem odmiany Tegma) a najmniej stabilnie (z odmianą Dawo) wyniosła 8,5 punktu procentowego wskaźnika stabilności plonu (tab. 1). Pod względem wielkości plonu mieszanki a zarazem dużej jego wierności na uwagę zasługują zwłaszcza mieszanki z odmianami Perła lub Tegma. Plony tych mieszanek przekraczały 6,6 t/ha, a ich powtarzalność w latach sięgała 90 %. Najmniejszą stabilność plonów stwierdzono w przypadku mieszanek z odmianami grochu: Dawo, Pelikan, Rubin i Kwestor (tab. 1).

Plony nasion grochu w mieszankach były istotnie uzależnione od odmiany grochu wchodzącej w skład danej mieszanki (tab. 1). Zależnie od odmiany grochu zmienność plonu nasion grochu w mieszankach była duża ($W = 21,5\text{--}32,4\%$), a więc i współczynnik zmienności plonów średnich z lat badań był także wysoki ($W = 19,2\%$). Największe plony grochu stwierdzono w mieszankach z udziałem wysokołodygowych odmian nasienno-zielonkowych Turkan i Kama (2,01 t/ha i 1,80 t/ha), najmniejsze zaś w przypadku krótkołodygowych odmian pastewnych (Pelikan i Grapis), jak również krótkołodygowych ogólnoużytkowych Rubin i Tegma (wszystkie plonowały poniżej 1,33 t/ha). Ponadto stwierdzono bardzo duże różnice w stabilności plonowania pomiędzy odmianami w poszczególnych latach badań. Rozpiętość wskaźnika wierności plonu nasion w latach wyniosła aż 32 punkty procentowe (tab. 1). Wierność plonów nasion grochu w mieszankach nie była związana z wielkością plonów. Najbardziej powtarzalne w latach były plony nasion grochu zarówno odmiany wysoko plonującej w mieszankach (Kama), jak i mało wydajnej (Pelikan). Dużą natomiast zmienność plonów nasion wykazała dobrze plonująca w mieszankach, długołodygowa odmiana Karat i słabo plonująca, niskołodygowa odmiana Grapis (tab. 1).

Udział nasion grochu w plonie mieszanek był odmianowo silnie zróżnicowany (11,8–33,4%) (tab. 2). Z reguły był on mniejszy, gdy w mieszance występowała krótkołodygowa odmiana grochu i wyraźnie większy w przypadku odmian długołodygowych. Należy też zauważyć, że plony mieszanek grochu z pszenżytem jarym były na ogół większe niż analogicznych mieszanek grochu z jęczmieniem jarym, natomiast udział nasion grochu w plonie mieszanek odwrotnie, był większy w mieszankach z jęczmieniem niż z pszenżytem (Rudnicki i Wenda-Piesik, 2002).

Ubytki roślin grochu, w okresie wegetacji mieszanek z pszenżytem, okazały się duże (średnio 21,9%) i większe niż w mieszankach grochu z jęczmieniem (średnio 9,3%) (Rudnicki i Wenda-Piesik, 2002). Najmniejsze ubytki roślin grochu w mieszankach z pszenżytem, świadczące o dość dobrym tolerowaniu przez groch komponenta zbożowego, wystąpiły w przypadku wysokołodygowej, pastewnej odmiany Kama (13,8% w ciągu wegetacji). Względnie niski poziom wypadania roślin grochu z łanu zanotowano u odmian o innym niż Kama typie morfologicznym, jak Dawo, Piast i Rubin. Duże ubytki roślin grochu (powyżej 27%) stwierdzono natomiast u odmian: Pelikan, Tegma, Grapis i Albatros (tab. 2). Należy jednak zaznaczyć, że wielkość ubytków roślin, a także obsada roślin grochu słabo korespondowały z poziomem plonów nasion grochu w tych mieszankach.

Tabela 2

Niektóre charakterystyki mieszanek pszenżyta jarego z odmianami grochu. Średnie z lat 1996–1998
Some characteristics of mixtures of spring triticale with pea varieties. Averages in 1996–1998

Odmiana grochu w mieszance Pea variety in mixture	Obsada roślin grochu podczas zbioru (szt./m ²) Pea plant density at harvest (plant per m ²)	Ubytek roślin grochu w okresie wegetacji (%) Losses of pea plants during growing season (%)	Udział grochu w plonie mieszanki (%) Share of pea seeds in mixture yield (%)	Wyleganie łanu mieszanki (skala 9 st.) Lodging of mixture (9 degree scale)	Różnica dojrzenia pszenżyta i grochu (dni) Difference of maturity between triticale and pea (days)
Albatros	34,3	27,3	26,3	4,6	12,3
Dawo	38,7	16,4	24,2	4,6	12,3
Eroika	32,7	24,2	22,8	5,3	12,3
Grapis	29,0	27,7	20,2	4,9	12,0
Kama	33,2	13,8	29,7	4,5	5,7
Pelikan	34,1	34,2	11,8	6,3	17,3
Turkan	30,5	23,1	33,4	4,7	10,7
Agat	36,9	17,4	23,3	5,0	11,7
Agra	36,4	21,3	20,9	5,5	10,7
Karat	36,0	21,1	24,6	5,3	14,7
Kwestor	36,2	13,7	22,2	5,0	11,7
Perła	35,6	24,1	21,9	5,4	10,7
Piast	41,6	17,0	23,7	5,2	12,0
Rubin	35,4	15,4	18,2	5,6	13,0
Sol	37,0	24,5	22,8	4,6	10,3
Tegma	35,8	29,9	18,5	4,7	10,3
Średnio Mean	35,2	21,9	22,8	5,1	11,7
S	3,0	6,0	4,8	0,5	2,4
W (%)	8,5	27,5	21,2	9,3	20,4

S — Odchylenie standardowe

S — Standard deviation

W (%) — Współczynnik zmienności

S — Coefficient of variation

Mieszanki grochu z pszenżytem jarym podlegały słabszemu wyleganiu (średnio 5,1 punktów w skali 9°) niż mieszanki z jęczmieniem (średnio 4,0 pkt.). Rośliny pszenżyta stanowią, więc skuteczniejszą podporę dla roślin grochu niż rośliny jęczmienia (Rudnicki i Wenda-Piesik, 2002). Największą odpornością na wyleganie (powyżej 5,4 stopnia) odznaczały się mieszanki pszenżyta z odmianami Pelikan, Rubin, Agra i Perła. Z kolei mieszanki z odmianami wysokołodowych Kama i Turkan oraz średniolodowych Dawo i Sol były najmniej odporne na wyleganie (tab. 2).

Odmiany grochu w mieszkach dojrzewały w różnych terminach, jednakże wszystkie wcześniej od pszenżyta. Najlepszą zbieżność terminu dojrzenia z pszenżytem wykazała odmiana Kama, której nasiona dojrzewały przeciętnie tylko o 5 dni wcześniej niż ziarno pszenżyta. Nasiona większości badanych odmian grochu osiągały dojrzałość techniczną o 10–12 dni wcześniej niż pszenżyto. W przypadku najwcześniej dojrzewającej odmiany Pelikan różnica ta sięgała 17 dni (tab. 2). Przy zróżnicowanym terminie dojrzenia, przekraczającym 10 dni, zaobserwowano tendencje do umiarkowanego osypywania się nasion grochu.

Pod względem poszczególnych cech, omówionych powyżej, mieszanki pszenżyta z odmianami grochu różniły się znacznie. Każda z odmian grochu, obok niekwestionowanych walorów, posiadała również wady, które ujawniły się we współrzędnej uprawie z pszenżytem. Dlatego dokonano wielokryteriowego szacunku względnej przydatności badanych odmian grochu do mieszanek z pszenżytem jarym, na podstawie 6 cech o różnej randze testowej (wagi dla cech). W takiej ocenie mieszanki odmian grochu z pszenżytem jarym otrzymały od 82,9 do 89,3 punktów na 100 punktów możliwych (tab. 3). Mała rozpiętość tych ocen (6,4 punktu) świadczy o stosunkowo niedużym stopniu zróżnicowania przydatności badanych odmian do mieszanek z pszenżytem. W przypadku mieszanek tych samych odmian z jęczmieniem jarym rozpiętość ocen była znacznie większa i sięgała 17,4 punktu (Rudnicki i Wenda-Piesik, 2002). Na tej podstawie należy wnioskować o większym znaczeniu doboru odmian grochu do mieszanek z jęczmieniem niż z pszenżytem.

Tabela 3

Ocena mieszanek pszenżyta jarego z odmianami grochu na podstawie 6 cech
Multivariate evaluation of mixtures of spring triticale with pea varieties

Odmiana grochu Pea variety	Punkty dla cech Feature points						Łączna ocena mieszanki Total mixture estimation	
	plon mieszanki mixture yield	wierność plonu mieszanki mixture yield stability	plon grochu pea yield	wierność plonu grochu stability of pea yield	odporność na wyleganie lodging resistance	jednoczesność dojrzewania uniformity of maturation	punktowa point	skala 4 st. 4 degree scale
Albatros	28,0	14,6	12,5	9,9	18,5	3,4	86,9	2,9
Dawo	28,6	13,6	11,8	7,5	18,3	3,4	83,2	1,1
Eroika	28,1	14,6	10,9	8,4	21,0	3,4	86,4	2,6
Grapis	28,6	14,6	9,8	7,1	19,5	3,4	83,0	1,0
Kama	26,7	14,5	13,5	10,0	18,0	5,0	87,7	3,2
Pelikan	28,6	13,7	5,8	10,0	25,0	2,9	86,0	2,4
Turkan	26,4	14,6	15,0	8,4	18,9	3,6	86,9	2,9
Agat	28,8	14,1	11,4	8,0	20,1	3,5	85,9	2,4
Agra	28,5	14,5	10,1	9,3	21,9	3,6	87,9	3,4
Karat	29,1	14,2	12,2	6,6	21,2	3,1	86,4	2,6
Kwestor	28,1	13,8	10,6	6,9	20,0	3,5	82,9	1,0
Perła	29,2	14,8	10,9	8,8	21,7	3,6	89,0	3,8
Piast	30,0	14,5	12,1	8,5	20,8	3,4	89,3	4,0
Rubin	28,1	13,8	8,7	8,7	22,2	3,3	84,8	1,9
Sol	28,6	14,3	11,1	9,0	18,2	3,7	84,9	1,9
Tegma	29,1	15,0	9,2	8,8	18,9	3,7	84,7	1,8
Skala (max.) Maximum	30	15	15	10	25	5	—	—

Wobec niedużych różnic w wielokryteriowej ocenie odmian grochu można wskazać jedynie odmiany o większej i mniejszej przydatności do mieszanek z pszenżytem. Do tej pierwszej grupy daje się zaliczyć trzy odmiany ogólnoużytkowe: Piast, Perła i Agra oraz pastewną Kama. Mieszanka z wąsolistną odmianą Piast otrzymała najwyższą liczbę punktów (89,3). Głównymi jej walorami były: największy spośród wszystkich plon mieszanki oraz duża stabilność tego plonu w latach badań. Natomiast pod względem

wielkości plonu nasion grochu w mieszance, wierności plonowania, stopnia wylegania mieszanki i jednoczesności dojrzewania z pszenżytem, oceny mieszanki z udziałem odmiany Piast układały się na poziomie średnim dla całej grupy badanych (tab. 1, 2, 3). Względnie dużą przydatność do mieszanek (89 punktów oceny) wykazała odmiana niskołodygowa i normalnie ulistniona — Perła. Mieszanę z jej udziałem cechowało wysokie i stabilne plonowanie oraz brak istotnych mankamentów w pozostałych cechach. Mieszanka z wąsolistną odmianą Agra wykazała dużą stabilność plonu mieszanki i plonu nasion grochu oraz dość wysoką odporność na wyleganie. Wśród walorów mieszanek z udziałem wysokołodygowej odmiany Kama należy wymienić duże i wierne plony nasion grochu oraz termin dojrzewania nasion zbliżony do dojrzewania pszenżyta. Jednak mankamentem tej mieszanki była duża podatność na wyleganie oraz stosunkowo niski plon ogólny mieszanki (tab. 3).

Średnią przydatność do współrzędnej uprawy z pszenżytem jarym wykazało 6 odmian: Albatros, Turkan, Eroika, Karat, Pelikan i Agat, których największą wadą było mniejsze plonowanie niż mieszanek odmian z grupy pierwszej. Ponadto w zależności od przypadku ujawniły się inne negatywne cechy, np. duże wyleganie u mieszanki z odmianą Albatros, czy niski plon grochu u odmiany Pelikan (tab. 1, 2, 3). Jednak różnice w łącznej ocenie tych mieszanek wyniosły tylko 1,0 punktu, co świadczy o ich zbliżonej przydatności.

Grupę odmian grochu o mniejszej przydatności do współrzędnej uprawy z pszenżytem stanowiły: Kwestor, Grapis, Dawo, Tegma, Sol i Rubin. O ile mieszanki z odmianami Rubin, Sol i Tegma posiadały, takie zalety jak dość dobra odporność na wyleganie (Rubin), czy korzystniejszy termin dojrzewania (Sol i Tegma), to mieszanki, w których występowały odmiany Kwestor lub Dawo nie wyróżniły się żadną z tych cech (tab. 3).

Porównanie ocen przydatności odmian grochu w mieszankach z pszenżytem jarym i z jęczmieniem jarym wykazuje znaczne różnice w tym względzie. Otóż, na przykład, odmianę Dawo zaliczono do grupy najlepszych komponentów z jęczmieniem i do najgorszych w mieszankach z pszenżytem, a odmianę Kama wręcz odwrotnie. Jedynie odmiana Agra wykazała względnie dużą przydatność do mieszanek z obydwoma zbożami. Takie wyniki sugerują potrzebę prac nad zasadami doboru komponentów do współrzędnych upraw grochu ze zbożami jarymi w powiązaniu z proporcjami ich wysiewu w mieszankach.

WNIOSKI

1. Na glebach kompleksu pszennego dobrego mieszanki pszenżyta jarego z różnymi odmianami grochu wykazały względnie dużą wydajność, umiarkowaną podatność na wyleganie oraz zadowalający udział nasion grochu w plonie ogólnym.
2. Pszenżyto w mieszankach jest zbyt silnym konkurentem dla grochu, czego przejawem były duże ubytki roślin grochu z łanu podczas wegetacji.
3. Każda spośród 16 badanych odmian grochu wykazuje jedną lub więcej cech ujemnych jako komponent mieszanek z pszenżytem jarym. Najczęstszymi wadami odmian grochu były: zbyt wczesne dojrzewanie oraz małe albo niestabilne plony nasion w mieszankach.

4. W wielokryteriowej ocenie badane odmiany grochu nie różniły się w sposób zasadniczy przydatnością do uprawy w mieszankach z pszenżytem jarym, a tylko nieco lepszymi od pozostałych okazały się odmiany ogólnoużytkowe Piast, Perła i Agra oraz pastewna odmiana Kama.

LITERATURA

- Księżak J., Brzóska F. 1998. Uprawa mieszanek strączkowo-zbożowych i wykorzystanie ich w żywieniu zwierząt. Instr. Upowsz. IUNG Puławy.
- Rudnicki F. 1997. Potencjalna przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami. *Fragm. Agron.* 1: 8 — 13.
- Rudnicki F., Wenda-Piesik A. 2002. Przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami jarymi na glebach kompleksów pszennych. I. Przydatność odmian grochu do mieszanek z jęczmieniem jarym. *Biul. IHAR* 221: 189 — 197.
- Szczygielski T. 1993. Plonowanie mieszanek strączkowo-zbożowych. *Fragm. Agron.* 4: 187 — 188.
- Wiatr K. 2001. Groch siewny. W: Lista opisowa odmian. COBORU Słupia Wielka.
- Zych J. 2001. Pszenżyto. W: Lista opisowa odmian. COBORU Słupia Wielka.

AGNIESZKA OSIŃSKA
ZBIGNIEW LAUDAŃSKI

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Metody statystyczne w ocenie materiałów kolekcyjnych soi Część II. Współzależność wybranych cech

Statistical methods in evaluation of soybean collection materials **Part II. Relationship between chosen characters**

Oceniana kolekcja soi pochodziła ze zbiorów Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. W opracowaniu przedstawiono metody statystyczne takie jak analiza korelacji i czynnikowa, których celem było wykrycie zależności między 13 badanymi cechami i grupowanie cech ściśle ze sobą skorelowanych w zbiorach i grupach wcześniej i późno dojrzewających form kolekcyjnych soi. Stwierdzono bardzo silny związek pomiędzy cechami określającymi produktywność roślin (masą nasion, liczbą nasion oraz liczbą strąków z rośliny). Zależności te potwierdziła analiza czynnikowa. Wyznaczone składowe główne związane z wyżej wymienionymi cechami produktywności wyjaśniały w największym stopniu całkowitą zmienność analizowanych cech we wszystkich badanych zbiorach obiektów kolekcji soi.

Słowa kluczowe: analiza czynnikowa, analiza korelacji, cechy, czynnik, współczynnik korelacji

Examined soybean collection was obtained from the National Centre of Plant Genetic Resources of the Plant Breeding and Acclimatization Institute at Radzików. In this paper statistical methods such as correlation analysis and factor analysis were used to detect the relationships between 13 tested traits and for grouping closely related traits in classes and in groups of early and late maturing accessions of soybean collection. There was very close relationship between productivity traits (seed weight, seed number and pod number per plant). Those relationships were confirmed by factor analysis. Calculated principal components connected with mentioned above productivity traits explained in the highest degree total variability of examined traits in all classes of soybean collection accessions.

Key words: factor analyses, correlation analyses, traits, factor, correlation coefficient

WSTĘP

Kolekcja soi ze względu na jej pochodzenie, podlega podziałowi na światową i krajową kolekcję. W polskiej kolekcji odmian soi odtworzono większość przed i powojennych odmian populacyjnych. Znajdują się w niej również nowsze odmiany soi wyhodowane po

1980 roku stanowiące łącznie cenne materiały hodowlane. Kolekcja światowa składa się z obiektów pochodzących ze Wschodniej Azji (Chin, Japonii, krajów dawnego ZSRR), Europy (Węgier, Rumunii, Francji, Hiszpanii, Włoch, Słowacji, Serbii, Chorwacji, Szwecji), Ameryki Północnej (Stanów Zjednoczonych, Kanady), Ameryki Południowej (Brazylia) i in. Bogactwo form morfologicznych i genotypowych w kolekcji soi umożliwia hodowcom poszukiwanie lepszych form i warunków glebowo-klimatycznych, przydatnych do uprawy soi w warunkach Polski (Kęsik i Konopiński, 1996).

W poprzedniej I części opracowania podjęto próbę oceny cech użytkowych form kolekcyjnych soi. Badania objęły, losową grupę form kolekcyjnych soi oraz odmianę Aldana hodowli IHAR. Pierwszą procedurą zastosowaną w interpretacji statystycznej wyników uzyskanych w 1999 roku w doświadczeniu kolekcyjnym soi była analiza wariancji. Testy tej analizy były podstawowym narzędziem w ocenie zróżnicowania badanych form kolekcyjnych soi. Testowane formy kolekcyjne wraz z odmianą wzorcową Aldana zostały sklasyfikowane metodą analizy skupień k -średnich na różne grupy obiektów wg cech o podobnej wartości gospodarczej. Typowanie grup wykonano w całej kolekcji soi oraz w podzbiorach form wczesnych i późnych. Opisane powyżej metody statystyczne pozwoliły wyodrębnić z kolekcji soi formy o dużej wartości hodowlanej, które można wykorzystać w hodowli nowych odmian soi.

W niniejszym opracowaniu przeprowadzono analizę współzależności cech u form kolekcyjnych soi w zbiorach, podzbiorach i grupach wytypowanych w analizie skupień (Osińska i Laudański, 2001). Wykorzystano dwie metody: analizę korelacji i analizę czynnikową. W analizie korelacji jako miary siły związku między cechami użyto współczynników korelacji r . W ocenie struktury zależności cech zastosowano analizę czynnikową, której celem było wykrycie pewnych wspólnych, nieznanymi czynników powodujących istnienie zależności między cechami. Obserwowane cechy przedstawiono w postaci funkcji mniejszej liczby „ukrytych” cech zwanych czynnikami. Dzięki tej analizie uzyskano oszczędniejszy opis struktury zależności cech u form kolekcyjnych soi. W badaniach wykorzystano zróżnicowany materiał pod względem pochodzenia, długości trwania faz rozwojowych, morfologii i elementów, decydujących o produktywności roślin.

Celem pracy było poznanie struktury zależności między badanymi 13 cechami w zbiorze kolekcyjnym soi. Wzbogacenie charakterystyki form kolekcyjnych o parametry współzależności cech ma ogromne znaczenie w hodowli nowych odmian soi, jak i innych gatunków roślin, ponieważ pozwala przewidzieć wpływ określonego kierunku selekcji na inne cechy. Poniżej przedstawiono propozycję zastosowania metod wielowymiarowych w analizie wyników badań kolekcyjnych soi.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były nasiona soi pochodzące ze zbiorów kolekcji nasion tego gatunku w Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR. Przedstawione wyniki są częścią 3-letniego programu badawczego prowadzonego przez IHAR, którego celem jest odtworzenie kolekcji nasion soi. W latach 1997–1999 odtworzono całą kolekcję (935 obiektów). W sezonie wegetacyjnym 1999 roku wysiano kolejną,

ostatnią partię około 1/3 obiektów znajdujących się w długoterminowym przechowywaniu.

W opracowaniu wyników badań korzystano z pakietu statystycznego Systat.

Analiza statystyczna przebiegała w dwóch etapach:

- I etap — Analiza korelacji dla całego zbioru kolekcji i jego skupień oraz dla podzbiorów i skupień obiektów o różnej wczesności.
- II etap — Analiza czynnikowa dla całego zbioru kolekcji i jego skupień oraz dla podzbiorów i skupień obiektów o różnej wczesności.

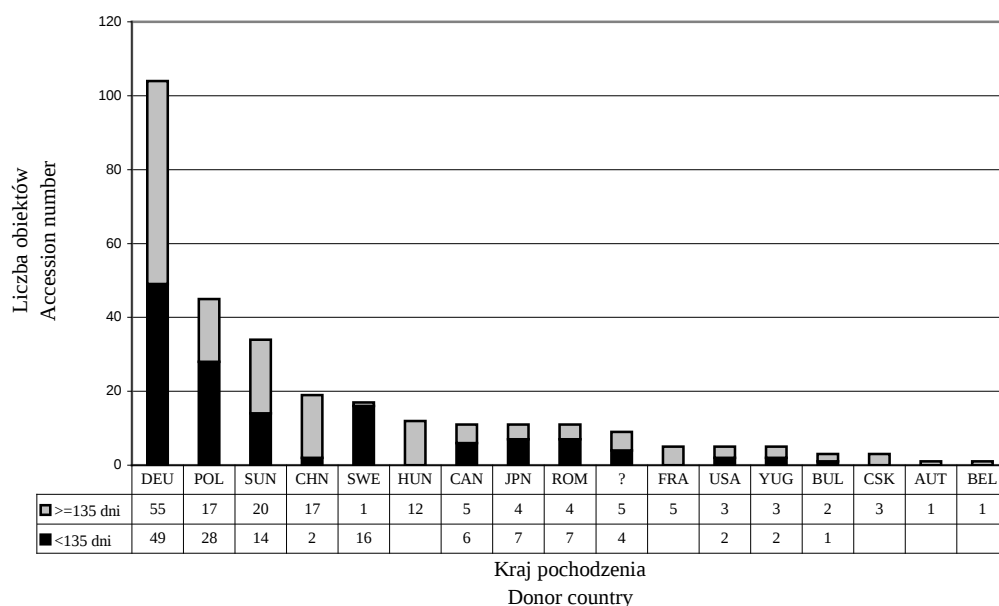
Oceniając doświadczenie kolekcyjne soi przyjęto, że długość okresu wegetacji jest cechą główną, według której można ocenić przystosowanie kolekcyjnych odmian i materiałów hodowlanych soi do warunków Polski (Łykowski, 1984; Szyrmer i Boros, 1996).

Równocześnie z oceną zasobów kolekcji soi pod względem długości okresu wegetacji badano pochodzenie form. Ze względu na brak danych paszportowych w dokumentacji nie można było określić pochodzenia czterech wczesnych i pięciu późnych form soi.

Testowane formy kolekcyjne (295) wraz z odmianą wzorcową Aldana, zostały sklasyfikowane na formy wczesne i późno dojrzewające w naszych warunkach klimatycznych. Przyjęto, że formy wczesne to takie, których długość okresu wegetacji była krótsza od 135 dni, stanowiły one 46,62% całej kolekcji soi (138 obiektów). Najliczniejszą grupą reprezentującą formy wczesne były odmiany pochodzące z Niemiec, Polski, krajów dawnego ZSRR, Szwecji, Kanady, Japonii i Rumunii. Wśród obiektów wczesnie dojrzewających, najkrótszym okresem wegetacji (107 dni) cechowała się kanadyjska odmiana soi ND 2353, sprowadzona do kolekcji w 1990 roku oraz polska odmiana Progres.

Formy późne, których długość okresu wegetacji była wyższa od 135 dni, przeważały w kolekcji (158 obiektów) i stanowiły 53,38%. Wśród odmian późnych blisko połowa z nich miała najdłuższy okres wegetacji wynoszący 161 dni. Pochodziły one głównie z Niemiec, z krajów dawnego ZSRR, Polski, Chin i Węgier. Pochodzenie odmian z podziałem na grupy wczesności przedstawiono na rysunku 1.

W okresie wegetacji prowadzono obserwację kwitnienia, dojrzewania i wylegania roślin. Wyleganie określano w skali 1–9, gdzie 9 oznaczało obiekty nie wylegające. Przed zbiorem soi, z każdego poletka wybierano po 5 reprezentatywnych roślin, dla których określono parametry wzrostu roślin (wysokość roślin, wysokość osadzenia pierwszego strąka). Ocena biometryczna roślin obejmowała również parametry plonu (liczbę strąków i nasion z rośliny, masę nasion z rośliny, masę tysiąca nasion oraz współczynnik biologiczny plonu). Dla ograniczenia wpływu różnej ilości wysianych nasion i nierównomiernych wschodów plon z poletka przeliczono na 1000 roślin. Ocena pojedynków uwzględniała cechy jakościowe, czyli zawartość białka i tłuszczu w nasionach. Oznaczenia zawartości białka i tłuszczu w nasionach wykonano aparatem Infratec 1255 firmy Tecator.



Rys. 1. Struktura wczesności odmian ze względu na pochodzenie
Fig. 1. Earliness structure of varieties in respect to their origin

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza korelacji

W pierwszym etapie analizy wyników doświadczenia z formami kolekcyjnymi soi określono zależności między 13 cechami w obrębie całej kolekcji soi i jej 5 grupach (Trętowski i Wójcik, 1988; Zieliński, 1999).

Współczynniki korelacji między zmiennymi dla całego doświadczenia i jego grup podaje tabela 1. Analiza danych w wymienionych zbiorach pozwala stwierdzić istotne, bardzo silne zależności pomiędzy cechami określającymi produktywność roślin. Masa nasion z rośliny była silnie skorelowana z liczbą nasion (dla całej kolekcji $r = 0,97$ natomiast w 3 jej skupieniach II, IV i V współczynniki korelacji wynosiły kolejno: $r = 0,94$, $r = 0,98$, $r = 0,92$) oraz liczbą strąków z rośliny (dla całej kolekcji $r = 0,79$ dla skupień I, II, IV i V współczynniki wynosiły kolejno: $r = 0,92$, $r = 0,79$, $r = 0,85$, $r = 0,8$). Pomiedzy liczbą nasion a liczbą strąków z rośliny stwierdzono silną dodatnią korelację (dla całej kolekcji $r = 0,81$ oraz dla skupień I, II, IV i V współczynniki korelacji wynosiły kolejno: $r = 0,94$, $r = 0,82$, $r = 0,92$, $r = 0,87$). Podobne zależności stwierdził Boros i wsp. (1996) w badaniach nad soją. Obliczone korelacje wykazały istotny związek długości okresu wegetacji z terminem kwitnienia roślin ($r = 0,55$), wysokością roślin ($r = 0,46$) oraz wysokością osadzania pierwszych strąków na roślinie ($r = 0,59$) (tab. 1).

Tabela 1

Analiza korelacji wybranych cech form doświadczenia kolekcyjnego
Correlation analysis for some traits of collection experiment

Pary cech Pairs of traits	Doświadczenie kolekcyjne Collection experiment	Grupy form soi Soybean from groups			
		I	II	IV	V
Wysokość roślin a wysokość osadzenie pierwszego strąka Height of plants vs. height of the lowest pod	0,49 **	0,52 **		0,34 **	0,59 **
Długość okresu wegetacji a termin kwitnienia roślin Vegetation period length vs. time of flowering	0,50 **	0,40 **	0,41 **	0,46 **	0,55 **
Długość okresu wegetacji a wysokość roślin Vegetation period length vs. height of plants	0,46 **	0,47 **			
Odporność roślin na wyłeganie a plon z 1000 roślin Resistance to lodging vs. yield from 1000 plants	0,34 **		0,44 **	0,33 **	0,41 *
Liczba strąków z rośliny a plon z 1000 roślin Number of pods per plant vs. yield from 1000 plants	0,38 **	0,40 **	0,30 **		
Liczba nasion z rośliny a plon z 1000 roślin Number of seeds per plant vs. yield from 1000 plants	0,32 **	0,44 **	0,31 **		
Masa nasion z rośliny a plon z 1000 roślin Weight of seeds per plant vs. yield from 1000 plants	0,35 **	0,44 **	0,39 **		
Liczba strąków z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Number of pods per plant vs. harvest index		0,41 **			
Liczba strąków a liczba nasion z rośliny Number of pods per plant vs. number of seeds per plant	0,81 **	0,94 **	0,82 **	0,92 **	0,87 **
Liczba strąków a masa nasion z rośliny Number of pods per plant vs. weight of seeds per plant	0,79 **	0,92 **	0,79 **	0,90 **	0,80 **
Masa nasion z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Weight of seeds per plant vs. harvest index	0,40 **	0,58 **	0,65 **	0,67 **	
Liczba nasion a masa nasion z rośliny Number of seeds per plant vs. weight of seeds per plant	0,97 **		0,94 **	0,98 **	0,92 **
Liczba nasion z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Number of seeds per plant vs. harvest index	0,35 **		0,60 **		0,49 **
Zawartość białka w nasionach a długość wegetacji Protein content in seeds vs. vegetation period length			0,43 **		
Zawartość białka a zawartość tłuszczu w nasionach Protein content in seeds vs. oil content in seeds	-0,42 **	-0,57 **	-0,51 **	-0,36 **	

Stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy plonem nasion z 1000 roślin a masą nasion (0,44), liczbą nasion (0,44) i strąków z rośliny (0,40) oraz odpornością roślin na wyłeganie (0,44). Zaobserwowano istotną korelację pomiędzy długością okresu wegetacji a wysokością roślin (0,47). W analizie korelacji dla całego doświadczenia i wyróżnionych grup, uzyskano ujemną korelację pomiędzy zawartością białka i tłuszczu w nasionach (-0,57). W skupieniu III ze względu na małą liczbę obiektów nie wykonano wyliczeń współczynników korelacji.

W następnym etapie analizy wyników doświadczenia z formami kolekcyjnymi soi określono zależności między badanymi cechami w obrębie zbiorów form wczesnych i późnych oraz dla obiektów pogrupowanych w skupienia. Uzyskane współczynniki korelacji między zmiennymi w wymienionych zbiorach kolekcji podaje tabela 2. W analizowanych zbiorach stwierdzono bardzo silną, dodatnią korelację pomiędzy cechami charakteryzującymi produktywność roślin.

Tabela 2

Analiza korelacji wczesnych i późnych form soi
Correlation analysis for early and late forms of soybean

Pary cech Pairs of traits	Formy wczesnie dojrzewające Early maturing forms					
	Doświadczenie kolekcyjne Collection experiment	Grupa Group				
		I	II	III	IV	V
Wysokość roślin a wysokość osadzenie pierwszego strąka Height of plants vs. height of the lowest pod	0,40 **	0,57 **	0,49 **			
Długość okresu wegetacji a termin kwitnienia roślin Growth period length vs. time of flowering	0,43 **		0,46 **	0,67 **	0,37 **	
Długość okresu wegetacji a wysokość roślin Growth period length vs. height of plants	0,49 **	0,68 **		0,41 **	0,33 *	
Długość okresu wegetacji a plon z 1000 roślin Growth period length vs. yield from 1000 plants		-0,55 **			-0,38 **	
Odporność roślin na wyłeganie a plon z 1000 roślin Resistance to lodging vs. yield from 1000 plants	0,32 **	0,46 *	0,48 **		0,47 **	
Odporność roślin na wyłeganie a długość okresu wegetacji Resistance to lodging vs. growth period length	-0,40 **	-0,46 *	-0,44 **	-0,42 *	-0,53 **	
Liczba strąków z rośliny a plon z 1000 roślin Number of pod per plant vs. yield from 1000 plants						
Liczba nasion z rośliny a plon z 1000 roślin Number of seeds per plant vs. yield from 1000 plants	0,31 **					
Masa nasion z rośliny a plon z 1000 roślin Weight of seeds per plant vs. yield from 1000 plants						
Liczba strąków z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Number of pod per plant vs. harvest index	0,42 **		0,74 **			
Liczba strąków a liczba nasion z rośliny Number of pod per plant vs. number of seeds per plant	0,94 **	0,95 **	0,88 **	0,82 **	0,87 **	
Liczba strąków a masa nasion z rośliny Number of pod per plant vs. weight of seeds per plant	0,90 **	0,91 **	0,84 **	0,85 **	0,86 **	
Masa nasion z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Weight of seeds per plant vs. harvest index		0,57 **	0,86 **			0,93 *
Liczba nasion a masa nasion z rośliny Number of seeds per plant vs. weight of seeds per plant	0,95 **	0,98 **	0,98 **	0,95 **	0,96 **	0,95 **
Liczba nasion z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Number of seeds per plant vs. harvest index	0,56 **	0,49 *	0,83 **			0,98 **
Zawartość białka w nasionach a plon z 1000 roślin Protein content in seeds vs. yield from 1000 plants						-0,96 **
Zawartość białka w nasionach a liczba nasion z rośliny Protein content in seeds vs. number of seeds per plant	-0,46 **		-0,42 *		-0,41 **	
Zawartość białka w nasionach a długość okresu wegetacji Protein content in seeds vs. growth period length						
Zawartość białka a zawartość tłuszczu w nasionach Protein content in seeds vs. oil content in seeds	-0,39 **			-0,64 **		
Zawartość tłuszczu a liczba nasion z rośliny Oil content in seeds vs. number of seeds per plant						-0,92 *
Zawartość tłuszczu a współczynnik biologiczny plonu Oil content in seeds vs. harvest index						-0,90 *

c.d. Tabela 2

Pary cech Pairs of traits	Formy późno dojrzewające Late maturing forms				
	doświadczenie kolekcyjne collection experiment	grupa group			
		I	III	IV	V
Wysokość roślin a wysokość osadzenie pierwszego strąka Height of plants vs. height of the lowest pod					0,46 **
Długość okresu wegetacji a termin kwitnienia roślin Growth period length vs. time of flowering	0,36 **	0,39 **		0,41 **	
Długość okresu wegetacji a wysokość roślin Growth period length vs. height of plants					
Długość okresu wegetacji a plon z 1000 roślin Growth period length vs. yield from 1000 plants				0,55 **	
Odporność roślin na wyleganie a plon z 1000 roślin Resistance to lodging vs. yield from 1000 plants	0,35 **	0,48 **		0,36 *	0,52 **
Odporność roślin na wyleganie a długość okresu wegetacji Resistance to lodging vs. growth period length					
Liczba strąków z rośliny a plon z 1000 roślin Number of pod per plant vs. yield from 1000 plants	0,43 **		0,48 **		
Liczba nasion z rośliny a plon z 1000 roślin Number of seeds per plant vs. yield from 1000 plants	0,32 **	0,44 **	0,44 **		
Masa nasion z rośliny a plon z 1000 roślin Weight of seeds per plant vs. yield from 1000 plants	0,36 **	0,50 **	0,44 **		
Liczba strąków z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Number of pod per plant vs. harvest index	0,34 **		0,50 **		
Liczba strąków a liczba nasion z rośliny Number of pod per plant vs. number of seeds per plant	0,78 **	0,81 **	0,95 **	0,91 **	0,92 **
Liczba strąków a masa nasion z rośliny Number of pod per plant vs. weight of seeds per plant	0,77 **	0,76 **	0,91 **	0,88 **	0,89 **
Masa nasion z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Weight of seeds per plant vs. harvest index	0,40 **	0,70 **	0,68 **		0,53 **
Liczba nasion a masa nasion z rośliny Number of seeds per plant vs. weight of seeds per plant	0,98 **	0,96 **		0,97 **	0,98 **
Liczba nasion z rośliny a współczynnik biologiczny plonu Number of seeds per plant vs. harvest index	0,33 **				
Zawartość białka w nasionach a plon z 1000 roślin Protein content in seeds vs. yield from 1000 plants		-0,35 **			
Zawartość białka w nasionach a liczba nasion z rośliny Protein content in seeds vs. number of seeds per plant		-0,43 **			-0,66 **
Zawartość białka w nasionach a długość okresu wegetacji Protein content in seeds vs. vegetation period length		0,51 **		0,41 **	
Zawartość białka a zawartość tłuszczu w nasionach Protein content in seeds vs. oil content in seeds	-0,49 **	-0,52 **	-0,66 **		-0,51 **
Zawartość tłuszczu a liczba nasion z rośliny Oil content in seeds vs. number of seeds per plant					0,50 **
Zawartość tłuszczu a współczynnik biologiczny plonu Oil content in seeds vs. harvest index					

Wśród form późnych zależności te były nieco słabsze. U obu form stwierdzono dodatnie korelacje między terminem kwitnienia a długością okresu wegetacji. Występowała również

podobna zależność pomiędzy odpornością roślin na wyleganie a plonem nasion z 1000 roślin. Zwiększona odporność roślin na wyleganie wiązała się z wyższym plonem nasion z 1000 roślin. W analizowanych zbiorach widoczna była zależność pomiędzy cechami związanymi z jakością nasion. U form wczesnych zawartość białka była średnio, ujemnie skorelowana z zawartością tłuszczu. Związek ten był silniejszy u form późnych (tab. 2).

W obrębie form wczesnych oraz grup uzyskanych metodą analizy skupień obserwowano dodatnią zależność pomiędzy długością okresu wegetacji a wysokością roślin. Takiej zależności nie zaobserwowano u form późnych. U form wczesnych stwierdzono ujemną korelację pomiędzy długością okresu wegetacji a wyleganiem. Tego związku nie wykazała analiza korelacji dla form późnych. U form późnych istniała dodatnia, o średnim poziomie wielkości, korelacja pomiędzy długością okresu wegetacji a zawartością białka w nasionach. W miarę wydłużania się okresu wegetacji form późnych wzrastała zawartość białka w nasionach. Dla skupienia drugiego form późnych nie wyliczono współczynników korelacji ze względu na małą liczbę obiektów w tym skupieniu.

Najwyższe współczynniki korelacji we wszystkich ocenianych grupach obiektów kolekcji soi uzyskano dla zależności między liczbą nasion i masą nasion z rośliny. W zbiorze form wczesnych, w grupach I i II, współczynnik ten wynosił ($r = 0,98$), a w IV ($r = 0,96$). Natomiast w zbiorze obiektów późnych ($r = 0,98$). Podobną wartość uzyskano w piątym skupieniu form. Podane współczynniki korelacji dowodzą, że istnieje bardzo silny związek pomiędzy masą nasion z rośliny a liczbą nasion z rośliny. Na podobne zależności wskazywały wcześniejsze badania (Ibupoto i Kotecki, 1994).

Analiza czynnikowa

Kolejną wielocechową statystyczną metodą, którą zastosowano przy ocenie kolekcji soi była analiza czynnikowa. Celem analizy było wykrycie struktury zależności między badanymi cechami i grupowanie cech ściśle ze sobą powiązanych (skorelowanych). Czynniki (grupy cech) wyznaczone w analizie macierzy korelacji danych empirycznych wykorzystuje się w tej analizie, jako tzw. zmienne syntetyczne, przenoszące zbiorczą informację o zjawiskach tkwiących w analizowanych 13 cechach. Suma wartości własnych uwzględnionych czynników (w %) całkowitej informacji o zmienności cech jest miernikiem informacji zawartych w tych czynnikach. Jedną z ważniejszych własności czynników jest opisywanie jak największej zmienności doświadczenia. Wyznacza się pewną minimalną liczbę czynników, dla których wariancje są duże i istotnie różne. Czynniki mogą być wyznaczane dotąd, aż pewien z góry założony procent, (co najmniej 75%) całkowitej zmienności będzie wyjaśniony. Jeżeli taki procent zmienności nie może być wyjaśniony przez pierwsze cztery lub pięć czynników to dalsze wyznaczanie tych czynników jest zazwyczaj mało owocne. Interpretacja tych czynników jest trudna a nawet niemożliwa (Wójcik i Laudański, 1989; Morrison, 1990). Do określania liczby czynników wykorzystuje się *Kryterium Kaisera* (1960 za Anonim, 1997), w którym wartość własna pozostawionych czynników jest większa niż 1 oraz metodę graficzną — *Test Osypiska* — zaproponowaną przez Cattella (1966 za Anonim, 1997). W drugiej metodzie na wykresie liniowym wartości własnych wszystkich czynników jest to punkt, od którego następuje łagodny ich spadek. Rotację czynników dokonano metodą Varimax. Pozwala ona dokonać

obrotu kierunków głównych określających składowe główne, aby ładunki przy cechach maksymalnie się różnicowały, dzięki czemu mamy prostszą interpretację czynników.

Analizę czynnikową wykonano dla całej kolekcji soi (tab. 3). Uzyskane w tej analizie współczynniki składowych głównych są jednocześnie współczynnikami korelacji poszczególnych cech z tymi składowymi. Porównanie składowych głównych i ich współczynników korelacji (ładunków) z 13 cechami w obrębie całej kolekcji soi oraz jej 4 skupień pozwala zauważyć, że w wymienionych zbiorach składowe główne będące miarami cech związanych z produktywnością, jakością nasion oraz tempem wzrostu i rozwoju roślin, są podobne. Potwierdza to fakt, że w obrębie wymienionych wyżej zbiorów istniały zestawy cech (tzw. super cechy), które poprzez zależności z ocenianymi zmiennymi wpływały na produktywność, jakość nasion oraz wzrost i rozwój badanych obiektów. Najwyższą wartość całkowitej zmienności analizowanych cech wykazywały składowe związane z następującymi cechami produktywności: liczbą i masą nasion, liczbą strąków oraz masą tysiąca nasion oraz współczynnikiem biologicznym plonu. Nieco niższe wartości zmienności ogólnej wykazywały składowe będące miarami cech związanych z rozwojem i wzrostem roślin. Natomiast najniższe dotyczyły czynników, które przypisane były cechom związanym z jakością nasion, czyli zawartością białka i tłuszczu w nasionach.

Analizując ładunki wskazujące korelację składowych z 13 cechami obserwowano, że najwyższe, bardzo silne dodatnie korelacje występowały u cech związanych z produktywnością. Jak podają Ibupoto i Kotecki (1994) plon nasion z rośliny decyduje o plonie z poletka oczywiście przy określonej obsadzie roślin na jednostce powierzchni. Plon nasion z rośliny zależy od interakcji długości okresu wegetacji, podatności na wyleganie, wysokości roślin, liczby nasion i strąków z rośliny.

W analizie czynnikowej cech związanych ze wzrostem i rozwojem roślin ładunki wykazywały nieco słabszą korelację z czynnikami, w porównaniu do ładunków występujących u cech związanych z produktywnością. Parametry opisujące rozwój roślin, czyli długość okresu wegetacji oraz termin kwitnienia, wykazywały bardzo wysokie i wysokie, dodatnie wartości korelacji z czynnikami. Ładunki przy cechach odpowiadających za wzrost roślin miały podobne wartości. Jedynie pomiędzy trzecią składową II grupy a wysokością roślin istniała silna korelacja ujemna. Najbardziej zróżnicowane były ładunki przy czynnikach, które były miarami jakości nasion. W obrębie całej kolekcji oraz w jej pierwszej grupie, trzecie składowe wykazywały bardzo silną ujemną korelację z zawartością białka w nasionach, natomiast silną i bardzo silną dodatnią korelację z zawartością tłuszczu w nasionach. W grupie II i V składowe wykazywały silną lub bardzo silną dodatnią korelację z zawartością białka i tłuszczu w nasionach. W obrębie IV grupy ładunek był silnie ujemny w stosunku do obu cech. Na podstawie porównania czynników i ładunków w omówionych powyżej zbiorach stwierdzono, że grupa I charakteryzująca się krótkim okresem wegetacji, niską produktywnością oraz wysokimi roślinami i wysoką zawartością białka w nasionach (Osińska i Laudański, 2001) była najbardziej reprezentatywna dla całej kolekcji soi.

Tabela 3

Współczynniki korelacji składowych głównych dla wszystkich obiektów kolekcji soi oraz jej skupień
Correlation coefficients of principal components for all accessions of soybean collection and its cluster

Cecha Traits	Wszystkie obiekty kolekcji All collection accessions					Grupa I Group I					Grupa II Group II					Grupa IV Group IV					Grupa V Group V			
	składowe główne principal components					składowe główne principal components					składowe główne principal components					składowe główne principal components					składowe główne principal components			
Numer Number	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4
% zmienności ogólnej % variability	23,2	17,1	13,6	11,0	9,4	27,6	15,9	12,9	11,3	10,1	23,6	18,0	12,2	12,6	10,0	28,4	13,9	12,3	11,6	9,3	24,8	21,2	16,5	12,8
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)				0,82					0,87				0,82						0,71				0,82	
Długość okresu wegetacji (dni) Vegetation period length (days)		0,72					0,67					0,77					0,72							0,61
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)		0,52					0,53		0,63			0,78					0,85							0,74
Plon z 1000 roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)				0,66		0,55						0,67					0,83						0,67	
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)			-0,85					-0,85				0,53				-0,61								0,85
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)			0,61					0,87					0,85			-0,56							0,54	

c.d. Tabela 3

Cecha Traits	Wszystkie obiekty kolekcji All collection accessions					Grupa I Group I					Grupa II Group II					Grupa IV Group IV					Grupa V Group V			
	składowe główne principal components					składowe główne principal components					składowe główne principal components					składowe główne principal components					składowe główne principal components			
Numer Number	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)		0,82					0,83					-0,61					0,77					0,84		
Wysokość osadzania I-go strąka (cm) Height of the lowest pod (cm)		0,77					0,76					0,57					0,76					0,81		
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	0,89					0,94					0,95					0,90					0,86			
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,95					0,96					0,93					0,96					0,96			
Masa nasion z rośliny (g) Weight of seeds per plant (g)	0,94					0,96					0,89					0,95					0,95			
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)					0,93					-0,85				0,95					0,89		0,77			
Współczynnik biologiczny plonu Harvest index					0,51	0,57				-0,61		-0,61			0,77					0,55		-0,51		

Potwierdza to również uzyskana w obrębie grupy I i w całej kolekcji dodatnia korelacja pomiędzy długością okresu wegetacji a wysokością roślin (tab. 3). Analiza porównawcza składowych głównych i ich współczynników korelacji ze zmiennymi w obrębie zbiorów form wczesnych i późnych potwierdza fakt, że składowe główne będące miarami cech związanych z produktywnością, jakością nasion oraz tempem wzrostu i rozwoju roślin kształtowały się podobnie w obu zbiorach (tab. 4, 5, 6). Całkowitą zmienność badanych cech w najwyższym stopniu tłumaczyły składowe związane z produktywnością. Składowe będące miarami cech związanych z rozwojem i wzrostem roślin oraz jakością nasion objaśniały zmienność całkowitą w nieco mniejszym stopniu.

W obrębie obu form stwierdzono bardzo silne dodatnie korelacje pomiędzy czynnikami a cechami decydującymi o produktywności roślin. Ładunki przy cechach odpowiadających za wzrost i rozwój roślin miały podobne wartości w obu grupach, wykazując silną dodatnią korelację w stosunku do składowych.

Tabela 4

Współczynniki korelacji składowych głównych dla różnych form kolekcyjnych
Correlation coefficients of principal components for different collection forms

Cecha Trait	Formy kolekcyjne soi wczesnie dojrzewające Early maturing soybean collection forms				
	składowe główne principal components				
	I	II	III	IV	V
% zmienności ogólnej % variability	27,06	13,72	12,50	10,17	10,99
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)					-0,88
Długość okresu wegetacji (dni) Vegetation period length (days)		0,50			0,60
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)				0,75	
Plon z 1000 roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)					
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	-0,46		-0,49		
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)			0,82		
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)		0,70			
Wysokość osadzania I-go strąka (cm) Height of the lowest pod (cm)		0,83			
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	0,88				
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,93				
Masa nasion z rośliny (g) Weight of seeds per plant (g)	0,96				
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)				-0,73	
Współczynnik biologiczny plonu Harvest index	0,75				

c.d. Tabela 4

Cecha Trait	Formy kolekcyjne soi późno dojrzewające Late maturing soybean collection forms				
	składowe główne principal components				
	I	II	III	IV	V
% zmienności ogółnej % variability	23,12	11,50	12,48	11,71	15,37
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)				0,75	
Długość okresu wegetacji (dni) Vegetation period length (days)					0,68
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)					0,70
Plon z 1000 roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)				0,64	
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)			-0,77		
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)			0,80		
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)		0,71			
Wysokość osadzania. I-go strąka (cm) Height of the lowest pod (cm)		0,82			
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	0,89				
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,95				
Masa nasion z rośliny (g) Weight of seeds per plant (g)	0,94				
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)					-0,53
Współczynnik biologiczny plonu Harvest index					-0,71

Wśród form późnych istniała silniejsza ujemna zależność między składową a zawartością białka w nasionach. Dla zawartości tłuszczu w nasionach zależności te przedstawiały się na tym samym poziomie jak u form wczesnych. Wyniki analizy czynnikowej wykonanej w obrębie poszczególnych skupień form wczesnych kolekcji soi przedstawia tabela 5.

W wymienionych wczesnych grupach kolekcji soi składowe główne związane z cechami produktywności wyjaśniały w największym stopniu całkowitą zmienność analizowanych cech. W nieco niższym stopniu zmienność ogólną wyjaśniały składowe będące miarami cech związanych z rozwojem i wzrostem roślin. Czynniki, które były miarami cech związanych z jakością nasion, czyli zawartością białka i tłuszczu wyjaśniały zmienność w najmniejszym stopniu. Odmienne wartości miały czynniki w grupie V, wyróżnionej wcześniej w analizie skupień. Każdy z trzech wyznaczonych czynników z tej grupy wyjaśniał w ponad 30% zmienność ogólną badanych cech. Pierwszy tłumaczył ponad третią część zmienności i wykazywał bardzo silną ujemną korelację z cechami produktywności. W pozostałych grupach czynniki miały z tymi cechami bardzo silną dodatnią korelację. Dwa pozostałe czynniki, będące miarami cech związanych z jakością, rozwojem i wzrostem roślin, posiadały podobne ładunki do składowych z innych grup tej

formy. Analizując wartości ładunków we wszystkich skupieniach stwierdzono, że najwyższe, bardzo silne dodatnie korelacje występowały przy cechach związanych z produktywnością roślin. Porównując czynniki i ładunki oraz współczynniki korelacji w skupieniach form wczesnych, można stwierdzić, że grupa I, charakteryzująca się wysoką masą tysiąca nasion, wysoką zawartością białka w nasionach oraz niskim plonem, była najbardziej reprezentatywną do całej zbiorowości form wczesnych.

Wyniki analizy czynnikowej wykonanej dla skupień form późnych kolekcji soi przedstawiono w tabeli 6. Składowe główne w obrębie czterech skupień form późnych wyjaśniały zmienność całkowitą w podobnym stopniu jak w poprzednio ocenianych zbiorach.

Tabela 5

Współczynniki korelacji składowych głównych w grupach dla wczesnych form soi
Correlation coefficients of principal components in groups for early soybean forms

Cecha Trait	Grupa I Group I					Grupa II Group II				
	składowe główne principal components					składowe główne principal components				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
% zmienności ogólnej % variability	25,31	17,58	15,81	12,24	12,70	31,22	15,19	14,30	12,27	10,54
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)				0,71					0,86	
Długość okresu wegetacji (dni) Vegetation period length (days)		-0,74					0,54		-0,70	
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)				0,92					-0,73	
Plon z 1000 roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)			0,61							0,82
Zawartość białka w nasionach Protein content in seeds (%)			-0,89							0,69
Zawartość tłuszczu w nasionach Oil content in seeds (%)			0,77					0,76		
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)		-0,92					0,84			
Wysokość osadzania I-go strąka Height of the lowest pod (cm)		-0,77					0,86			
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	0,96					0,91				
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,98					0,97				
Masa nasion z rośliny (g) Weight of seeds per plant (g)	0,96					0,97				
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)					0,92			0,75		
Współczynnik biologiczny plonu Harvest index					0,66	0,92				

c.d. Tabela 5

Cecha Trait	Grupa III Group III					Grupa IV Group IV				Grupa V Group V		
	składowe główne principal components					składowe główne principal components				składowe główne principal components		
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3
% zmienności ogólnej % variability	24,51	15,61	15,22	11,01	9,49	24,47	17,73	15,78	10,17	35,09	30,54	31,31
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)							-0,70			0,74	-0,61	
Długość okresu wegetacji (dni) Vegetation period length (days)		0,88					0,73					0,90
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)		0,89						0,57	0,59		0,86	
Plon z 1000 roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)				0,47	-0,59		-0,73					-0,98
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)			-0,83									0,94
Zawartość tłuszczu w nasionach Oil content in seeds (%)			0,85				-0,78	0,51		0,90		
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)				0,79				0,55			0,97	
Wysokość osadzania I-go strąka Height of the lowest pod (cm)					0,86						0,85	
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	0,94					0,93						0,85
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,91					0,94				-0,99		
Masa nasion z rośliny (g) Weight of seeds per plant (g)	0,96					0,95				-0,98		
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	0,55			-0,49					-0,86		0,83	
Współczynnik biologiczny plonu Harvest index								-0,83		-0,98		

Największy udział w zmienności ogólnej cech miały składowe związane z cechami produktywności. Niższy udział w wyjaśnianiu zmienności ogólnej wykazywały składowe odpowiadające za cechy jakościowe nasion oraz składowe będące miarami cech związanych z rozwojem i wzrostem roślin. W obrębie czterech skupień stwierdzono bardzo silne dodatnie korelacje, pomiędzy czynnikami a cechami decydującymi o produktywności roślin. Ładunki przy cechach związanych ze wzrostem i rozwojem roślin oraz jakością nasion różniły się w poszczególnych grupach. Porównanie czynników i ładunków w omawianych skupieniach form późnych można stwierdzić, że grupa III była najbardziej reprezentatywną do całej zbiorowości form późnych. Obiekty z tej grupy cechowała wysoka zawartość białka w nasionach oraz wysoka masa tysiąca nasion (Osińska i Laudański, 2001).

Tabela 6

Współczynniki korelacji składowych głównych w grupach dla późnych form soi
Correlation coefficients of principal components in groups for late forms of soybean

Cecha Trait	Grupa I Group I					Grupa III Group III			
	składowe główne principal components					składowe główne principal components			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
% zmienności ogólnej % variability	22,99	18,23	14,68	12,17	12,34	28,01	14,47	18,48	11,80
Odporność na wyłeganie (°) Resistance to lodging (°)			0,85						
Długość okresu wegetacji (dni) Growth period length (days)		0,79							
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)		0,77							0,80
Plon z 1000 roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)			0,69			0,61			
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)					-0,67			-0,81	
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)					0,87			0,88	
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)			-0,66				0,79		
Wysokość osadzania I-go strąka (cm) Height of the lowest pod (cm)							0,87		
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	0,95					0,95			
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,90					0,92			
Masa nasion z rośliny (g) Weight of seeds per plant (g)	0,86			0,94		0,86			
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)						-0,66			
Współczynnik biologiczny plonu Harvest index									

c.d. Tabela 6

Cecha Trait	Grupa IV Group IV					Grupa V Group V			
	Składowe główne Principal components					Składowe główne Principal components			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
% zmienności ogólnej % variability	23,24	19,58	14,62	11,29	11,14	32,62	12,64	12,78	12,93
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)					0,90			0,83	
Długość okresu wegetacji (dni) Growth period length (days)		0,59	0,62				0,85		
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)		0,82					0,63		
Plon z 1000 roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)			0,64		0,49			0,81	
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)		0,82				-0,70			
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)			0,65			0,67			
Wysokość roślin (cm) Height of plants (cm)				0,78					0,55
Wysokość osadzania I- go strąka Height of the lowest pod (cm)			0,73						0,76
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	0,97					0,91			
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,97					0,96			
Masa nasion z rośliny (g) Weight of seeds per plant (g)	0,94					0,94			
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)				0,85					0,69
Współczynnik biologiczny plonu Harvest index		-0,82							

WNIOSKI

1. Wykazano bardzo silne zależności liczby nasion i liczby strąków z masą nasion z rośliny.
2. Cechy związane z produktywnością roślin w największym stopniu wyjaśniały całkowitą zmienność form kolekcyjnych soi.
3. Metody analizy korelacji i analizy czynnikowej w połączeniu z metodami ANOVA i analiza skupień, można polecać jako standardowe postępowanie przy ocenie materiałów kolekcyjnych.

LITERATURA

- Anonim 1997. Statistica Pl dla Windows. Tom I: Ogólne konwencje i statystyki I. StatSoft, Kraków.
- Boros L., Szyrmer J., Sawicki J. 1996. Wartość użytkowa odmian wyhodowanych w IHAR Radzików. Biul. IHAR 198: 97 — 95.
- Ibupoto A. A., Kotecki A. 1994. Wpływ doglebowego nawożenia azotem i dolistnego mikroelementami na rozwój i plonowanie soi odmiany Polan. Część II. Cechy struktury plonu i plonowania. Biul. IHAR 190: 153 — 159.
- Kęsik T., Konopiński M. 1996. Wpływ zróżnicowania uprawy przedsiewnej roli, dawek azotu i dokarmiania dolistnego, mocznikiem na plonowanie soi uprawnej. Mat. konf. Strączkowe Rośliny Białkowe. II Soja. AR, Lublin: 170 — 177.
- Łykowski B. 1984. Warunki klimatyczne rozwoju i plonowania soi w Polsce. Rozprawy Naukowe i Monografie. SGGW 41: 1 — 84.
- Morrison D. F. 1990. Wielowymiarowa analiza statystyczna. PWN, Warszawa.
- Osińska A., Laudański Z. 2001. Metody statystyczne w ocenie materiałów kolekcyjnych soi. Część I. Analiza porównawcza cech użytkowych form kolekcyjnych soi. Biul. IHAR 220: 247— 261.
- Szyrmer J., Federowska B. 1975. Kierunki badań i hodowli roślin soi. Biul. IHAR126/127: 3 —7.
- Szyrmer J., Boros L. 1996. Postęp w krajowej hodowli soi. Mat. konf. Strączkowe Rośliny Białkowe. II Soja.: 7 — 17.
- Trętowski J. Wójcik A. R. 1988. Metodyka doświadczeń rolniczych. WSRP Siedlce.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczalnictwie. PWN, Warszawa.
- Zieliński T. 1999. Jak pokochać statystykę, czyli statystyka do poduszki. StatSoft, Kraków.

HELENA POKOJSKA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ jakości nasion bobiku (*Vicia faba* L.) na wschody polowe, plon, jego strukturę i jakość zebranych nasion

**Effect of quality of faba bean (*Vicia faba* L.) seed on field emergence,
seed yield, yield structure and quality of harvested seeds**

Celem badań było określenie wpływu jakości nasion bobiku, odmiany Tom i rodu STH 494 (obecnie odmiana Titus), użytych do siewu, na wschody polowe, plon, jego strukturę i jakość zebranych nasion. Nasiona poddane starzeniu (1, 2 i 3 dni w 45–47° C) i nie poddane starzeniu wysiano w roku 1998 i 1999 w polu Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Stwierdzono, że procent wschodów polowych malał wraz ze wzrostem stopnia degradacji, a w roku 1999 stwierdzono też nierównomierność wschodów oraz mniejszą suchą masę łodygi. Obniżenie jakości nasion spowodowało również zmniejszenie plonu nasion z rośliny, szczególnie znaczne w przypadku nasion poddanych starzeniu 3 dni (o 25 i 40%, zależnie od roku), w porównaniu z nasionami nie poddanymi starzeniu. Spadek plonu związany był z mniejszym ostrąceniem roślin wyrosłych z nasion o niższej jakości. Jakość wysianych nasion nie miała wpływu na jakość nasion zebranych z roślin w pokoleniu następnym.

Słowa kluczowe: bobik, jakość nasion, kielkowanie, plon nasion, struktura plonu, wigor nasion, wschody polowe

The objective of this study was to determine the effect of initial seed quality on field emergence, yield, yield components and seed quality of the next generation of faba bean, variety Tom and strain STH 494 (now variety Titus). Artificially aged seeds (0, 1, 2, 3 days at 45–47°C) were planted in 1998 and 1999 in the field at Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzików. Percent emergence decreased with increasing seed deterioration, and in 1999 slower rate of emergence and less top growth was observed. Decreasing seed quality culminated in lower yield, substantial for seeds aged for 3 days (by 25 and 40%, respectively in 1998 and 1999), comparing to non-aged material. Decreased seed yield was attributed to fewer pods produced per plant. There were no differences between quality of seeds harvested from plants derived from artificially aged and non-aged seeds.

Key words: faba bean, field emergence, germination, seed quality, seed vigour, seed yield, yield structure

WSTĘP

Zdolność kiełkowania i wigor nasion mają wpływ na wschody, wzrost siewek oraz plon. Związek wigoru nasion z plonem jest oczywisty i wyraźny wówczas, gdy wskutek niekorzystnych (stresowych) warunków środowiska nasiona o niskim wigorze powschodzą źle, a obsada poniżej krytycznego poziomu na jednostce powierzchni jest przyczyną obniżki plonu (Willey i Heath, 1969). W innych przypadkach wpływ wartości siewnej nasion na plon może nie być tak oczywisty i jednoznaczny. TeKrony i Egli (1991) zestawiając wyniki badań, w których wykluczono wpływ obsady roślin na plon, wykazali, że większy jest wpływ wigoru nasion na plon roślin, które zbiera się w fazie wegetatywnej (np. sałata, marchew), czy w fazie wczesnego rozwoju generatywnego (np. pomidory, zielony groszek) niż w przypadku roślin, których plon zbiera się w pełnej dojrzałości (np. zboża, strączkowe). Wyniki nielicznych eksperymentów na roślinach strączkowych wskazują jednak, że nie jest on wykluczony (Abdala i Roberts, 1969; Rodriguez i McDonald, 1989).

Celem tej pracy było poszukiwanie zależności pomiędzy jakością nasion bobiku użytego do siewu a plonem, jego strukturą i jakością zebranych nasion.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były nasiona odmiany Tom (o tradycyjnym typie wzrostu) i nasiona rodu STH 494 (o zdeterminowanym typie wzrostu), wyprodukowane w 1997 roku w Zakładzie Doświadczalnym Strzelce. Materiał ten charakteryzował się wysoką wartością siewną, mierzoną zdolnością kiełkowania i wigorem nasion po zbiorze. Doświadczenie prowadzono w latach 1998 i 1999. W roku 1998 do badań zastosowano nasiona przechowywane od zbioru do wysiewu w warunkach magazynowych, zaś do doświadczenia w 1999 te same nasiona, przechowane w temperaturze 1° C. W celu otrzymania materiału o zróżnicowanej jakości, nasiona poddano sztucznemu starzeniu metodą kontrolowanej deterioracji, polegającej na jednoczesnym zastosowaniu wysokiej temperatury i wysokiej wilgotności nasion, jako czynników powodujących deteriorację (ISTA, 1995). Uzyskano cztery poziomy degradacji poprzez inkubację wilgotnych (16%) nasion w 45° C w roku 1998 i w 47° C w roku 1999, przez 0, 1, 2 i 3 dni. Wyjściowa wilgotność nasion wynosiła 13%. Pożądany poziom 16% uzyskano metodą dodania do nasion wyliczonej ilości wody, po czym nasiona przechowywano w temperaturze 10° C przez 24 h w celu wyrównania ich wilgotności (ISTA, 1995).

W laboratorium określono jakość uzyskanych w wyżej opisany sposób partii nasion, ich zdolność kiełkowania i wigor. Zdolność kiełkowania badano testem oceny zdolności kiełkowania (ISTA, 1996). Wysiano 4 x 25 nasion w rulonach z bibuły i poddano kiełkowaniu przez 14 dni w temperaturze 20° C, po czym określono procent siewek normalnych, tj. procent zdolności kiełkowania.

Ocenę wigoru przeprowadzono metodą elektroprzewodnictwa i metodami wzrostowymi: testem oceny siewek i testem szybkości wzrostu siewek (ISTA, 1995).

Test elektroprzewodnictwa obejmował dwa pomiary elektroprzewodnictwa eksudatów, uzyskanych po moczeniu dwóch próbek po 50 sztuk nasion w 250 ml dejonizowanej wody przez 24 h w temperaturze 20° C.

Test oceny siewek polegał na wysiewie 4 x 25 nasion w rulonach z bibuły i kiełkowaniu w świetle, w temperaturze 20° C przez 10 dni. Po upływie tego czasu przeprowadzono klasyfikację siewek na normalne i nienormalne, po czym siewki normalne podzielono na dwie grupy: wigorowe i słabo wigorowe.

Test szybkości wzrostu siewek wykonano w 4 powtórzeniach po 25 sztuk nasion, kiełkując nasiona w rulonach z bibuły przez 14 dni w ciemności, w temperaturze 20° C. Określono siewki normalne i oznaczono ich suchą masę. Materiał suszono w temperaturze 80° C przez 24 h, wyniki podano w mg/siewkę.

W doświadczeniu polowym oceniano wschody polowe, plon z rośliny, liczbę strąków z rośliny, liczbę nasion w strąku i masę jednego nasienia. Nasiona wysiewano w polu ręcznie, w rzędach 4-metrowych, o rozstawie 30 cm, w sześciu powtórzeniach po 100 szt. nasion, metodą bloków losowych.

W roku 1998 wysiew nastąpił 23 kwietnia, wschody liczono sześć razy (7, 11 14, 18 i 20 maja) do uzyskania stałej liczby siewek. Po określeniu wschodów obsadę roślin doprowadzano do wymaganej dla typu wzrostu odmiany: tradycyjnej — 50 roślin/m² i zdeterminowanej — 70 roślin/m², poprzez losowe usunięcie nadmiaru roślin. Zastosowano oprysk Decisem (18 maja) i Karate (27 maja) przeciwko oprzędzikowi. Strąki zbierano ręcznie 24–28 sierpnia, suszono, łuskano i oznaczano wilgotność metodą suszarkową (ISTA, 1996).

W roku 1999 nasiona wysiano 13 kwietnia. Wschody liczono sześć razy (29 kwietnia, 1, 3, 5, 7 i 10 maja) do uzyskania stałej liczby siewek. Po określeniu wschodów obsadę roślin doprowadzano, tak jak w roku poprzednim, do wymaganej dla typu wzrostu odmiany. Oprysk Decisem wykonano 19 maja i Karate 27 maja przeciwko oprzędzikowi. Strąki zebrano 3–4 sierpnia, suszono, wyłuskano i oznaczono wilgotność metodą suszarkową (ISTA, 1996).

Plon nasion określono przy wilgotności 15%. Masę jednego nasienia określono na podstawie masy 1000 nasion oznaczonej wg PN (1994). Liczbę nasion z rośliny obliczono przez podzielenie plonu z rośliny przez masę jednego nasienia.

W roku 1999 wykonano dodatkowo badanie wzrostu roślin. W rzędach długości 4 m i rozstawie 30 cm wysiano dnia 13 kwietnia w trzech powtórzeniach po 50 nasion każdej odmiany i różnego stopnia zesterzenia. Po ustaleniu się liczby wschodów, 12 maja zebrano całe rośliny (15 roślin z każdego powtórzenia) i oznaczono suchą masę łodygi i korzeni, susząc w temperaturze 80° C przez 52 h.

Do obliczeń statystycznych zastosowano analizę wariancji ANOVA. Podziału średnich na grupy jednorodne dokonano przy zastosowaniu testu Tukeya.

WYNIKI

Jakość materiału wyjściowego

W tabeli 1 zestawiono wyniki oceny jakości materiału wyjściowego: nie poddanego starzeniu (0 dni inkubacji) oraz poddanego starzeniu (1, 2 i 3 dni inkubacji). Zdolność kiełkowania obu genotypów w obu latach kształtowała się na dosyć wysokim poziomie (77–99%) i malała w miarę starzenia nasion. Szczególnie w drugim roku badań stwierdzono istotne różnice w zdolności kiełkowania nasion poddanych starzeniu przez okres 3 dni, w przypadku odmiany Tom, a w przypadku STH 494 zależność od stopnia zestarzenia była nawet wyraźniejsza.

Wigor tych nasion wyrażony trzema parametrami: procentem siewek wigorowych, suchą masą siewek i elektroprowadnictwem był różny dla lat badań i genotypów (tab. 1).

Tabela 1

Zdolność kiełkowania i wigor materiału wyjściowego
Germination and vigour of initial material

Genotyp i dni starzenia Genotype and days of ageing	Zdolność kiełkowania (%) Germination (%)	Siewki wigorowe (%) Vigorous seedlings (%)	Sucha masa siewek (mg/siewkę) Seedling dry matter (mg/seedling)	Elektroprowadnictwo ($\mu\text{Sg}^{-1}\text{cm}^{-1}$) Conductivity ($\mu\text{Sg}^{-1}\text{cm}^{-1}$)
rok/year 1998				
Tom				
0	96	41	144	13 a
1	92	46	133	16 b
2	77	46	145	18 b
3	82	35	133	15 c
STH 494				
0	96	45 c	149 b	13 a
1	87	24 b	131 b	18 b
2	87	13 ab	102 a	18 b
3	80	2 a	95 a	24 c
rok/year 1999				
Tom				
	97 b	90 d	151 b	12 a
1	95 b	77 c	153 b	15 b
2	96 b	70 b	122 a	19 c
3	79 a	65 a	127 a	20 d
STH 494				
0	99 c	84 c	160 b	15 a
1	95 bc	88 d	163 b	18 b
2	86 ab	70 b	144 ab	24 c
3	79 a	60 a	128 a	28 d

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($P = 0,05$)

Means in rows followed by the same latter are not significantly different ($P = 0.05$)

W roku 1998 dla odmiany Tom istotnie zróżnicowany wigor ujawnił tylko test elektroprowadnictwa, natomiast w przypadku rodu STH 494 stwierdzono obniżanie wigorów w miarę zestarzenia, udokumentowane wynikami wszystkich zastosowanych testów wigorowych. W drugim roku badań uzyskano materiał bardziej zróżnicowany pod względem wigorów. W roku

tym, zarówno w przypadku odmiany Tom, jak i rodu STH 494, wyniki uzyskane za pomocą trzech testów wigorowych wykazały istotne różnice między materiałem o różnym stopniu zesterzenia. Zwłaszcza wigor nasion poddanych starzeniu przez 2 i 3 dni był jednoznacznie niższy od wyjściowego, co zostało udokumentowane wynikami oceny trzema testami wigorowymi: procent siewek wigorowych był niższy o 25–35% w porównaniu z materiałem nie poddanym starzeniu, masa siewki była niższa o 20%, a test elektroprzewodnictwa wykazał według standardów Kantar i Hebblethwaite (1992), niski wigor tych nasion.

Wschody polowe

Wschody polowe (tab. 2) kształtowały się w zakresie 71–98 % (tab. 2). We wszystkich przypadkach stwierdzono różnice między materiałem o różnym stopniu zesterzenia. Najlepiej powchodziły nasiona, których nie poddano starzeniu: dla odmiany Tom 93% (1998) i 98% (1999) i dla rodu STH 494 92 i 98%, odpowiednio w latach 1998 i 1999. Zdecydowanie gorsze były wschody nasion obu genotypów poddanych starzeniu przez 2 i 3 dni.

Tabela 2

Wschody polowe Field emergence				
Genotyp i dni starzenia Genotype and days of ageing	Rok/Year			
	1998		1999	
	(%) wschodów Percentage of emergence			
	I ¹⁾	II ²⁾	I ¹⁾	II ²⁾
Tom				
0	81 b	93 b	69 bc	98 b
1	77 b	85 ab	81 c	97 b
2	56 a	74 a	41 ab	89 a
3	68 ab	78 a	18 a	86 a
STH 494				
0	80 b	92 b	82 b	98 c
1	66 ab	78 a	64 b	95 c
2	65 ab	79 a	41 a	89 b
3	57 a	71 a	26 a	81 a

¹⁾ — liczenie po 2 tygodniach od siewu ¹⁾ — counting two weeks after sowing

²⁾ — liczenie końcowe ²⁾ — final counting

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (P = 0,05)

Means in rows followed by the same latter are not significantly different (P = 0.05)

Tabela 3

Sucha masa roślin zebranych 30 dnia po siewie Dry weight of plants 30 days after sowing		
Dni starzenia Days of ageing	Łodyga (mg) Shoot (mg)	Korzeń (mg) Root (mg)
0	0,265 b	0,102
1	0,265 b	0,098
2	0,230 a	0,094
3	0,202 a	0,095

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie (P = 0,05)

Means in rows followed by the same latter are not significantly different (P = 0.05)

Jednocześnie, w drugim roku badań, nasiona o obniżonym wigorze wskutek zezarzenia zareagowały opóźnionymi i nierównomiernymi wschodami. Różnica w procencie wschodów liczonych po 14 dniach od siewu, między materiałem nie poddanym starzeniu, a nasionami poddanymi starzeniu przez 3 dni wynosiła dla odmiany Tom — 51, a dla rodu STH 494 — 56. Przeprowadzone w tymże roku badania wzrostu roślin wykazały różnice w suchej masie łodygi na niekorzyść nasion o obniżonym wigorze (tab. 3.) Sucha masa łodygi roślin wyrosłych z nasion poddanych starzeniu przez 2 i 3 dni była istotnie niższa od suchej masy łodygi roślin wyrosłych z nasion nie poddanych starzeniu i po 1 dniu starzenia. Nie stwierdzono natomiast różnic w suchej masie korzeni.

Plon, jego struktura oraz jakość biologiczna nasion

W przypadku odmiany Tom zarówno w pierwszym, jak i w drugim roku badań, nie stwierdzono istotnych różnic między plonem nasion uzyskanym z roślin wyrosłych z nasion o różnym stopniu zezarzenia. Jest to wyraźne szczególnie w pierwszym roku badań. Plon nasion z rośliny kształtował się w granicach 10,1–12,0 g, nie stwierdzono też istotnych różnic w liczbie strąków, masie jednego nasienia i w liczbie nasion w strąku (tab. 4). W drugim roku badań plon nasion z roślin wyrosłych z materiału poddanego starzeniu przez 3 dni był o 38% niższy w porównaniu z materiałem nie poddanym starzeniu, jednak różnica ta nie została udowodniona statystycznie. Nieistotne okazały się też różnice w elementach struktury plonu.

Tabela 4

Plon i jego struktura Seed yield and yield components

Genotyp i dni starzenia Genotype and days of ageing	Plon nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	Liczba strąków z rośliny Pod number per plant	Masa nasienia (g) Seed weight (g)	Liczba nasion w strąku Seed number in pod
rok/year 1998				
Tom				
0	11,5	8,2	531	2,6
1	10,1	8,2	523	2,4
2	12,0	8,1	519	2,9
3	11,4	8,2	530	2,5
STH 494				
0	8,4 b	7,7 b	457	2,4
1	6,9 ab	7,6 b	420	2,2
2	6,9 ab	7,2 ab	437	2,3
3	6,2 a	5,7 a	423	2,6
rok/year 1999				
Tom				
0	12,8	6,9	532	3,5
1	9,7	5,8	503	3,2
2	10,3	6,5	524	2,9
3	8,0	7,1	534	2,3
STH 494				
0	9,0 b	7,2 b	519 ab	2,3
1	7,3 b	5,5 ab	503 a	2,6
2	7,4 b	5,3 ab	516 ab	2,6
3	5,4 a	4,0 a	526 b	2,5

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($P = 0,05$)

Means in rows followed by the same letter are not significantly different ($P = 0.05$)

W przypadku rodu STH 494 w obu latach badań plon nasion z rośliny zmniejszał się w miarę wzrostu stopnia zesterzenia. W roku 1998 dla nasion poddanych starzeniu przez 3 dni spadek plonu w porównaniu z materiałem nie poddanym starzeniu wyniósł 25%, a w roku 1999–40%. Liczba strąków z rośliny była również istotnie niższa od liczby strąków uzyskanych z materiału nie poddanego deterioracji.

Wyniki oceny jakości zebranych nasion zestawiono w tabeli 5. W roku 1998 zdolność kiełkowania nasion zebranych z roślin wyrosłych z materiału siewnego o różnym stopniu zesterzenia była w granicach 81–94% (różnice nieistotne). Wigor nasion wyrażony procentem siewek wigorowych dla obu genotypów i wszystkich stopni zesterzenia był zbliżony i wynosił 30–48%. Sucha masa siewek u obu genotypów kształtowała się na podobnym poziomie: 105–139 mg/siewkę u odmiany Tom i 114–141 mg/siewkę u rodu STH 494 i nie zależała od stopnia zesterzenia. Wyniki pomiarów elektroprowadnictwa dla obu genotypów i wszystkich stopni zesterzenia zawierały się w granicach 4–9 $\mu\text{Sg}^{-1}\text{cm}^{-1}$, co wg standardów Kantar i Hebblihtweite (1992) kwalifikuje nasiona jako wysokowigorowe.

Tabela 5

Zdolność kiełkowania i wigor nasion zebranych
Germination and vigour of harvested seeds

Genotyp i dni starzenia Genotype and days of ageing	Zdolność kiełkowania (%) Germination (%)	Siewki wigorowe (%) Vigorous seedlings (%)	Sucha masa siewki (mg) Seedling dry matter (mg)	Elektroprowadnictwo ($\mu\text{Sg}^{-1}\text{cm}^{-1}$) Conductivity ($\mu\text{Sg}^{-1}\text{cm}^{-1}$)
rok/year 1998				
Tom 0	85	48	105	5
1	88	43	119	5
2	86	38	116	4
3	94	45	139	5
STH 494 0	87	40	128 b	8
1	87	37	114 a	8
2	88	30	135 ab	9
3	81	34	141 b	8
rok/year 1999				
Tom 0	99	92	212	11
1	98	77	203	11
2	91	76	194	9
3	100	87	202	10
STH 494 0	97	92	149	12
1	96	86	157	12
2	96	79	147	12
3	97	81	156	12

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ($P = 0,05$)

Means in rows followed by the same latter are not significantly different ($P = 0.05$)

Zdolność kiełkowania nasion zebranych w 1999 roku była wyższa niż w roku poprzednim i dla obu genotypów zbliżona. U odmiany Tom kształtowała się w zakresie 91–100%, a u STH 494 wynosiła 96–97% i nie zależała od stopnia zesterzenia materiału wyjściowego. Wigor nasion, wyrażony procentem siewek wigorowych, kształtował się dla

obu genotypów na zbliżonym poziomie (76–92%), jednak w przypadku STH 494 wystąpiły istotne różnice, w zależności od tego, z jakiego materiału pochodziły nasiona. Procent siewek wigorowych wyrosłych z nasion pochodzących z materiału poddanemu starzeniu przez 2 i 3 dni był istotnie niższy od procentu siewek wigorowych pochodzących z materiału nie poddanego starzeniu. Nie stwierdzono wpływu stopnia zesterzenia materiału wyjściowego na suchą masę siewek wyrosłych z zebranych nasion. Była ona wyższa niż w roku poprzednim i wynosiła 194–212 mg/siewkę dla odmiany Tom i 147–157 mg/siewkę dla rodu STH 494. Wyniki pomiarów elektroprzewodnictwa okazały się również niezależne od stopnia zesterzenia materiału wyjściowego. Stwierdzono wysoki wigor nasion odmiany Tom i średni rodu STH 494.

DYSKUSJA

Standardowy test oceny zdolności kiełkowania i testy oceny wigoru wykazały, że istnieją istotne różnice w jakości nasion przygotowanych do badań, z wyjątkiem nasion odmiany Tom, które w roku 1998 poddane starzeniu nie uległy istotnemu zróżnicowaniu pod względem jakości. Nasiona rodu STH 494 uległy istotnemu zróżnicowaniu przy zastosowaniu podanych warunków. Można przypuszczać, że różna reakcja nasion badanych genotypów na warunki starzenia mogła być spowodowana, obok różnic genetycznych, przeszłością nasion, kształtowaną przez różne czynniki, występujące w czasie produkcji i obróbki. Stan wyjściowy nasion mógł zaważyć na reakcjach biochemicznych, zachodzących w nasionach w czasie procesu starzenia (Perl i in., 1978). W przypadku rodu STH 494 temperatura 45° C była wystarczająca dla zróżnicowania jakości, a w przypadku odmiany Tom okazała się za niska. Zastosowane w roku 1999 podwyższenie temperatury o 2° C dało oczekiwane zróżnicowanie jakości dla obu genotypów.

Konsekwencją obniżonego wigoru nasion była redukcja wschodów polowych (nawet o 21%). Również Rodriguez i McDonald (1989) stwierdzili dla fasoli, że procent wschodów zmniejszał się wraz ze wzrostem degradacji. Dodatkowo, w drugim roku badań, nasiona o obniżonym wigorze zareagowały nierównomiernymi wschodami. Różnica w procencie wschodów, liczonych po 14 dniach od siewu, między materiałem nie poddanym i poddanym starzeniu, wynosiła 51 dla odmiany Tom i 56 dla rodu STH 494. Przeprowadzone w tymże roku badania wzrostu roślin, w 30 dni po siewie, wykazały również różnice w suchej masie łodygi na niekorzyść nasion o obniżonym wigorze. Nie stwierdzono różnic w suchej masie korzeni. Smith i Ellis (1980) dla sztucznie zesterzanych nasion soi stwierdzili również opóźnienie wschodów i obniżenie suchej masy łodygi. Badania Rodrigueza i McDonalda (1989) z fasolą wykazały, że jakość nasion miała istotny wpływ na dalszy rozwój rośliny zarówno na suchą masę łodygi, jak i korzeni oznaczaną w trzech stadiach rozwojowych rośliny.

Brak związku między stopniem zesterzenia, a plonem w przypadku odmiany Tom jest skutkiem, zwłaszcza w pierwszym roku badań, zbyt mało wyraźnego zróżnicowania wigoru, uzyskanego przy zastosowanej metodzie degradacji, która to metoda okazała się bardziej skuteczna dla rodu STH 494. W przypadku tego genotypu plon nasion z rośliny zmniejszał się w miarę wzrostu stopnia zesterzenia i najwyraźniej zaznaczył się dla nasion

poddanych starzeniu przez 3 dni. Spadek plonu w porównaniu z materiałem nie poddanym starzeniu wynosił odpowiednio w latach 25 i 40%. Bezpośrednią przyczyną obniżki plonów było mniejsze ostrączenie roślin wyrosłych z materiału poddanego starzeniu, czyli o niższym wigorze, ponieważ różnice w masie nasion i liczbie nasion w strąku były nieistotne. Wyniki te zgodne są z wynikami uzyskanymi dla bobiku, (Abdala i Roberts, 1969), dla fasoli zwyczajnej (Rodríguez i McDonald, 1989) oraz dla soi (Puteh i in., 1995). We wszystkich tych badaniach, populacja roślin doprowadzana była do optymalnej dla odmiany i jednakowej dla wszystkich kombinacji. Spadek plonu w zależności od jakości nasion wskazuje na to, że korzystny efekt stosowania nasion o wysokiej jakości zaznacza się nie tylko w pożądanym obsadzie roślin i wyrównaniu roślin w łanie, lecz także w maksymalizacji potencjalnego plonu pojedynczej rośliny w polu.

Rodríguez i McDonald (1989) przeprowadzili badania nad fizjologicznymi podstawami spadku plonu fasoli wskutek obniżenia jakości nasion. Stwierdzili oni, że niska jakość nasion miała również wpływ na zmniejszenie liczby brodawek korzeniowych, zmniejszenie ich masy i wiązania N_2 . Obserwowane różnice w fazie rozwoju wegetatywnego i generatywnego roślin wyrosłych z nasion różniących się jakością wiążą oni z ich różną zdolnością tworzenia brodawek korzeniowych i wiązania azotu, sugerując, że było to przyczyną obniżenia masy wegetatywnej roślin oraz plonu nasion. Rennie i Kamp (1984) podkreślają znaczenie wczesnego rozwoju brodawek korzeniowych w dostarczaniu N dla wzrostu i plonu nasion bobiku. Zależność między początkowym szybkim wzrostem roślin soi z nasion o wysokiej jakości i wczesnym brodawkowaniem głównego korzenia stwierdzili również Smith i Ellis (1980). Z powyższego wynika, że wbrew sugestiom (TeKrony i Egli, 1991), że nie ma związku między wigorem, a plonem roślin zbieranych w pełnej dojrzałości, w przypadku roślin strączkowych zależność ta istnieje i jest łączona z różną zdolnością wiązania azotu przez rośliny wyrosłe z nasion o różnej jakości.

Badania wartości biologicznej plonu wykazały, że jakość materiału wyjściowego nie wpłynęła na jakość nasion następnego pokolenia. Wyniki te zgodne są z wynikami uzyskanymi dla soi (Puteh i in., 1995), gdzie kiełkowanie i wigor mierzony testem elektroprzewodnictwa nie zależały od jakości nasion użytych do siewu.

WNIOSKI

1. Wysokość i równomierność wschodów polowych oraz plon nasion bobiku zależały od jakości nasion użytych do siewu. Procent wschodów polowych i plon nasion malały wraz ze stopniem degradacji nasion. Bezpośrednią przyczyną obniżki plonu było zmniejszenie liczby strąków na roślinie.
2. Jakość wysianych nasion nie miała wpływu na jakość nasion zebranych z roślin w pokoleniu następnym.

LITERATURA

- Abdalla F. H., Roberts E. H. 1969. The effect of seed storage conditions on the growth and yield of barley, broad beans, and peas. *Ann. Bot.* 33: 169 — 184.
- International Seed Testing Association, 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd Edition, ISTA,
- International Seed Testing Association, 1996. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. Technol.* Vol. 24. Suppl., Rules.
- Kantar F., Hebblethwaite P. D. 1992. A practical electroconductivity test scale for production of field emergence in faba beans (*Vicia faba* L.) in adverse soil conditions. In: I Conference Européenne Sur Les Proteagineux. *Proc. Angers, France*: 213 — 214.
- Perl M., Luria I., Gelmond H. 1978. Biochemical changes in sorghum seeds affected by accelerated ageing. *J. Exp. Bot.* 29: 497 — 509.
- Puteh A. B., Suleiman I., Chin H. F. 1995. Effect of initial seed quality on yield components, yields and quality of harvested seeds of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Abstracts. 24th ISTA Seed Symposium, Copenhagen, Denmark, June 7–16, 1995: 47.
- Polska Norma. 1994. Materiał siewny. Metody badania nasion. PN-R-65950. Wyd. Norm. ALFA-VERO Sp. z o.o., Warszawa.
- Rennie R. J., Kemp G. A. 1984. ¹⁵N-determined time course for N₂ fixation in two cultivars of field bean. *Agron. J.* 76: 146 — 154.
- Rodriguez A., McDonald M. B., Jr. 1989. Seed quality influence on plant growth and dinitrogen fixation of red field bean. *Crop Sci.* 29: 1309 — 1314.
- Smith R. S., Ellis M. A. 1980. Soybean nodulation as influenced by seedling vigour. *Agron. J.* 72:606 — 608.
- TeKrony D. M., Egli D. B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. *Crop Sci.* 31: 816 — 822.
- Willey R. W., Heath S. B. 1969. The quantitative relationship between plant population and crop yield. *Adv. Agron.* 21: 281 — 231.

KRYSTYNA KOLASIŃSKA**BARBARA WIEWIÓRA**

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ zawartości tanin w nasionach bobiku *Vicia faba* L. na zdolność kiełkowania, wigor, zdrowotność i plon nasion*

The influence of tannin content in faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on germination, vigour, health and yield of seeds

Celem pracy było ustalenie zależności pomiędzy zawartością związków taninowych w nasionach, a zdolnością kiełkowania, wigorem i zdrowotnością oraz określenie wpływu tanin na wschody polowe, zdrowotność i produktywność roślin. Doświadczenia prowadzono z użyciem nasion 6 form bobiku o zróżnicowanej genetycznie zawartości tanin, zebranych w 1998, 1999 i 2000 roku. Wybrano formy niskotaninowe powszechnie uważane za beztaninowe (Caspar i BKSK 1074) o zawartości tanin od 0,03 do 0,14% i wysokotaninowe (Rajan, Titus, Tim, Bronto) o zawartości tanin od 0,88 do 1,69% w suchej masie. W doświadczeniu laboratoryjnym oceniano skład chemiczny, zdolność kiełkowania, wigor i zdrowotność nasion. W warunkach polowych określano wschody, zdrowotność roślin oraz plon nasion i jego strukturę. Nasiona bobiku o śladowej zawartości tanin, zależnie od roku zbioru, kiełkowały słabiej (o około 12%) i słabiej wschodziły w polu (o około 10%) oraz odznaczały się na ogół niższym wigorem niż nasiona o wysokiej zawartości tych związków. Zdrowotność nasion niskotaninowych była słabsza niż wysokotaninowych. Natomiast zdolność kiełkowania ($r = 0,64$) i wigor nasion określony metodą elektroprowadnictwa ($r = -0,59$) oraz w warunkach stresowych cold-testu ($r = 0,52$) były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach. Uzyskane wyniki badań sugerują, że nasiona o zmniejszonej zawartości tanin nie tylko słabiej kiełkują, ale też są mniej odporne na niekorzystne warunki środowiska. Reasumując można stwierdzić, że udział związków taninowych w kształtowaniu zdolności kiełkowania, zdrowotności i odporności nasion bobiku na stresy środowiskowe wydaje się być znaczący, chociaż zależny od roku zbioru.

Słowa kluczowe: bobik, taniny, patogeny, wigor

The aim of the work was to find out the interaction between tannin content and standard germination, vigour and seed health as well as to determine the influence of tannin content in seeds on field emergence, plants health, seed yield and its components. Field and laboratory experiments were performed on six different faba bean genotypes derived from harvests of three consecutive years 1998,

* Praca została wykonana w ramach projektu badawczego Nr 5 PO 6B 06115 finansowanego przez KBN w latach 1998–2001

1999 and 2000. Seeds of low tannin content, commonly considered as tannin less, — from 0,03 to 0,14% (Caspar i BSKS 1074) and high tannin content genotypes — from 0,88 to 1,69% in dry matter (Rajan, Titus, Tim, Bronto) were chosen. In laboratory experiments evaluation of chemical components, standard germination, vigour and seed health was done. In field conditions the number of plant emergence, plants health, yield and their components were determined. Seeds with low tannin content, dependent on year, germinated poorer (circa 12%), showed lower (circa 10%) field emergence, and in general were characterized with lower vigour than high tannin ones. Health status of low tannin content seed was weaker than that of high content. However the results of standard germination ($r = 0,64$), conductivity ($r = -0,59$) and cold-test ($r = 0,52$) significantly correlated with tannin content. The results suggested that the seeds of low tannin content not only germinated poorer but also were less resistant to suboptimal environmental conditions. In conclusion, it may be stated that influence of tannin content on germination, healthy status and tolerance to environmental stress of faba bean seeds seems to be significant with some variation depending on year of harvest.

Key words: faba bean, tannins, pathogens, vigour

WSTĘP

Nasiona roślin strączkowych, w tym bobiku, są tanim źródłem białka roślinnego (Marquardt, 1986; Szyrmer i in., 1990–1994 inf. ustna; Bressani i Elias, 1986). Jednakże obecność w nich substancji antyżywniowych, pogarsza jakość i smak produktów, a ponadto wpływa ujemnie na dobre wykorzystanie składników pokarmowych, głównie białka (Jansman, 1993). Niektóre z nich są związkami termolabilnymi, usuwalnymi w procesie termicznej obróbki kulinarnej (Pastuszewska, 1985). Do takich należą cukrowce z rodziny rafinoz oraz tylko częściowo usuwalne związki taninowe. Taniny stanowią heterogenną grupę związków pochodnych fenoli o zróżnicowanej budowie chemicznej. Nieznany jest bezpośredni wpływ tanin na kiełkowanie, żywotność, wigor i zdrowotność nasion. Wydaje się, że zdjęcie naturalnej „bariery” w postaci związków fenolowych, może przyczyniać się do poprawy wigoru nasion (Boesewinkel i Bouman, 1995). Grzesiuk i Kulka (1981) fenole zaliczają do inhibitorów wzrostu. Jednakże autorzy monografii pt „Seed development and germination” (Kigel, 1995) uważają, że taniny obniżają kiełkowanie nasion poprzez utrudnianie dyfuzji gazów i opóźnianie rozkładu okrywy nasiennych w glebie, ale przypisują im rolę obronną przed szkodnikami (kręgowce, owady, bakterie, grzyby). Inne doniesienia (Bond i Duc, 1993; Hebbliithwaite i Kantor, 1992) wskazują, że nasiona bobiku pozbawione tanin mają częściej uszkodzoną okrywę nasienną, co z kolei może powodować spadek wigoru i zdrowotności nasion oraz obniżać wrażliwość na stresy środowiskowe. Usunięcie tanin wraz z okrywą nasienną, w której głównie są skoncentrowane, nie jest brane pod uwagę ze względu na wysoki koszt tego zabiegu oraz ubytek około 15% masy surowca. Hodowcy dążą do wytworzenia odmian produkujących nasiona o korzystnym składzie chemicznym, pozbawionym substancji antyżywniowych. Ważne jest, aby nowe odmiany charakteryzowała odpowiednio wysoka wartość siewna. Nasiona, z których w trakcie intensywnego procesu hodowlanego wyeliminowano lub obniżono zawartość tanin, mogą różnić się przynajmniej niektórymi cechami wartości siewnej, jak na przykład odpornością na stresy środowiskowe, choroby i szkodniki w porównaniu do nasion zawierających te związki. Zmodyfikowany skład chemiczny nasion wynikający ze zmniejszonej zawartości związków taninowych może zmienić istniejący w

nasieniu układ pozostałych składników chemicznych, co w konsekwencji może istotnie różnicować zdrowotność nasion, szybkość i równomierność kiełkowania oraz wschody polowe roślin. Zakrzewska (1985) wykazała mniejszą odporność na choroby roślin bobiku biało kwitnącego, niskotaninowego, niż kwitnącego kolorowo, taninowego. Istnienie podobnej zależności w odniesieniu do nasion pochodzących z roślin o różnej barwie kwiatów, jest bardzo prawdopodobne. Względy ekonomiczne (wysoka plenność) oraz perspektywa wyhodowania polskich, niskotaninowych lub beztaninowych odmian, były powodem przeprowadzenia badań nad wpływem związków taninowych na wartość siewną nasion bobiku.

Celem pracy było ustalenie zależności pomiędzy zawartością związków taninowych w nasionach a zdolnością kiełkowania, wigorem, zdrowotnością oraz plonem nasion i jego strukturą.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia prowadzono z użyciem nasion 6 form bobiku o genetycznie zróżnicowanej zawartości tanin. Nasiona pochodziły z 1998, 1999 i 2000 roku zbioru. Wybrano formy niskotaninowe, powszechnie uważane za beztaninowe, (Caspar i BKSK 1074) o zawartości tanin od 0,03 do 0,14% oraz odmiany wysokotaninowe (Rajan, Titus, Tim, Bronto) o zawartości tanin od 0,88 do 1,69% w s.m (tab. 1). Zawartość związków taninowych oznaczano metodą wanilinową z użyciem kwasu siarkowego (Kuhla i Emmeier, 1981). W doświadczeniu laboratoryjnym oceniano zdolność kiełkowania, wigor i zdrowotność nasion wg ISTA (1995, 1996). Zdolność kiełkowania nasion oceniano w warunkach standardowych, stosując podłoże z piasku i temperaturę 20° C oraz światło przez 8 godzin na dobę. Wigor nasion mierzono przy użyciu następujących metod: cold-testu, testu Perry'ego, (udział siewek o wysokim i niskim wigorze, pomiar długości siewek i ich suchej masy), metody konduktometrycznej oraz oceniano kiełkowanie nasion w środowisku zakwaszonym do pH 3,4. Kiełkowanie nasion w warunkach suboptymalnych cold-testu przebiegało w ciemności i w temperaturze 10°C przez 5 dni, a przez następne 5 dni na świetle w temperaturze 25° C. Następnie obliczano procent siewek wysoko- i niskowigorowych. Test Perry'ego pozwolił ocenić liczbę siewek wysokowigorowych oraz tempo rozwoju siewek i szybkość gromadzenia w nich suchej masy. Ponadto oceniano wigor nasion metodą pośrednią, poprzez mierzenie przewodności elektrycznej roztworu powstałego po moczeniu nasion. Metoda ta uwzględnia przepuszczalność błon komórkowych, uszkodzenia, mikrouszkodzenia liścieni oraz osi zarodkowej i okrywy nasiennej. Występowanie mikroorganizmów na nasionach bobiku oceniano analizując 100 nasion, odkażanych powierzchniowo w podchlorynie sodu. Nasiona wykładano na płytkach Petriego z podłożem ziemniaczano-agarowym (PDA). Inkubacja przebiegała w stałej temperaturze 18° C i oświetleniu NUV 360 nm przez 12/12 godzin. Następnie przeprowadzano identyfikację mikroorganizmów posługując się opisami zawartymi w opracowaniach: Barnett (1960), Domsch i Gams (1972), Ellis (1971), Kwaśna i wsp. (1991) oraz Malone i Muskett (1997).

Tabela 1

Zawartość związków taninowych w nasionach bobiku w latach 1998, 1999, 2000
Tannin content in faba bean seeds in years 1998, 1999 2000

Odmiana Cultivar	Zawartość tanin Tannin content %		
	1998	1999	2000
Caspar	0,03	0,03	0,04
BKSK 1074	0,03	0,14	0,08
Średnio Mean	0,03	0,09	0,06
Rajan	1,67	1,69	1,00
Titus	1,29	1,06	1,13
Tim	1,14	1,08	1,07
Bronto	1,00	0,88	1,10
Średnio Mean	1,28	1,18	1,08

Doświadczenie polowe założono metodą losowanych bloków. Określano wschody i zdrowotność roślin, zmierzono plon i jego strukturę. Każde poletko o powierzchni 3 m² osłonięto oddzielnym izolatorem. Nasiona zaprawiane Apronem wysiewano w terminie optymalnym dla siewu bobiku (4–6 kwietnia). W czasie wegetacji stosowano typowe nawożenie (10 kg azotu, 80 kg fosforu i 100 kg potasu w czystym składniku w przeliczeniu na 1 ha) oraz ochronę roślin przed szkodnikami i chorobami (Fastac 10EC, Sumilex, Mirage 450 EC, Bravo 500 S.C., Karate 25 WG). W celu zniszczenia chwastów jedno- i dwuliściennych stosowano Targę Super 5EC i Afalon (Zalecenia IOR 1998/99). Notowano temperaturę powietrza i opady atmosferyczne w okresie od zakończenia kwitnienia roślin do zbioru, tj. przez około 2 miesiące w zależności od roku. Oceniano plon nasion z poletka i z 1 rośliny, wysokość roślin, liczbę węzłów owocujących, liczbę strąków i liczbę nasion w 1 strąku. Pomiarów biometrycznych wykonywano na 20 roślinach losowo wybranych z poletka. Uzyskane wyniki zostały porównane statystycznie przy zastosowaniu dwuczynnikowej analizy wariancji i analizy korelacji. Błąd różnicy średnich pomiędzy uzyskanymi wynikami został oszacowany przy zastosowaniu testu Tukeya (Elandt, 1964).

WYNIKI I DYSKUSJA

Zdolność kiełkowania nasion

Zdolność kiełkowania nasion określona w warunkach temperatury optymalnej 20° C (ISTA, 1996) była zróżnicowana w zależności od odmiany i roku zbioru i wynosiła średnio od 60,7% do 96%. Badane próby nasion o wysokiej zawartości tanin osiągały wysokie parametry kiełkowania od 87,8% dla odmiany Rajan do 91,8% dla odmiany Titus, co w porównaniu ze standardami jakości (zdolność kiełkowania > 85% (Dziennik Ustaw, 2001) wskazuje na materiał dobrej wartości siewnej. Słabszą zdolność kiełkowania, niższą niż minimalne wymagania jakościowe, osiągały nasiona o niskiej zawartości tanin — od 74% dla nasion odmiany Caspar do 79,3% dla BKSK. Szybkość kiełkowania, mierzona liczbą normalnie skielkowanych nasion po 4 dniach (energia kiełkowania) była także zdecydowanie słabsza dla nasion o obniżonej zawartości tanin (średnia z 3 lat 6,5%) niż dla nasion

wysokotaninowych (średnia 15,7%). Ponadto nasiona niskotaninowe częściej pleśniały i wydawały siewki zdeformowane, obniżające wskaźnik zdolności kiełkowania, niż nasiona o wysokiej zawartości tego związku (tab. 2).

Tabela 2

Występowanie nasion martwych (%) i siewek nienormalnych (%) podczas oceny zdolności kiełkowania nasion o niskiej i wysokiej zawartości tanin

Dead seeds (%) and abnormal seedlings (%) during germination test of low and high tannin cultivars

Odmiana Cultivar	Nasiona martwe Dead seeds			Siewki nienormalne Abnormal seedlings		
	lata years					
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Caspar	1,3	1,3	6,0	29,3	6,7	33,3
BKSK 1074	0,7	2,7	4,0	22,7	22,7	8,0
Rajan	0,0	0,0	1,3	6,7	5,3	12,0
Titus	0,0	2,7	1,3	4,0	8,0	6,7
Tim	0,0	1,3	1,3	2,7	10,7	5,3
Bronto	0,7	0,0	2,0	14,0	2,7	4,0

NIR $\alpha=0,05$ — dla nasion martwych

LSD $\alpha=0,05$ — for dead seeds

— Dla porównania odmiany w latach = 2,9 — For comparison of cultivar in years = 2,9

— Dla porównania odmian w jednym roku = 3,5 — For comparison of cultivars in the same year = 3,5

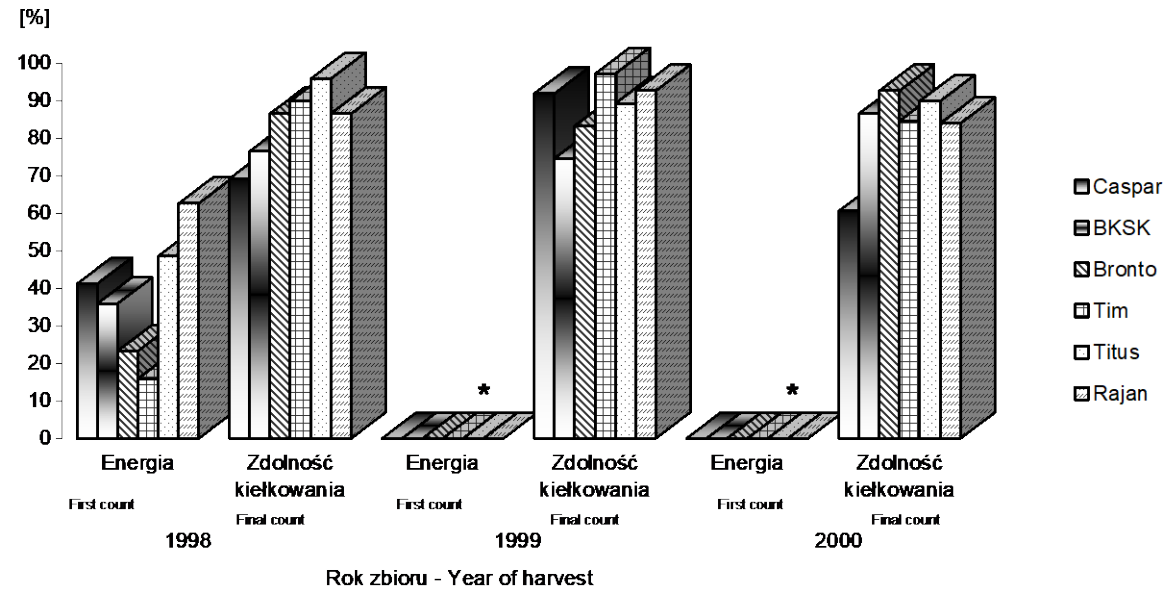
NIR $\alpha=0,05$ — dla siewek nienormalnych

LSD $\alpha=0,05$ — for abnormal seedling

— Dla porównania odmiany w latach = 10,5 — For comparison of cultivar in years = 10,5

— Dla porównania odmian w jednym roku = 13,0 — For comparison of cultivars in the same year = 13,0

Duży udział siewek morfologicznie zdeformowanych i nasion martwych świadczy o niskiej wartości siewnej ocenianych nasion (Kolasińska i Grzelak, 1993). Podczas oceny zdolności kiełkowania nasion niskotaninowych obserwowano dwukrotnie więcej nasion martwych, pleśniejących niż podczas oceny zdolności kiełkowania nasion wysokotaninowych odpowiednio od 0,7 do 6% i od 0 do 2,7%. Stwierdzono trzykrotnie więcej nasion kiełkujących anormalnie w przypadku oceny nasion niskotaninowych niż wysokotaninowych — odpowiednio od 6,7 do 33,3% i 2,7 do 14%. Warunki formowania i dojrzewania nasion okazały się bardzo ważne, bowiem uzyskane wyniki badań istotnie zależały od roku zbioru. Nasiona odmiany Caspar zebrane w 1998 i 2000 roku kiełkowały słabo, poniżej wymagań stawianych dla materiału siewnego bobiku (Dziennik Ustaw, 2001) — odpowiednio 69,3% i 60,7%. Jednakże w 1999 roku zdolność kiełkowania niskotaninowych nasion odmiany Caspar wynosiła aż 92% i była podobna lub wyższa niż zdolność kiełkowania nasion odmian wysokotaninowych. Niskotaninowe nasiona rodu BKSK zebrane w 1998 i 2000 roku osiągały wyższą zdolność kiełkowania niż nasiona odmiany Caspar. Natomiast w 1999 roku zdolność kiełkowania nasion rodu BKSK była niższa niż odmiany Caspar i pozostałych form (rys. 1).



$NIR_{\alpha=0,05}$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru; $LSD_{\alpha=0,05}$ — for interaction cultivar x year

— Dla porównania energii kiełkowania odmian w 1998 roku = 8,2 — For first count of cultivars in 1998 year = 8.2

* — Wyniki dla energii były zerowe; * — Data for first count were 0

— Dla porównania zdolności kiełkowania odmian w jednym roku = 12,1 — For comparison final count of cultivars in the same year = 12.1

— Dla porównania zdolności kiełkowania odmiany w latach = 14,9 — For comparison final count of cultivar in years = 14.9

Rys. 1. Energia i zdolność kiełkowania nasion nisko- i wysokotaninowych pochodzących z trzech lat zbioru

Fig. 1. First and final count in germination test of low and high tannin seeds from three years of harvest

Tabela 3

Warunki środowiska podczas formowania i dojrzewania nasion
Environmental conditions during formation and maturation of seeds

	Rok Year	Temperatura powietrza °C Air temperature °C	Opady (mm) Rainfall (mm)
1998	Średnia dobową Daily mean	19,2	2,2
	Zakres Range	8,6 — 36,0	0,0 — 33,0
	Suma Total	1188,0	175,0
1999	Średnia dobową Daily mean	21,1	2,1
	Zakres Range	10,0 — 31,0	0,0 — 34,0
	Suma Total	1509,0	185,0
2000	Średnia dobową Daily mean	19,2	1,4
	Zakres Range	7,0 — 30,0	0,0 — 11,0
	Suma Total	1212,0	91,4

Tabela 4

Współczynniki korelacji pomiędzy różnymi cechami nasion i zawartością tanin
Correlation coefficients between different seed characters and tannin content

Cechy nasion Seeds characters	Taniny Tannins
Energia First count	0,11
Zdolność kiełkowania Final count	0,64*
Długość epikotyli Epicotyl lenght	0,03
Długość korzenia Root lenght	0,12
Elektroprzewodnictwo Conductivity	-0,59*
Sucha masa siewki Dry weight of seedling	0,32
Wschody polowe Field emergence	0,41
Cold-test Cold-test	0,52*
Test Perry'ego Perry's test	0,41
Kiełkowanie — pH 3,4 Germination — pH 3,4	0,41

n = 18, a dla wschodów polowych 12

n = 18, and for field emergence 12

* Istotne $\alpha = 0,05$;* Significant at $\alpha = 0.05$

W 2000 roku obserwowano prawie dwukrotnie niższe opady w okresie formowania i dojrzewania nasion niż w 1998 i 1999 roku — odpowiednio suma opadów 175 i 185, a w roku 2000 tylko 91,4 mm (tab. 3). Średnie dobowe opady za ten okres wynosiły około 2,2 mm w 1998 i 2,1 mm w 1999 roku, a w roku 2000 — 1,4 mm. Średnia zdolność kiełkowania nasion form niskotaninowych była słabsza, niż uzyskana dla nasion form wysokotaninowych o około 19% w 1998 roku i około 13% w 2000 roku, charakteryzującym się niskimi opadami. Wyniki zdolności kiełkowania były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach ($r = 0,64$) (tab. 4).

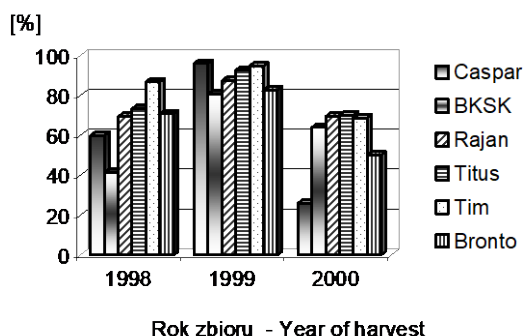
Wigor nasion i siewek

Oceniano rozwój siewek w warunkach optymalnych (szybkość wzrostu siewek — test Perry’ego) i suboptymalnych (cold-test, kiełkowanie nasion w środowisku zakwaszonym). Liczba siewek wysokowigorowych wyrosłych w optymalnych warunkach testu Perry’ego była wysoka i wynosiła średnio od 60% dla nasion odmiany Caspar do 83,3% dla odmiany Tim. Najniższe wyniki uzyskano dla nasion zebranych w 2000 roku, dla których zdolność kiełkowania była również najniższa (rys. 2 a).

Liczba siewek wysokowigorowych wyrosłych w warunkach stresowych cold-testu była zależna od zawartości tanin w nasionach i roku zbioru. Nasiona o śladowej zawartości tanin wydawały około 3-krotnie mniej siewek wysokowigorowych niż nasiona taninowe. Liczba siewek wysokowigorowych dla odmiany Caspar wynosiła od 2,0 do 18,7%, dla rodu BKSK od 0 do 46% a dla odmian wysokotaninowych, od 9,3 dla odmiany Tim w 1999 roku do 70,7% dla odmiany Titus w 1998 roku zbioru (rys. 2 b). Wyniki cold-testu były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach ($r = 0,52$) (tab. 4). Nasiona pozbawione tanin, zarówno w optymalnych warunkach środowiska jak i w warunkach stresowych (cold-test), wydały od 3 do 8 razy więcej siewek anormalnych, zdeformowanych i prawie 2-krotnie więcej nasion martwych niż nasiona wysokotaninowe. Ma to bezpośredni związek z zasiedleniem nasion przez mikroorganizmy.

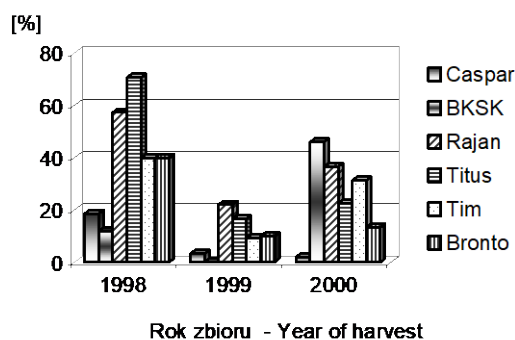
Liczba nasion normalnie kiełkujących przy pH 3,4 była wysoka i tylko w niewielkim stopniu zależała od odmiany i roku zbioru, średnio od 56,7 do 96,7% dla nasion niskotaninowych i od 70,0 do 96,7% dla nasion taninowych. Nasiona wszystkich badanych genotypów, niezależnie od zawartości tanin, kiełkowały podobnie, jedynie w 1998 roku nasiona form niskotaninowych wydawały istotnie mniej siewek normalnych niż nasiona wysokotaninowe (rys. 2 c).

Szybkość wzrostu epikotyli i korzenia pierwotnego obserwowana w procesie kiełkowania nasion niskotaninowej odmiany Caspar i rodu BKSK była podobna. Długość epikotyli wahała się od 122,5 mm w 1998 roku do 149,2 mm w 2000 roku. Większe zróżnicowanie tej cechy stwierdzono podczas oceny nasion wysokotaninowych. Długość epikotyli wynosiła od 114 mm w 2000 roku zbioru dla nasion odmiany Tim do 186,5 mm dla nasion odmiany Titus. Tempo wzrostu korzenia pierwotnego było podobne jak epikotyli (rys. 3). Sucha masa siewek była zróżnicowana wśród badanych odmian od 1,3 do 2,3 g dla odmian niskotaninowych oraz od 1,7 do 2,4 g dla odmian taninowych. Dały się zauważyć niejednolite różnice odmianowe słabo związane z zawartością tanin w nasionach (tab. 4, tab. 5).



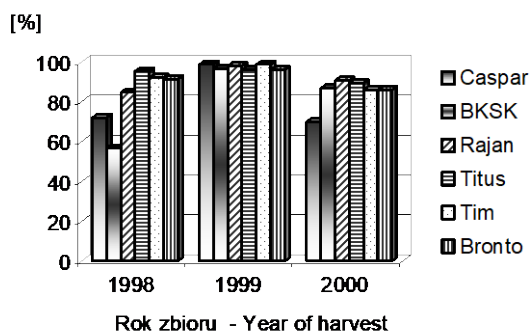
a) Test Perry'ego — Perry's test

NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru; LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year
a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 14,1 — For comparison of cultivars in the same year = 14.1
a2) Dla porównania odmiany w latach = 11,4 — For comparison of cultivar in years = 11.4



b) Cold-test — Cold-test

b1) Dla porównania odmian w jednym roku = 15,5 — For comparison of cultivars in the same year = 15.5
b2) Dla porównania odmiany w latach = 12,6 — For comparison of cultivar in years = 12.6

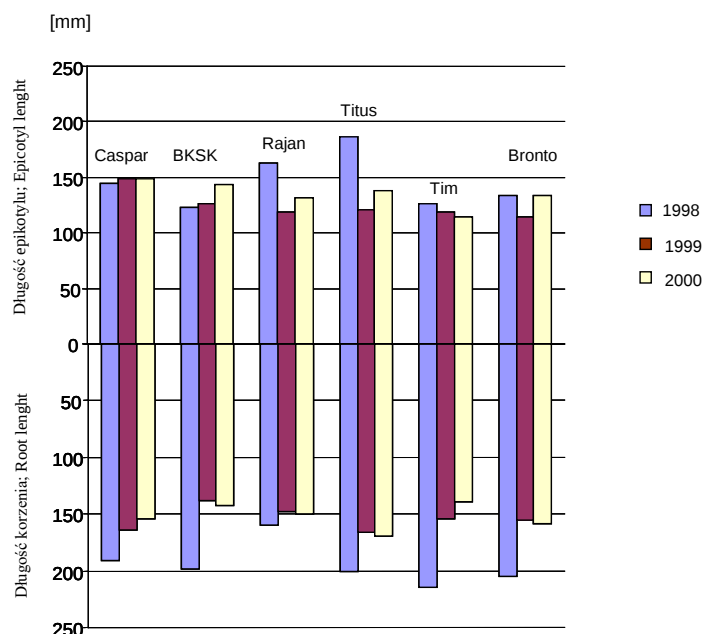


c) Kielkowanie nasion przy pH=3,4 — Germination in pH=3,4

c1) Dla porównania odmian w jednym roku = 11,8 — For comparison of cultivars in the same year = 11.8
c2) Dla porównania odmiany w latach = 9,5 — For comparison of cultivar in years = 9.5

Rys. 2. Siewki wysokowigorowe oznaczone w trzech różnych metodach laboratoryjnych
Fig. 2. High vigorous seedlings in three laboratory tests

Ogólnie można stwierdzić, że badanie szybkości rozwoju epikotyli i korzenia pierwotnego wykazało podobne tempo wzrostu siewek dla wszystkich badanych genotypów bobiku przy podobnym tempie gromadzenia suchej masy w siewkach. Wigor nasion mierzony procentem siewek wysokowigorowych lub tempem wzrostu siewek w teście Perry'ego nie miał związku z wynikami wigoru oznaczonymi w metodach cold-testu i elektroprzewodnictwa.



NIR $\alpha = 0,05$ — dla długości epikotyli

LSD $\alpha = 0,05$ — for epicotyl lenght

a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 26,9 — For comparison of cultivars in the same year = 26.9

a2) Dla porównania odmiany w latach = 21,8 — For comparison of cultivar in years = 21.8

NIR $\alpha = 0,05$ — dla długości korzenia; LSD $\alpha = 0,05$ — For root lenght

a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 35,4 — For comparison of cultivars in the same year = 35.4

a2) Dla porównania odmiany w latach = 28,7 — For comparison of cultivar in years = 28.7

Rys. 3. Długość siewek
Fig. 3. Lenght of seedlings

Ocena elektroprzewodnictwa wód nastoinowych wykazała, że nasiona o śladowej zawartości tanin charakteryzowały się słabszym wigorem (od 24,0 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla BKSR w 1999 roku do 14,3 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla odmiany Caspar w 1998 roku zbioru) niż nasiona zawierające wyższą ilość tanin (od 18,6 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla odmiany Titus w 1999 roku do 7,6 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ dla odmiany Bronto w 2000 roku zbioru) (tab. 6). Według kryteriów przyjętych przez ISTA (Perry, 1995) nasiona beztaninowe charakteryzowały się niskim wigorem, bowiem uzyskane wyniki mieściły się w granicach od 14,4 do 24,0 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, a dopiero wynik niższy od 11 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ może wskazywać na wysoki wigor badanych nasion. Natomiast wyniki elektroprzewodnictwa uzyskane dla nasion taninowych w 8 przypadkach

na 12 były niższe od 11 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$, co może świadczyć o wysokim wigorze tych nasion. Wykazano istotną korelację pomiędzy zawartością tanin w nasionach i elektroprowadnictwem roztworu powstałego po moczeniu nasion — $r = -59$ (tab. 4). Wcześniej przeprowadzone badania, z użyciem nasion fasoli (Kolasińska i in., 2000), dowiodły przydatności metody konduktometrycznej w przewidywaniu wschodów polowych, zwłaszcza w niekorzystnych warunkach środowiska. Na podstawie dotychczas uzyskanych wyników badań wydaje się słuszne stwierdzenie, że jedną z lepszych metod pomiaru wigoru nasion roślin strączkowych jest metoda konduktometryczna.

Tabela 5

Wigor nasion mierzony ilością zgromadzonej suchej masy w siewkach
Seeds vigour expressed as a dry weight of seedling

Odmiana Cultivar	Sucha masa siewki (g) Seedling dry weight (g)			
	lata years			
	1998	1999	2000	Średnio Mean
Caspar	2,4	2,6	2,0	2,3
BKSK 1074	0,7	1,7	1,4	1,3
Rajan	1,4	1,5	2,3	1,7
Titus	2,8	2,1	2,0	2,3
Tim	3,1	2,1	1,8	2,3
Bronto	2,8	2,3	2,1	2,4

NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru

LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year

1) Dla porównania odmiany w latach = 0,64 — For comparison of cultivar in years = 0.64

2) Dla porównania odmian w jednym roku = 0,52 — For comparison of cultivars in the same year = 0.52

Tabela 6

Wigor nasion oznaczony metodą konduktometryczną
Seeds vigour in conductivity test

Odmiana Cultivar	Elektroprowadnictwo ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$)			
	lata years			
	1998	1999	2000	Średnio Mean
Caspar	14,3	21,6	21,0	18,9
BKSK 1074	17,8	24,0	22,7	21,5
Rajan	11,8	9,2	8,1	9,7
Titus	16,0	18,6	10,2	14,9
Tim	10,2	14,1	9,1	11,1
Bronto	10,1	8,6	7,6	8,7

NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru

LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year

1) Dla porównania odmiany w latach = 2,7 — For comparison of cultivar in years = 2.7

2) Dla porównania odmian w jednym roku = 1,9 — For comparison of cultivars in the same year = 1.9

Zdrowotność nasion form nisko- i wysokotaninowych

W przeprowadzonych badaniach, opublikowanych wcześniej (Wiewióra i Kolasińska, 2000) nie stwierdzono występowania *Ditylenchus dipsaci* Kühn. zarówno w nasionach o wysokiej, jak i niskiej zawartości tanin. Nie można jednak wykluczyć jego obecności w pozostałej, nie badanej, partii nasion. Ocenę przeprowadzono zgodnie z zalecaną metodyką, na próbie 300 sztuk nasion nie wykazujących objawów zgnilizny. Nieregularne występowanie niszczyka w nasionach powoduje, że badanie materiału siewnego nie daje całkowitej pewności otrzymanych rezultatów. Konsekwencją tego może być nieświadome wprowadzenie nicieni do uprawy (Kornobis, 1994). W doświadczeniu szklarniowym, przeprowadzonym w prowokacyjnych warunkach, na glebie sztucznie zainfekowanej nicieniem, zaobserwowano występowanie pewnych symptomów chorobowych, zwłaszcza na roślinach niskotaninowych. Rośliny wyrosłe z ziemi zakażonej nicieniem były niższe, często o zdeformowanej łodydze i zbrunatniałych liściach. Charakter objawów pozwala przypuszczać, że przyczyną ich wystąpienia mogła być obecność niszczyka.

Zdrowotność nasion niskotaninowych była niższa niż wysokotaninowych (w zależności od roku zbioru od 51,5 do 59,5% nasion porażonych dla niskotaninowych oraz od 35,3 do 47,2% dla form wysokotaninowych). Zidentyfikowano około 20 gatunków grzybów zasiedlających badane nasiona bobiku. Nasiona ze zbioru w 1998 i 1999 zasiedlone były w większości przez saprofityczne gatunki grzybów. Dominowały takie rodzaje, jak: *Alternaria* spp., *Penicillium* spp. i *Cladosporium* spp. Obserwacje nasze potwierdzają rezultaty Olszewskiego i wsp. (2001), którzy na nasionach bobiku obserwowali w większości grzyby saprofityczne (*Penicillium* spp., *Alternaria*, *Aspergillus* i *Trichoderma*). Grzyby z rodzaju *Penicillium* porażały nasiona od 1,0 do 19,0% u form niskotaninowych oraz od 0,8 do 20,5% u form wysokotaninowych. Rok 2000 okazał się sprzyjający dla wystąpienia grzybów patogenicznych, które stanowiły ponad połowę wyizolowanych mikroorganizmów. Wśród patogenów dominowały grzyby z rodzaju *Fusarium* — od 0 do 32,5% nasion porażonych u form niskotaninowych oraz od 0,5 do 17,8% u form wysokotaninowych. Nasiona wysokotaninowe charakteryzowały się o połowę niższym porażeniem przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (tab. 7). Obserwowano także patogeny z rodzaju *Botrytis* i gatunek *Ascochyta fabae*, który wystąpił w niewielkim nasileniu (od 0,2% u form wysokotaninowych w 2000 roku do 0,5% — u form niskotaninowych w 1998 i u wysokotaninowych w 1999 roku). Patogeny te należą do tzw. grzybów polowych, występujących krótko po zbiorze, chociaż grzyby z rodzaju *Ascochyta* mogą przetrwać na nasionach nawet do 12 lat, dopóty, dopóki nasiona zachowują żywotność (Neergaard, 1977). Fordoński i wsp. (1994) potwierdzają powszechnie znaną zasadę, że zarówno grzyby saprofityczne, jak i patogeniczne częściej atakują nasiona o obniżonej odporności niż nasiona odporne. Jednak nasiona form zarówno nisko- jak i wysokotaninowych, z których izolowano więcej grzybów saprofitycznych, były w niewielkim stopniu porażone przez grzyby patogeniczne. Należy sądzić, że dominujące występowanie saprofity ograniczało występowanie grzybów patogenicznych. Również badania Łacicowej i Pięty (1996) oraz Werner (1996) wykazały, że obecność niektórych grzybów saprofitycznych zmniejsza występowanie czynników chorobotwórczych, patogenicznych.

Tabela 7

**Zasiedlenie przez mikroorganizmy nisko- i wysokotaninowych nasion bobiku
(liczba kolonii/100 nasion)**

**Occurrence of seed-borne microorganisms in low and high tannin faba beans
(number of colonies/100 seeds)**

Mikroorganizmy Microorganisms	Lata Years					
	1998		1999		2000	
	N	W	N	W	N	W
	n = 2	n = 4	n = 2	n = 4	n = 2	n = 4
<i>Alternaria</i> spp.	13,0	11,5	7,5	2,8	2,0	7,5
<i>Ascochyta fabae</i> Speg.	0,5	—	—	0,5	—	0,2
<i>Aspergillus</i> spp.	—	6,5	0,5	—	—	1,0
<i>Botrytis</i> spp.	2,0	0,2	3,5	1,0	—	—
<i>Cladosporium</i> spp.	10,5	4,8	11,5	3,5	3,5	2,8
<i>Fusarium</i> spp.	6,0	1,8	—	0,5	32,5	17,8
<i>Mucor</i> spp.	2,0	0,2	—	0,8	—	0,2
<i>Penicillium</i> spp.	5,5	4,2	19,0	20,5	1,0	0,8
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn.	0,5	0,8	—	—	4,5	—
Inne saprofity	6,0	5,0	7,0	1,2	5,5	4,2
Other saprophytes						
Bakterie	13,5	12,2	6,5	4,5	2,5	0,8
Bacteria						
Ogółem mikroorganizmy	59,5	47,2	55,5	35,3	51,5	35,3
Total microorganisms						

N — Formy niskotaninowe

N — Low tannin genotypes

W — Formy wysokotaninowe

W — High tannin genotypes

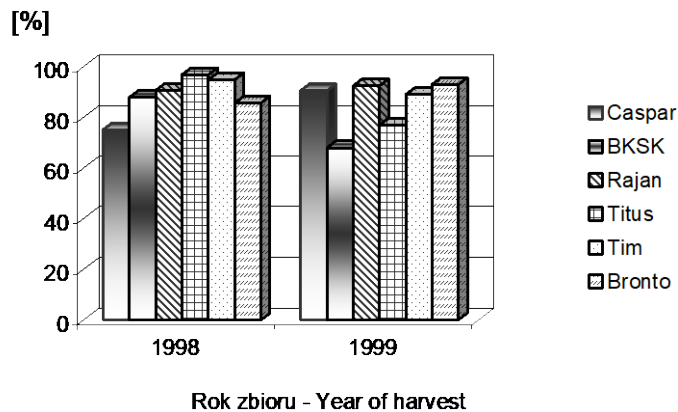
n — Liczba obiektów

n — Number of objects

Zdrowotność roślin, wschody polowe, plon nasion i struktura plonu

Podatność na choroby i szkodniki roślin nisko i wysokotaninowych form bobiku była podobna. Z tego względu na wszystkie poletka zastosowano analogiczną ochronę roślin zaraz po wystąpieniu pierwszych objawów askochytozy (*Ascochyta fabae*) i czekoladowej plamistości (*Botrytis* spp.) lub pojawienia się mszyc. Chroniono także rośliny przed ewentualnym pojawieniem się strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh).

Wschody polowe roślin odmian niskotaninowych wahały się od 75,2 do 90,5% dla odmiany Caspar i od 68 do 87,9% dla BKSK, a dla form taninowych od 77,0 do 96,8%. Wschody roślin niskotaninowych były niższe o 10,5% w 1999 roku (dla 1998 roku zbioru) niż wysokotaninowych i 8,6% w 2000 roku (dla 1999 roku zbioru nasion) (rys. 4). Wschody roślin BKSK, rodu polskiego, których zarówno zdolność kiełkowania jak też wigor w kolejnych latach badań były słabsze niż nasion odmiany holenderskiej Caspar, różniły się znacznie w latach badań (87,9 w 1999 i 68% w 2000 roku). Nie wykazano istotnej korelacji pomiędzy zawartością tanin w nasionach, a wschodami roślin w warunkach polowych.



NIR $\alpha=0,05$ — dla współdziałania odmiana x rok zbioru

LSD $\alpha=0,05$ — for interaction cultivar x year

a1) Dla porównania odmian w jednym roku = 14,0 — For comparison of cultivars in the same year = 14.0

a2) Dla porównania odmiany w latach = 9,4 — For comparison of cultivar in years = 9.4

Rys. 4. Wschody polowe nisko- i wysokotaninowych odmian bobiku z dwóch lat zbioru

Fig. 4. Field emergence of low and high tannin content faba bean seeds from two years of harvest

Plon nasion z poletka i średni plon z 1 rośliny (przy wilgotności nasion 15%) był wyższy dla form beztaninowych niż wysokotaninowych, odpowiednio 2026 i 1835 g oraz 91 i 79 g, ale tylko w 1999 roku. W następnym sezonie średni plon z poletka dla form niskotaninowych był o ponad 500 g niższy niż dla form taninowych, a średni plon z 1 rośliny był porównywalny, aczkolwiek także niższy, chociaż tylko o 4 g (tab. 8). Różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi dla form nisko- i wysokotaninowych były nieistotne statystycznie. Masa tysiąca nasion dla form niskotaninowych wynosiła od 520 g w 1999 roku do 554 w 1998 i 614g w 2000 roku zbioru. Podobne wyniki uzyskano dla form wysokotaninowych 517 g w 1998 roku, 540 i 618 g w 1999 i 2000 roku zbioru. Najbardziej dorodne nasiona uzyskano w 2000 roku, przy podobnym plonie z poletka (1898 i 1514 g) i ponad dwukrotnie niższym plonie z 1 rośliny (83 i 30 g) oraz mniejszej liczbie strąków z rośliny (28 i 11) niż w 1999 roku (tab. 8). Należy dodać, że rok 2000 charakteryzował się niskimi opadami w okresie formowania i dojrzewania nasion. Zarówno suma opadów, jak też opady średnie dobowe w tym okresie były prawie dwukrotnie niższe w roku 2000 niż w latach poprzednich.

Minimalnie wyższa masa tysiąca nasion oraz korzystniejsza obsada roślin na poletku, wynikająca ze słabszych wschodów form niskotaninowych niż wysokotaninowych w 1999 roku, może jedynie uzasadniać nieco lepszy plon tych pierwszych zwłaszcza, że został uzyskany na małych (3 m²) poletkach doświadczalnych. Jednakże porównanie plonu nasion uzyskanego z poletek form nisko- i wysokotaninowych okazało się nieistotne statystycznie. Boros i wsp. (1997) dowodzą, że takie cechy jak masa tysiąca nasion, liczba nasion w strąku i liczba strąków na roślinie to główne czynniki, które mogą wpływać na wielkość plonu.

Tabela 8

Struktura plonu oraz plon nasion w latach 1999 i 2000 roku
Yield components and yield in 1999 and 2000 year

Odmiana Cultivar	Plon nasion z poletka Yield of seeds per plots (g)			Plon nasion z 1-rośliny Yield of seeds per 1-plant (g)			Wysokość roślin Height of plant (cm)			Liczba węzłów owocujących Number of fruiting nodes			Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant			Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod		
	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean	1999	2000	Średnio Mean
Caspar	2424	1904	2164 *	100	30	65 *	106	88	97 b	11	7	9 b	30	10	20 *	3	3	3 *
BKSK1074	1627	427	1027 *	81	23	52 *	84	67	76 c	7	5	6 b	25	8	17 *	3	3	3 *
Średnio Mean	2026	1165	—	91	27	—	95	78	—	9	6	—	28	9	—	3	3	—
Rajan	1230	1401	1316 *	61	26	44 *	85	79	82 bc	7	6	7 b	18	10	14 *	3	2	3 *
Titus	2277	2235	2256 *	90	30	60 *	91	84	88 bc	8	5	7 b	32	10	21 *	3	3	3 *
Tim	1731	1786	1759 *	56	27	42 *	88	83	86 bc	7	5	6 b	20	10	15 *	3	2	3 *
Bronto	2101	1329	1715 *	110	42	76 *	129	120	125 a	14	12	13 a	40	19	30 *	3	3	3 *
Średnio Mean	1835	1688	—	79	31	—	98	92	—	9	7	—	28	12	—	3	3	—
Średnio Mean	1898*	1514*	—	83 A	30 B	—	97A	87 B	—	6 B	7 A	—	28 A	11 B	—	3 *	3 *	—

Grupy jednorodne dla odmian: od a do c — dla lat: od A do B

Homogenous groups for cultivars: from a to c — for years: from A to B

* Nieistotne

* Non significant

Wiadomo, że plon nasion bywa ściśle związany z wartością siewną wysiewanego materiału (Grzesiuk i Górecki, 1981, Pokojska, 1999), a w tym przypadku zastosowanie do siewu nasion o słabszej wartości siewnej nie spowodowało spodziewanego spadku plonu. Badane elementy struktury plonu (średnia liczba strąków z rośliny, średnia liczba nasion w strąku) były podobne dla wszystkich badanych genotypów. Jednakże w roku 2000 uzyskano ponad dwukrotnie niższy plon nasion z rośliny oraz niższą liczbę strąków na roślinach niż w 1999 roku.

WNIOSKI

1. Nasiona bobiku o śladowej zawartości tanin słabiej kiełkowały i słabiej wschodziły w polu oraz odznaczały się na ogół niższym wigorem niż nasiona o podwyższonej zawartości tych związków. Zdrowotność nasion niskotaninowych była także słabsza niż form wysokotaninowych.
2. Zdolność kiełkowania oraz wigor nasion określony metodą elektroprzewodnictwa i w warunkach stresowych cold-testu były istotnie skorelowane z zawartością tanin w nasionach. Takie wyniki sugerują, że nasiona o zmniejszonej zawartości tanin nie tylko słabiej kiełkują, ale też są mniej odporne na niekorzystne warunki środowiska.
3. Nie znaleziono związku pomiędzy zawartością tanin w nasionach a plonem nasion i jego strukturą.

LITERATURA

- Barnett H. L. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Pub. Company. Minneapolis: 1 — 225.
- Boesewinkel F.D., Bouman F. 1995. The seed: structure and function. In: Seed development and germination. Jaime Kigel (ed.). Hebrew Univ. Of Jerusalem Rehovot, Israel and Gad Gailili Weizmann Inst. of Science Rehovot, Israel: 7 — 13.
- Bond D. A., Duc G. 1993. Plant breeding as a means of reducing antinutritional factors in grain legumes. EAAP Publ. 70, Wageningen, The Netherlands.
- Boros L., Sawicki J., Wawer A. 1997. Współzależność cech determinujących plon nasion fasoli karłowej na suche nasiona (*Ph. vulgaris* L.) i soi (*Glycine max* L. Merr.). Mat. VII Ogólnopolskiego Zjazdu Hod. Roślin Ogrodniczych. AR w Szczecinie: 227 — 229.
- Bressani R., Elias L. G. 1986. Seed quality and nutritional goals in pea, lentil, faba bean and chickpea breeding. World Crop: cool season food legumes. London: 381.
- Domsch K. H., Gams W. 1972. Fungi in agricultural soil. T. and A. Constable LTD Edinburgh.
- Dziennik Ustaw RP. 2001. Warszawa, dnia 3 października 2001 r. Nr 108. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 sierpnia 2001: 7965 — 7966.
- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych. PWN Warszawa.
- Ellis M. B. 1971. *Dematiaceous. Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
- Fordoński G., Górecki R., Bieniaszewski T., Majchrzak B. 1994. Wpływ tiuramu na kiełkowanie, wigor nasion i zdrowotność siewek roślin strączkowych w warunkach stresu chłodnowodnego. Mat. Konf. PAN. ART Olsztyn Uszlachetnianie materiałów nasiennych. Olsztyn-Kortowo 1994: 81 — 89.
- Grzesiuk S., Kulka K. 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa: 396: 423.
- Grzesiuk S., Górecki R. 1981. Wigor jako nowe kryterium oceny nasion. Post. Nauk. Rol. 6: 39 — 56.
- Hebblihtwaite P. D., Kantor F. 1992. Resistant of white and coloured flowered faba beans (*Vicia faba* L.) on soil-born pathogens and late stage diseases. I. Conference Europeenne Sur Les Proteagineux. Proc. Angers-France 1–9 Jun: 329 — 300.

- International Seed Testing Association. 1995. Vigour Test Committee. 1995. Seed Vigour Testing Seminar. Copenhagen, Denmark June 7, 1995. van Venter. H. A (ed.) ISTA, Zuerich: 51 — 104.
- International Seed Testing Association. 1996. International Rules for SeedTesting. Seed Sci. Technol., 24, Suppl: 1 — 335.
- Jansman A. J. M. 1993. Tannins in faba beans (*Vicia faba* L.) — antinutritional properties in monogastric animals Ph. D Thesis. Dept. Anim. Nut. Agri. Univ. Wageningen.
- Kigel J. (ed.). 1995. Seed development and germination. In: The seed: structure and function. 1. Boesewinkel F. D., Bouman F. (eds.). Hebrew Univ. Of Jerusalem Rehovot, Israel and Gad Gailili Weizmann Inst. of Science Rehovot, Israel: 7 — 13.
- Kolasińska K., Grzelak K. 1993. Wpływ inkrustowania na kiełkowanie, wigor i zdrowotność nasion strączkowych-fasola, soja, groch. Biul. IHAR 188: 275 — 288.
- Kolasińska K., Szyrmer J., Dul S. 2000. Relationship between laboratory tests results and field emergence of common bean seed. Crop Science 40/2: 470 — 475.
- Kornobis S. 1994. The development of populations of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci* Kühn) isolated from *Vicia faba* spp. *minor*. Roczn. Nauk Rol. Ser. E, 24, z. 1/2: 53 — 55.
- Kuhla S., Emmeier C. 1981. Untersuchungen zum Taningehalt in Ackerbohnen. Arch. Tierernaehr. 31: 573 — 588.
- Kwaśna H., Chelkowski J., Zajkowski P. 1991. Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Gruźelkowate. Sierpik (*Fusarium*) PAN, Warszawa — Kraków: 1 — 158.
- Łacicowa B., Pięta D. 1996. Mikrobiologiczne zaprawianie *Trichoderma* spp. nasion soi (*Glicine max.* (L.) Merrill) przeciwko chorobotwórczym grzybom odglebowym. Materiały z sympozjum “Nowe kierunki w fitopatologii”. Kraków 11–13 września 1996: 275 — 277.
- Malone J. P., Muskett A. E. 1997. Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species. 3rd Edition. J. W Sheppard. (ed.). ISTA, Zurich, 1 — 191.
- Marquardt R. R. 1986. Future potencial for use in animal feeds. In: World crops: cool season food legumes. Publisher Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk.
- Neergaard P. 1977. Seed Pathology. Vol. I. The Macmillan Press, London: 282 — 292.
- Olszewski J., Fordoński G., Pszczółkowska A., Płodzień K. 2001. Zdrowotność nasion samokończących form wyki siewnej i bobiku uprawianych w siewie czystym i współrzędnym. Zesz. Nauk. AR w Krakowie nr 373: 61 — 66.
- Pastuszevska B. 1985. Czynniki wpływające na wartość pokarmową bobiku, grochu i łubinu dla zwierząt nieprzeżuwających. Praca habilitacyjna PAN. Zakł. Narod. im. Ossolińskich, Wrocław: 1 — 140.
- Perry A. D. 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd. J. G. Hampton, D. M. Te Krony (eds.). ISTA Vigour Test Committe, Zuerich Switzerland.
- Pokojska H. 1999. Dojrzałość fizjologiczna nasion bobiku (*Vicia faba* L. var *mior*) oraz związek między ich dojrzałością a zdolnością kiełkowania, wigorem oraz zawartością białka i tanin. Biul. IHAR 212: 227 — 236.
- Wiewióra B., Kolasińska K. 2000. Występowanie *Ditylenchus dipsaci* Kuhn. na nasionach bobiku i jego szkodliwość dla roślin. Biul. IHAR 215: 329 — 333.
- Werner M. 1996. Skuteczność wybranych grzybów glebowych w ochronie gipsówki wiechowatej przez *Fusarium oxysporum* Schlecht. Materiały z sympozjum “Nowe kierunki w fitopatologii” Kraków 11 — 13 września 1996: 365 — 368.
- Zakrzewska E. 1985. Reakcja odpornościowa bobiku (*Vicia faba* L. var. *minor* Harz) i bobu (*Vicia faba* L. var. *faba*) na porażenie grzybem *Ascochyta fabae* Speg. Mat. XXV Sesji Naukowej IOR Poznań 1985: 295 — 318
- Zalecenia ochrony roślin na lata 1998/99 dot. zwalczania chorób, szkodników oraz chwastów roślin uprawnych. Cz. II. Rośliny rolnicze. IOR Poznań 1998: 24 — 28.

KRYSTYNA KOLASIŃSKA
ELŻBIETA MAŁUSZYŃSKA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

26 Kongres Międzynarodowego Związku Oceny Nasion — ISTA Angers/Francja, 2001

26th Congress of the International Seed Testing Association — ISTA Angers/France, 2001

W artykule zostały omówione zagadnienia dotyczące obrad 26 Kongresu ISTA, który odbył się we Francji w czerwcu 2001 roku. Przedstawiono tematykę przedkongresowych kursów specjalistycznych, obrad komitetów technicznych, naukowego sympozjum nasiennego i obrad plenarnych. Ponadto omówiono rolę i zadania państwowej Stacji Oceny Nasion w Beaucouzé/Angers (we Francji). Przedstawiono zagadnienia dyskutowane na obradach oraz przebieg głosowania nad zmianami do nowego wydania przepisów ISTA.

Słowa kluczowe: ISTA, przepisy oceny nasion

The topics presented at the 26th ISTA Congress, held in France in June 2001, have been focused upon in this paper. Subjects dealing with the preconference workshops, meetings of technical committees, science symposium and plenary session have been also outlined. Additionally, role and tasks of public Seed Testing Station in Beaucouzé, France have been presented. The issues discussed and voting course on changes in the new edition of ISTA Rules have been also dealt with in this article.

Key words: ISTA, rules of seed testing

WSTĘP

W dniach od 14 do 22 czerwca 2001 roku we Francji odbył się 26 Kongres Międzynarodowego Związku Oceny Nasion — International Seed Testing Association. Od początku istnienia tej organizacji, odbywające się co trzy lata kongresy są dużym wydarzeniem, gdyż stanowią możliwość prezentacji i wymiany wyników badań naukowych i omówienia bieżących problemów metodycznych. Miejscem obrad było piękne, zabytkowe 210-tysięczne miasto Angers położone w Andegawenii około 300 km na zachód od Paryża. Prowincja ta szczyci się tradycją w produkcji nasion, zwłaszcza kukurydzy, roślin warzywnych i kwiatarskich. W odległości sześciu kilometrów na zachód od Angers, w Beaucouzé mieści się stacja oceny nasion, jedyna na terenie Francji z uprawnieniami ISTA. Państwowa Stacja Oceny Nasion (SNES), kierowana przez dr Joëla

Lechappé, należy do Grupy Badania, Oceny Nasion i Odmian (GEVES), której zadaniem jest badanie odmian przed rejestracją i ochrona praw hodowców oraz gospodarowanie zasobami genowymi. Od 1993 roku zajmuje nowoczesne budynki służące ocenie nasion, badaniom naukowym i szkoleniom. Stacja aktywnie działa w systemie monitoringu kierowanym przez Państwową Inspekcję Kontroli i Kwalifikacji (SOC), upoważniającą laboratoria prywatnych firm nasiennych do oceny i kwalifikacji nasion. Każdego roku organizowany jest europejski kurs specjalistyczny dotyczący wszystkich aspektów wartości siewnej nasion.

W skład komitetu organizacyjnego kongresu, poza sekretariatem ISTA, weszły następujące instytucje: GEVES, INRA, CIRAD, GNIS, INH (Institut National d'Horticulture), FNAMS, Université Paris VI, Centrum Kongresowe w Angers. Obrady zgromadziły 560 uczestników z 76 krajów. W kongresie brali udział, przede wszystkim, przedstawiciele krajów członkowskich ISTA oraz organizacji współpracujących: AOSA, FAO, OECD, UPOV, FIS/ASSINSEL, SCST. Nasz kraj reprezentowało 5 specjalistów z Inspekcji Nasiennej, 2 profesorów z uczelni rolniczych, 4 pracowników naukowych Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku i 3 pracowników naukowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie.

Program obrad kongresu obejmował

- 12–14 czerwca przedkongresowe kursy specjalistyczne
- 14–16 czerwca obrady komitetów technicznych ISTA
- 18–20 czerwca obrady sympozjum nasiennego
- 21–22 czerwca obrady plenarne.

Wszystkie spotkania odbywały się pod hasłem: Wartość siewna nasion jako czynnik postępu.

Przedkongresowe kursy specjalistyczne

Kongres poprzedzały trzy kursy:

- tożsamość odmianowa
- czystość, kiełkowanie i żywotność
- próbobranie.

Pierwszy kurs dotyczył identyfikacji odmian. Zagadnienia koncentrowały się wokół głównych zasad oceny kontrolnej tożsamości i czystości odmianowej oraz metodyki identyfikacji organizmów modyfikowanych genetycznie. Jednodniowy kurs próbobrania dotyczył, jednolitości partii nasion oraz prezentacji różnorodnej aparatury do automatycznego pobierania próbek, warunków kalibracji oraz rodzajów opakowań używanych w ocenie wilgotności. W szkoleniach brało udział 6 osób z Polski, w tym trzy w kursie dotyczącym czystości, tetrazoliny i kiełkowania nasion oraz trzy osoby w kursie próbobrania. Autorki uczestniczyły w dwudniowym kursie dotyczącym oceny czystości, kiełkowania i żywotności nasion 4 gatunków: *Beta vulgaris*, *Helianthus annuus*, *Elytiglia elongata* i *Chloris gayana*. Około miesiąca wcześniej, przed rozpoczęciem kursu, uczestnicy otrzymali próbki nasion wymienionych gatunków w celu wykonania wskazanych analiz we własnym laboratorium. Podczas zajęć, poza wykładami i ćwiczeniami, były także omawiane wyniki analiz w celu jednoznacznej interpretacji przepisów ISTA. Wyniki analiz wykonane w IHAR, pokrywały się z rezultatami wiodących laboratoriów

reakredytowanych w ISTA. Szkolenie było prowadzone przez naukowców i specjalistów, a zostało przygotowane przez pracowników Stacji w Beaucouzé, którym należą się słowa uznania za doskonałą organizację bardzo przydatnego kursu.

Obrady komitetów technicznych ISTA

Obrady komitetów technicznych miały charakter otwarty i dotyczyły głównie sprawozdawczości, dyskusji nad zmianami do przepisów ISTA i planu pracy na następne 3 lata. Autorki doniesienia pracujące w Komitetach: Kielkowania — dr K. Kolasińska i Czystości — dr E. Małuszyńska, brały udział przede wszystkim, w posiedzeniach „własnych” komitetów. Z ożywionej dyskusji uczestników obrad Komitetu Kielkowania wynikało, że wiele uwagi przywiązuje się do spraw związanych z zapewnieniem jakości (Quality Assurance), przygotowaniem coraz to lepszych materiałów pomocniczych oraz szczegółom technicznym np. sposobom pomiaru temperatury w termostacie. Wiele czasu poświęcono rozważaniu możliwości wprowadzenia do przepisów kompostu jako podłoża kielkowania. Ostatecznie ze względu na trudności z ustaleniem definicji kompostu (w każdym kraju inna) odstąpiono od tego zamiaru. Podczas posiedzeń Komitetu Czystości dyskutowano nad problemem oceny czystości za pomocą dmuchawy odmian *Poa pratensis* o małej masie tysiąca nasion, trudnościach w identyfikacji nasion roślin gatunków szkodliwych oraz potrzebie ciągłego szkolenia pracowników laboratorium.

Obrady sympozjum nasiennego

Program sympozjum naukowego obejmował rozmaite tematy związane z ulepszaniem metod oceny najważniejszych cech nasion (czystości, tożsamości, żywotności, kielkowania, zdrowotności i wigoru nasion) z uwzględnieniem identyfikacji nasion pochodzących z roślin modyfikowanych genetycznie. Referaty i dyskusje koncentrowały się wokół problemów działań hodowli mających bezpośredni wpływ na wysokość i jakość plonu nasion, wprowadzaniu standardów fitosanitarnych w obrocie nasionami, biochemiczno-molekularnych aspektów kielkowania nasion, roli enzymatycznych zmian w procesie dojrzewania i starzenia się nasion. Ponadto w czasie obrad dyskutowano na temat ujednolicania metod i warunków oceny nasion ze szczególnym uwzględnieniem roślin genetycznie modyfikowanych oraz roli ISTA w procesie globalizacji.

Referaty i plakaty prezentowano w 6 sesjach

- Producing quality seed — Produkcja nasion o wysokiej wartości siewnej
- Post-harvest seed technology — Uzlachetnianie nasion
- Assessing seed quality — Ocena wartości siewnej nasion
- Seed lot hygiene — Zdrowotność partii nasion
- Seed development and germination — Rozwój nasion a kielkowanie
- Mechanisms of seed damage and repair — Mechanizmy uszkodzenia i kondycjonowania nasion.

Podczas obrad wygłoszono ponad 40 wykładów i wystawiono 120 plakatów. Uczestnicy z Polski zaprezentowali: jeden referat — prof. Krystyny Tylkowskiej — Productivity of toxins by *Alternaria alternata* and *A. radicina* and their effects on germination of carrot seeds oraz trzy plakaty: dr Krystyny Kolasińskiej — Relationship of faba bean seed quality and some chemical compounds to tannin content, dr Elżbiety Małuszyńskiej — Seed sowing value of triticale (*X Triticosecale* Wittm.) during

multiplication process, dr Elżbiety Zakrzewskiej — Composition of microorganisms of seeds faba bean plants infected with *Ascochyta fabae* Speg. Streszczenia wykładów oraz plakatów zawarte są w publikacji wydanej przez sekretariat ISTA w Zurichu pt. „Abstracts 26 International Seed Testing Congress-Seed Symposium Angers, France, June 18–20, 2001”. Należy podkreślić, że referat Pani prof. Krystyny Tylkowskiej spotkał się z dużym zainteresowaniem oraz uznaniem za profesjonalne i perfekcyjne przygotowanie.

Obrady plenarne

Podczas obrad plenarnych przedstawiono do akceptacji raporty z działalności wszystkich 18 komitetów technicznych ISTA. Najwięcej uwagi poświęcono Komitetowi Przepisów Oceny Nasion. Głosowano nad zmianami dotyczącymi wielu parametrów wartości siewnej. Zaproponowano wprowadzenie do przepisów ISTA metodyki oceny prawdziwych nasion ziemniaka (temperatura 20° C, bibuła, oświetlenie, moczenie nasion przez 24 godziny w roztworze GA₃ o stężeniu 1500 ppm, ocena siewek po 3 i 14 dniach). Trzeba zaznaczyć, że po raz pierwszy zdecydowano się na umieszczenie w przepisach warunków oceny nasion ziemniaka. Bardzo ciekawa i wręcz ekscytująca dyskusja toczyła się nad wprowadzeniem do przepisów rozdziału dotyczącego zasad i metod oceny wigoru nasion. Prezydent ISTA prof. Norbert Leist, prowadzący obrady, zmuszony był ogłosić przerwę w głosowaniu. W rezultacie postanowiono, że w nowej edycji przepisów rozdział o wigorze zostanie umieszczony, ale z pominięciem uzupełniającego tekstu w Aneksie. Podczas poprzedniego kongresu ISTA, który odbył się w Republice Południowej Afryki, zagadnienie wigoru nasion było także dyskutowane, jednak wtedy nie uzyskało akceptacji podczas głosowania i rozdział „Wigor nasion” nie znalazł się w dotychczasowych przepisach. Zmiany do przepisów ISTA, które zostały zaakceptowane na kongresie w Angers obowiązują od 1 stycznia 2002 roku i ukazały się w *Seed Science and Technology Rules Amendments*, vol. 29, suppl. 2, 2001.

Dla uczestników kongresu zorganizowano kilka różnych seminariów wyjazdowych, umożliwiających zapoznanie się z organizacją i warunkami pracy oraz wyposażeniem m.in. laboratoriów Państwowej stacji Oceny Nasion w Beaucauzé i prywatnego laboratorium oceny nasion i stacji oceny odmian.

Na zakończenie obrad plenarnych, zgodnie ze statutem dokonano wyboru nowych władz oraz ogłoszono, że następny kongres odbędzie się w 2004 roku w Budapeszcie.

EDWARD GACEK

Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka

Przewidywane procedury rejestracji i kontroli uprawy odmian transgenicznych w Polsce

Expected procedures of registration and cultivation control of transgenic cultivars in Poland

Odmiany transgeniczne głównych roślin uprawnych zaczynają odgrywać coraz większą rolę w rolnictwie. Znaczenie ekonomiczne odmian transgenicznych wynika z ich ulepszonych cech jakościowych oraz odporności na szkodniki i choroby. W artykule podano najnowsze informacje na temat procedury rejestracji odmian transgenicznych w Polsce. Wszystkie aspekty polskiego prawa na temat rejestracji i uprawy odmian transgenicznych zostały przedstawione, szczególnie te związane z ochroną środowiska i ludzkiego zdrowia. W artykule tym określono rolę, jaką ma do spełnienia Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) w zastosowaniu polskiego prawa dotyczącego odmian transgenicznych.

Słowa kluczowe: COBORU, odmiany, rośliny transgeniczne

Transgenic cultivars of major crops start to play more and more important role in agriculture. The economic importance of transgenic cultivars come from their improved quality characteristics and resistance to pest and diseases. This paper present updated information about procedures of registration of transgenic cultivars in Poland. All aspect of Polish law in relation to registration and cultivation of transgenic cultivars are discussed, especially in relation to environment and human health protection. The role of The Research Centre for Cultivar Testing (COBORU) in implementation of Polish law concerning transgenic cultivars is described.

Key words: cultivars, transgenic plants, The Research Centre for Cultivar Testing

WPROWADZENIE

Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) jest instytucją podległą Ministrowi Rolnictwa i Rozwoju Wsi i odpowiada za badania urzędowe, rejestrację odmian, a także za udzielanie ochrony prawnej dla odmian roślin uprawnych.

Wszystkie odmiany roślin uprawnych podlegają badaniom urzędowym COBORU i w wyniku tych badań podejmowane są decyzje rejestrowe. W oparciu o nie odmiana jest wpisywana do rejestru odmian (RO), co jest równoznaczne z oficjalnym, urzędowym dopuszczeniem jej do obrotu. Na terytorium Polski nie mogą znajdować się w obrocie, ani w uprawie odmiany najważniejszych gatunków roślin uprawnych nie wpisane do RO.

Uwalnianie organizmów GMO do środowiska reguluje ustawa z 22 czerwca 2001 o organizmach genetycznie zmodyfikowanych (Dz. U. 25 lipca 2001, nr 76, poz. 811). Reguluje ona uwalnianie odmian transgenicznych do środowiska w celach eksperymentalnych, hodowlanych i komercyjnych.

Każdy użytkownik przed zgłoszeniem wniosku o zamierzone uwolnienie GMO zobowiązany jest do przeprowadzenia oceny zagrożenia dla środowiska, zdrowia ludzi oraz sporządzenia określonej dokumentacji tej oceny. Dokumentacja ma się składać z wniosku zawierającego techniczną informację, pozwalającą na niezależną ocenę zagrożenia dla środowiska, w niezależnych ośrodkach, laboratoriach, czy w innych instytucjach, celem dokonania jej konfrontacji.

Wszelkie sprawy związane z hodowlą, badaniami urzędowymi, rejestracją i ochroną prawną odmian roślin uprawnych, czyli tzw. wyłącznym prawem hodowców oraz prawami twórców reguluje ustawa o nasiennictwie z dnia 24 listopada 1995 (Dz. U. 149, poz. 724) z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 88, 2000, poz. 984) i jej akty wykonawcze regulujące wprowadzanie odmian konwencjonalnych.

MOŻLIWOŚĆ REJESTRACJI ODMIAN TRANSGENICZNYCH

Odmiany transgeniczne można rejestrować w Polsce w oparciu o przepisy wyżej wymienionych ustaw o GMO i o nasiennictwie.

Właściciel i hodowca odmiany transgenicznej jest w rozumieniu ustawy o GMO użytkownikiem GMO, a odmiana jest produktem GMO. Hodowca przed zgłoszeniem odmiany transgenicznej do urzędowych badań rejestrowych ma obowiązek przeprowadzić wymagane prawem wstępne badania polowe oceny wartości gospodarczej odmian, których wyniki są podstawą do przyjęcia odmiany przez COBORU do urzędowych badań rejestrowych. Do rejestru odmian są wpisywane odmiany wnoszące postęp genetyczny i biologiczny oraz przynależne do 141 najważniejszych gospodarczo gatunków roślin uprawnych (Dz. U. Nr 108, 2001 r., poz. 1484).

Na przeprowadzenie badań wstępnych z odmianą transgeniczną użytkownik GMO uzyskuje od Ministra Środowiska zgodę na zamierzone uwolnienie GMO w celach innych niż wprowadzenie do obrotu, zgodnie z art. 34–35 Ustawy GMO. Rozwiązanie takie funkcjonuje w krajach Unii Europejskiej i powinno być stosowane w naszym kraju.

Odmiany roślin uprawnych (w tym transgeniczne), podlegają urzędowym badaniom w sieci doświadczalnej COBORU. Badania są prowadzone w kilkunastu miejscowościach na terenie kraju, przez 2–3 lata, wg standardowych metodyk, w celu określenia interakcji genotypowo-środowiskowej i wartości gospodarczej odmiany. W przypadku odmian transgenicznych (poza pewnymi wyjątkami, związanymi z wymogami bezpieczeństwa) nie przewiduje się innej procedury prowadzenia badań urzędowych oceny wartości gospodarczej. Hodowca zapoznaje COBORU z oceną zagrożenia, które określił zgodnie z art. 8 ustawy o GMO.

Przed wydaniem decyzji rejestrowej dyrektor COBORU informuje hodowcę — użytkownika GMO o wynikach badań. Użytkownik posiadając informację o pozytywnej ocenie przez COBORU jego odmiany transgenicznej występuje z wnioskiem do Ministra

Środowiska o zgodę na wprowadzenie produktu GMO do obrotu, oraz na wykorzystanie odmiany jako żywności do Głównego Inspektora Sanitarnego Kraju w przypadku zastosowania odmian jako żywności. Po uzyskaniu tych zezwoleń odmiana transgeniczna może być wpisana do rejestru odmian COBORU, co jest równoznaczne z jej wprowadzeniem do obrotu. Wpisanie odmiany do rejestru automatycznie upoważnia do wprowadzenia jej materiału siewnego do obrotu i prowadzenia jej produkcji nasiennej. Po zarejestrowaniu odmiany produkcja nasiennej odmiany transgenicznej powinna być prowadzona zgodnie z przepisami o nasiennictwie w części dotyczącej wytwarzania oraz oceny i kontroli materiału siewnego, a także zgodnie z postanowieniami Głównego Inspektoratu Inspekcji Nasiennej i innymi inspekcjami, które są wymienione w ustawie o GMO.

TRYB REJESTRACJI ODMIAN TRANSGENICZNYCH

Sprawy związane z hodowlą, badaniami urzędowymi i rejestracją odmian roślin uprawnych; wyłącznym prawem hodowców (ochroną prawną odmian); prawami twórców odmian roślin reguluje Ustawa o Nasiennictwie z dnia 24 listopada 1995 (Dz. U. 149, poz. 724) z późn. zmianami (Dz. U. Nr 88, poz. 984)

Właściciel — hodowca odmiany transgenicznej jest w rozumieniu ustawy o GMO (art. 3, pkt. 7) użytkownikiem GMO:

- odmiana transgeniczna jest „produktem GMO”,
- odmiana transgeniczna zaliczana jest do kategorii odmian „pochodnych” (Konwencja UPOV z 1991 r.),
- wpisanie odmiany do urzędowego Rejestru Odmian (RO) stanowi podstawę do jej legalnego wprowadzenia do obrotu nasiennego,
- wymóg wpisu do Rejestru Odmian dotyczy zarówno odmian konwencjonalnych, jak również odmian transgenicznych.

Wszelkie sprawy związane z urzędowym badaniem i oceną odmian, prowadzeniem Rejestru Odmian i przyznawaniem hodowcy wyłącznego prawa do odmian należą do właściwości Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej.

Hodowca przed zgłoszeniem odmiany transgenicznej do badań rejestrowych ma obowiązek przeprowadzić wymagane prawem wstępne doświadczenia polowe wartości gospodarczej odmian, których wyniki są podstawą przyjęcia odmiany do urzędowych badań rejestrowych.

Na przeprowadzenie badań wstępnych, użytkownik GMO powinien uzyskać zezwolenie (zgodnie z art. 34, 35, ustawy o GMO) dot. „zamierzonego uwolnienia GMO do środowiska w celach innych niż wprowadzanie do obrotu”.

Zgodnie z art. 10 ustawy o nasiennictwie, odmiany roślin uprawnych podlegają urzędowym badaniom w sieci doświadczalnej COBORU:

- hodowca GMO przedstawia ważne zezwolenie na zamierzone uwolnienie do środowiska,
- czasokres, zakres i metodyka badań, takie jak dla odmian konwencjonalnych,

- uwzględnienie specjalnych wymogów metodycznych, w zakresie bezpieczeństwa stawiane doświadczeniom z GMO,
- hodowca zapoznaje COBORU z oceną zagrożenia, które określi stosownie do art. 8, i art. 34, ustawy o GMO.

Przed wydaniem decyzji rejestrowej dyrektor COBORU informuje hodowcę — użytkownika o wynikach badań. Po pozytywnej ocenie odmiany przez COBORU, użytkownik GMO występuje z wnioskiem do Ministra Środowiska o wydanie zgody na wprowadzenie do obrotu produktów GMO. Następnie występuje o wydanie zgody na wykorzystanie odmiany jako żywności do Głównego Inspektora Sanitarnego Kraju.

Po uzyskaniu tych zezwoleń odmiana transgeniczna może być wpisana do rejestru odmian w COBORU, co jest równoznaczne z jej wprowadzeniem do obrotu.

Po zarejestrowaniu, produkcja nasiennej odmiany GMO powinna być prowadzona zgodnie z przepisami ustawy o nasiennictwie, (w części dotyczącej oceny i kontroli materiału siewnego, zgodnie z postanowieniami Głównego Inspektoratu Inspekcji Nasiennej).

SZCZEGÓŁOWY TRYB POSTĘPOWANIA REJESTROWEGO ODMIAN TRANSGENICZNYCH W ZALEŻNOŚCI OD GATUNKU ROŚLINY UPRAWNEJ

1. Rejestracja odmian transgenicznych (39 gatunków), których odmiany wpisuje się do Rejestru Odmian (RO), po spełnieniu zadawalającej wartości gospodarczej odmian (WGO) (Rozporządzenie MRiRW, z dnia 14 sierpnia 2001, Nr 108, poz. 1184) wymaga:
 - przedłożenia przez hodowcę GMO wniosku rejestrowego wraz z wynikami badań wstępnych odmiany GMO,
 - przedłożenia przez hodowcę GMO ważnego zezwolenia na „zamierzone uwolnienie GMO do środowiska”,
 - prowadzenia przez COBORU urzędowych badań OWT (odrębność, wyrównanie, trwałość) odmiany,
 - prowadzenia przez COBORU urzędowych badań wartości gospodarczej (WGO) odmiany z zachowaniem warunków bezpieczeństwa i wskazanych przez hodowcę zagrożeń dla środowiska wykazanych w zezwoleniu Ministra Środowiska (art. 8 i 24, ustawy o GMO),
 - czasokres, zakres i metodyka badań urzędowych OWT i WGO są takie jak dla odmian konwencjonalnych (z uwzględnieniem zagrożeń dla środowiska).
2. Rejestracja odmian transgenicznych (102 gatunki), których odmiany wpisuje się do RO, wyłącznie na podstawie badań OWT, (bez badań WGO) wymaga:
 - przedłożenia przez hodowcę GMO wniosku o wpisanie odmiany do RO,
 - przedłożenia przez hodowcę ważnego zezwolenia na „zamierzone uwolnienie GMO do środowiska”,
 - prowadzenia przez COBORU urzędowych badań OWT, z zachowaniem warunków bezpieczeństwa i uwzględnieniu wskazanych przez hodowcę zagrożeń dla środowiska wykazanych w zezwoleniu Ministra Środowiska,

- czasokres, zakres i metodyka badań OWT są takie jak dla odmian konwencjonalnych.
- 3. Udzielanie wyłącznego prawa do odmiany i wpisanie do Księgi Wyłącznego Prawa (KO):
 - wystąpienie z wnioskiem do COBORU przez właściciela — hodowcę o przyznanie wyłącznego prawa do odmiany,
 - przedłożenie przez hodowcę ważnego zezwolenia na „zamierzone uwolnienie GMO do środowiska”,
 - rozpoczęcie przez COBORU urzędowych badań OWT i opublikowanie informacji w Diariuszu COBORU o rozpoczęciu procedury przyznania wyłącznego prawa dla zgłaszanej odmiany,
 - czasokres, zakres i metodyka badań OWT są takie jak dla odmian konwencjonalnych, dla których hodowca ubiega się o przyznanie wyłącznego prawa,
 - do ochrony mogą być zgłaszane odmiany transgeniczne gatunków, zarówno podlegających wpisowi do rejestru, jak i tych nie wpisywanych do RO.
- 4. Procedurę wydawania decyzji o wpisaniu odmiany transgenicznej do Rejestru Odmian (RO) i/lub udzielenia wyłącznego prawa do odmiany (KO):
 - przed wydaniem decyzji rejestracji dyrektor COBORU informuje hodowcę — właściciela — użytkownika o wynikach badań,
 - w przypadku pozytywnych wyników, użytkownik odmiany występuje z wnioskiem do Ministra Środowiska o wydanie zgody na wprowadzenie do obrotu produktów GMO (tj. odmiany),
 - wystąpienie o wydanie zgody na wykorzystanie odmiany jako żywności do Głównego Inspektoratu Sanitarnego Kraju,
 - po przedłożeniu pozytywnych pozwoleń odmian zostaje wpisane do RO i/lub KO.
- 5. Wprowadzenie do obrotu odmian transgenicznych gatunków nie podlegających rejestracji (RO):
 - uzyskanie przez właściciela/hodowcę zgody na „zamierzone uwolnienie GMO do środowiska,
 - uzyskanie zgody na wprowadzenie do obrotu odmiany GMO do obrotu,
 - uzyskanie zgody na wykorzystanie odmiany transgenicznej jako żywności,
 - prowadzenie spisu odmian transgenicznych, gatunków nie podlegających rejestracji, które wprowadzono do obrotu.

OCHRONA WŁASNOŚCI INTELEKTUALNEJ — WYŁĄCZNE PRAWO DO ODMIAN

Odmiany transgeniczne należą do kategorii odmian pochodnych, zgodnie z postanowieniami Międzynarodowej Konwencji ds. Ochrony Nowych Odmian (UPOV). Odmianę uznaje się za pochodną, jeżeli istotnie pochodzi od określonej odmiany wyjściowej, zachowuje cechy wynikające z genotypu bądź kombinacji genotypu odmiany wyjściowej i jest wyraźnie odróżnialna określoną cechą od odmiany wyjściowej.

Konwencja UPOV reguluje prawne zależności pomiędzy odmianami pochodnymi zwłaszcza przy komercyjnym wykorzystywaniu tego typu odmian na rynku. Odmiany

konwencjonalne mogą być swobodnie wykorzystywane do celów hodowlanych zgodnie z tzw. prawem hodowcy (ang. breeder's exemption), wynikającym z konwencji UPOV — a wytworzone przy ich udziale nowe odmiany konwencjonalne mogą być rejestrowane i komercyjnie wykorzystywane bez potrzeby autoryzacji ze strony hodowcy odmiany wyjściowej.

Sytuacja prawna w przypadku odmian transgenicznych jest odmienna, ponieważ są to odmiany pochodne. Zgodnie z konwencją UPOV odmiany pochodne mogą być stosowane w programach hodowlanych jako materiał do krzyżowań na zasadach odmian konwencjonalnych, lecz wytworzone przy ich udziale odmiany pochodne nie mogą być komercyjnie wykorzystywane bez autoryzacji właścicieli odmiany wyjściowej. Wprowadzenie każdej z tych odmian na rynek wymaga autoryzacji hodowcy odmiany wyjściowej, a wiąże się to z podziałem korzyściami materialnych wynikających ze stosowania tych odmian jako materiału siewnego.

Podstawy prawne w zakresie ochrony własności intelektualnej w biotechnologii, hodowli i w nasiennictwie odmian transgenicznych

- „Konwencja UPOV” z dnia 19 marca 1991, UPOV Publication, No. 221, 1991,
- „Porozumienie TRIP's” w ramach WTO (1995), WIPO, Publication, No. 223, 1996,
- „Ustawa o Nasiennictwie” z dnia 24 listopada 1995 (Dz. U. 149, poz. 724, z późn. zmianami (Dz. U Nr 88, 2000, poz. 984) (Rozdział III),
- „Prawo własności przemysłowej” (Dz. U., 21. 05. 2001, nr 49, poz. 50).

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Jacek Waga Stanisław Węgrzyn Danuta Boros ¹ Andrzej Cygankiewicz	Wykorzystanie orkisz (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>) do poprawy właściwości odżywczych pszenicy zwyczajnej (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>) Utilization of spelt wheat (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>spelta</i>) for improving the nutritional qualities of common wheat (<i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>vulgare</i>)	3
Janusz Szelaąg Bożena Szelaąg Henryk Cichy Andrzej Woźniak	Problem mrozoodporności pszenżyta ozimego The problem of frost resistance of winter triticale Produkcyjność pszenżyta jarego uprawianego w płodozmianie i monokulturze Productivity of spring triticale in crop rotation and monoculture	17
Andrzej Woźniak	Wpływ przedplonów na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta jarego The influence of forecrops on yielding, weed infestation and state of health of spring triticale	27
Stanisław Węgrzyn Marek Grzywa Tadeusz Śmiałowski	Ocena zdolności kombinacyjnej odmian i rodów jęczmienia jarego browarnego dla plonu i odporności na mączniaka Combining ability of varieties and strains of brewery spring barley for yield and resistance to powdery mildew	35
Marek Grzywa Tadeusz Śmiałowski	Zastosowanie translokacji do lokalizacji genów krótkoźdźbłowości u mutantu jęczmienia odmiany Delisa. Część I. Utilization of translocation for localization of short straw genes of barley mutant from Delisa variety. Part I.	45
Kazimierz Noworolnik Danuta Leszczyńska	Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem Comparison of response of spring barley cultivars to nitrogen fertilization	57
Danuta Mackiewicz-Karolczak Zbigniew Broda	Ocena efektywności krzyżowań międzygatunkowych w rodzaju <i>Secale</i> Estimation of the efficiency of interspecific crosses in genus <i>Secale</i>	67
Zbigniew Broda Sylwia Mikołajczyk	Indukowanie haploidów żyta (<i>Secale cereale</i> L.) Induction of haploids in rye (<i>Secale cereale</i> L.)	73
Sławomir Podlaski Hanna Wzorek Zofia Chrobak	Wpływ pobudzania nasion kukurydzy na ich wigor oraz wzrost i plon roślin The effect of maize seed priming on their vigour, growth and yield of plants	83
Anna Głuska	Pomiary ubytku masy odciętych liści ziemniaka jako metoda pośredniej oceny różnic odmianowych w efektywności działania aparatów szparkowych Measurements of leaf weight losses as a method of assessment of differences in stomatal efficiency of potato genotypes	93

Anna Wierzbicka Wojciech Goliszewski	Wpływ przygotowania sadzeniaków i nawożenia azotem na plonowanie wczesnych odmian ziemniaka Aksamitka i Gloria, zbieranych w trzech terminach The influence of seed preparation and nitrogen fertilization on yield of the early potato varieties Aksamitka and Gloria harvested at three terms	117
Barbara Sawicka	Syntetyczne regulatory wzrostu Mival i Moddus 250 ME w uprawie ziemniaka Część II. Wpływ regulatorów wzrostu na strukturę plonu bulw The synthetic growth regulators Mival and Moddus 250 ME in potato cultivation Part II. The influence of growth regulators on structure of the tuber yield	131
Jadwiga Komorowska-Jędrus Teresa Ohanowicz Bożena Szewczyk	Ocena ciemnej plamistości poudarzeniowej bulw ziemniaka Evaluation of potato tubers to after-wounding blackspot	147
Marianna Szutkowska Barbara Lutomirska	Wpływ środowiska i niektórych czynników agrotechnicznych na porażanie się bulw ziemniaka parchem zwykłym Influence of environmental conditions and agriculture factors on tubers infection with <i>Streptomyces scabies</i>	153
Zygmunt Staszewski Zbigniew Bodzon	Przydatność genu <i>lp</i> do zwiększenia plonowania nasiennego lucerny siewnej (<i>Medicago sativa</i> L.) Usefulness of <i>lp</i> gene for improvement of seed yield potentials in lucerne (<i>Medicago sativa</i> L.)	167
Janusz Prusiński	Analiza plonowania tradycyjnej i samokończącej odmiany łubinu białego (<i>Lupinus albus</i> L.) w zależności od obsady roślin Yield analysis of traditional and self-completing white lupin (<i>Lupinus albus</i> L.) varieties in relation to plant density	175
Franciszek Rudnicki Anna Wenda-Piesik	Przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami jarymi na glebach kompleksów psennych Część I. Przydatność odmian grochu do mieszanek z jęczmieniem jarym Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring cereals cultivated on wheat soil complex Part I. Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring barley	189
Franciszek Rudnicki Anna Wenda-Piesik	Przydatność odmian grochu do mieszanek ze zbożami jarymi na glebach kompleksów psennych Część II. Przydatność odmian grochu do mieszanek z pszenżytem jarym Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring cereals cultivated on wheat soil complex Part II. Usefulness of pea cultivars for mixtures with spring triticale	199
Agnieszka Osińska Zbigniew Laudański	Metody statystyczne w ocenie materiałów kolekcyjnych soi Część II. Współzależność wybranych cech Statistical methods in evaluation of soybean collection materials Part II. Relationship between chosen characters	207
Helena Pokojńska	Wpływ jakości nasion bobiku (<i>Vicia faba</i> L.) na wschody polowe, plon, jego strukturę i jakość zebranych nasion Effect of quality of faba bean (<i>Vicia faba</i> L.) seed on field emergence, seed yield, yield structure and quality of harvested seeds	225

Krystyna Kolasińska Barbara Wiewióra	Wpływ zawartości tanin w nasionach bobiku <i>Vicia faba</i> L. na zdolność kiełkowania, wigor, zdrowotność i plon nasion The influence of tannin content in faba bean seeds (<i>Vicia faba</i> L.) on germination, vigour, health and yield of seeds	235
Krystyna Kolasińska Elżbieta Małuszyńska	26 Kongres Międzynarodowego Związku Oceny Nasion — ISTA Angers/Francja, 2001 26 th Congress of the International Seed Testing Association — ISTA Angers/France, 2001	253
Edward Gacek	Przewidywane procedury rejestracji i kontroli uprawy odmian transgeniczných w Polsce Expected procedures of registration and cultivation control of transgenic cultivars in Poland	257