



Pszenżyto odmiany Sorento

Fot. Bogusław Łapiński

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 233/2004



Pszenżyto odmiany Sorento. Fot. *Bogusław Łapiński*

RADZIKÓW 2004
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

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

Komitety Redakcyjne:

Editorial Committee:

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

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o.

Dr inż. Julian Belotti 1926–2004



Wspomnienie

Dr inż. Julian Belotti urodził się 16 czerwca 1926 roku w Stanisławowie na Podolu. W 1943 roku wstąpił na ochotnika do 3 Dywizji Wojska Polskiego. Brał udział i w wyzwoleniu Pragi, w walkach na przyczółku warecko-magnuszewskim, gdzie został po raz pierwszy ranny. W grudniu 1944 roku został skierowany do Oficerskiej Szkoły Saperów i mając 17 lat otrzymał stopień oficerski. Z 13 Samodzielnym Batalionem Saperów przy 6 Dywizji Piechoty I Armii Wojska Polskiego przeszedł szlak bojowy poprzez Wał Pomorski, Kołobrzeg, Odrę, aż do Łaby. Biorąc udział przy rozminowywaniu Śląska cieszyńskiego, 13 września 1945 został ciężko ranny w nogę i skutki tego dotkliwie odczuwał do końca życia. Za zasługi poniesione w czasie służby wojskowej został odznaczony Krzyżem Walecznych, Srebrnym Krzyżem Zasługi, Medalem za Warszawę, Medalem za Odrę, Nysę, Bałtyk, Medalem Zwycięstwa i innymi. Wśród wielu jeszcze innych odznaczeń posiadał to, które najbardziej cenił, Krzyż Virtuti Militari i Krzyż Kawalerski Odrodzenia Polski.

Mocny duchem w 1948 roku we Wrocławiu złożył egzamin dojrzałości, a w 1952 roku otrzymał dyplom ukończenia Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie, gdzie już w czasie studiów pracował jako asystent w Katedrze Meteorologii i Klimatologii. Następnie, od początku założenia Stacji Oceny Nasion w Sandomierzu, 1 kwietnia 1952 roku, pełnił nieustannie funkcję kierownika. W 1964 Stacja Oceny Nasion została przekształcona

w ekspozyturę SON w Kielcach, a w 1970 roku dołączyła do Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin jako jednostka organizacyjna Zakładu Metodyki Oceny Nasion.

Dr inż. Julian Belotti dołączył do grona pracowników naukowych Instytutu z dorobkiem poprzednich swoich lat pracy. Wtedy, jeszcze jako magister inżynier, bardzo aktywnie włączył się we wszystkie prace Zakładu, stał się niezastąpionym pracownikiem, znawcą zagadnień metodyki oceny nasion, nasionoznawstwa i nasiennictwa. Był wieloletnim pracownikiem naukowo-badawczym, kierownikiem badawczego i arbitrażowego Laboratorium Nasiennego IHAR w Sandomierzu. Współpracował z Inspekcją Nasienną, szkolił analityków nasiennych. Zawsze znajdował czas na konsultowanie bieżących zagadnień stwarzających problemy w praktycznej ocenie nasion. Realizując programy badawcze, rozpoczął prace doświadczalne nad biologią kiełkowania nasion esparcety, które stały się podstawą Jego dysertacji doktorskiej w 1975 roku. Od 1970 roku był członkiem Międzynarodowego Związku Oceny Nasion i członkiem Komitetów Technicznych ISTA: Próbobrania i Nasion Otoczkowanych. Brał udział w konferencjach, seminariach i warsztatach międzynarodowych. Już w tamtych latach wprowadzał do Polskich Norm elementy standardów europejskich i międzynarodowych. Wraz z zespołem pracowników prowadził badania nad nowymi technologiami w nasiennictwie. Opracował wiele urządzeń, dwa z nich opatentował. Jednocześnie rozbudowywał Laboratorium Technologiczne i organizował nowe pracownie w miarę uzyskiwanych środków finansowych, o które zabiegał wszelkimi możliwymi sposobami. Stworzył zaplecze szkoleniowe w przebudowanym na ten cel obiekcie gospodarczym. Pod Jego kierownictwem zorganizowano i prowadzono pole doświadczalne w Obrazowie, zbudowano magazyn nasienny i pracownię oceny czystości nasion.

Prawie całe życie mieszkał z rodziną w służbowym mieszkaniu, wydzielonym w budynku Laboratorium Technologicznego, marząc o budowie własnego domu. Wreszcie rozpoczął budowę. Budował mozolnie przez wiele lat, sadził drzewa we własnym sadzie. Po latach, prawie pod koniec pracy zawodowej, zrealizował swoje marzenia. Przeprowadził się do własnego domu i zamieszkał w nim z żoną i synem, a sad prowadził do końca życia. Zbudował dom, posadził drzewa, miał syna i córki; pozostawił siedmioro wnucząt.

Dr inż. Julian Belotti był wspaniałym technologiem, kierownikiem i organizatorem, autorem publikacji naukowych i upowszechnieniowych, wykładowcą, wychowawcą i autorytetem dla całych pokoleń pracowników nasionoznawstwa i oceny nasion. Odszedł wspaniały współpracownik i serdeczny kolega. Tak wiele było dokonań w jego życiu, że trudno jest to wszystko opisać. Żal z powodu jego odejścia jest tym większy, że niemal równocześnie zlikwidowano Laboratorium Technologiczne w Sandomierzu — dzieło Jego życia. Nadeszły nowe czasy i zdecydowano o innym przeznaczeniu tej placówki. Dr inż. Julian Belotti na zawsze jednak pozostanie w historii i dobrej pamięci polskiego nasiennictwa i nasionoznawstwa oraz w pamięci współpracowników, koleżanek i kolegów, specjalistów analityków nasiennych. Będzie nam przypominał o wartościach, które powinny być obecne w naszej codziennej pracy.

*dr Krystyna Grzelak
dr Krystyna Kolasińska*

MARIA RAKOWSKA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Profesor Tadeusz Wolski — w osiemdziesiąte urodziny

OSOBOWOŚĆ ORAZ WKŁAD DO NAUKI POLSKIEJ I ŚWIATOWEJ

„Hodowla roślin jest szczególnym zawodem, tak jak większość twórczych działań człowieka jest w pewnej mierze sztuką. Hodowla zbóż ma przy tym urok szczególny bezpośrednie chleba naszego powszedniego przysparzanie” mówił prof. Wolski podsumowując 50-lecie prac swoich i zespołu młodych hodowców, którym kierował.

Przez całe swe życie pracę tę traktował jako powołanie, był nią całkowicie pochłonięty, zafascynowany. Pochodził z rodziny Janaszów, o wieloletnich tradycjach w zakresie hodowli roślin. Dziad jego — Aleksander Janasz założył firmę w 1880 roku. Tadeusz Wolski już jako 16-letni młodzieniec rozpoczął pracę w dziedzinie hodowli zbóż pod kierunkiem swej matki Marii z Janaszów Wolskiej. Po uzyskaniu matury na tajnych kompletach w okresie okupacji niemieckiej, ukończył studia rolnicze na SGGW w 1948 roku. Stopień doktora nauk rolniczych uzyskał w 1967 roku w zakresie badań nad chowem wsobnym żyta. W 1976 roku został powołany na stanowisko docenta w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. Tytuł profesora nadała mu Rada Państwa w roku 1989.

W ciągu swej pracy twórczej prof. Wolski wraz z zespołem, którym kierował zarejestrował 57 nowych odmian zbóż. Całość tych prac należy zaliczyć do największych osiągnięć nauki na rzecz rolnictwa nie tylko polskiego, ale i światowego.

Odmiany zbóż: żyta, pszenicy i pszenżyta zostały kreowane w oparciu o naukowe metody genetyki, cytologii, znajomość biochemii, fitopatologii, gleboznawstwa i nawożenia a nawet żywienia i technologii żywności.

Prof. Wolski jest powszechnie znanym na świecie autorytetem, dzięki swej głębokiej wiedzy, doświadczeniu i talentowi w kreowaniu nowych odmian pszenicy, żyta a zwłaszcza pszenżyta, uprawianych w wielu krajach Europy od Skandynawii po Portugalię, a także w USA, Kanadzie, Brazylii, Australii i Nowej Zelandii oraz Południowej Korei. Jego osiągnięcia, jak podkreśla w swych wypowiedziach i publikacjach, zawdzięczają wiele współpracy międzynarodowej, a bezpośrednio polskim ośrodkom naukowym. Wśród tych ostatnich należy wymienić: Akademię

Rolniczą w Lublinie i jej profesorów Jerzego Korohodę, Czesława Tarkowskiego i Danutę Miazgę; Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, a w nim profesorów Andrzeja Anioła i Marię Rakowską oraz Akademię Rolniczą we Wrocławiu i jej profesora Antoniego Biskupskiego.

Prof. Wolski, pomimo upaństwowienia firmy hodowlanej Janaszów oraz jego rodzinnego majątku Dańków, pracuje bez przerwy nad hodowlą zbóż na stanowisku głównego hodowcy początkowo w Poznańskiej Hodowli Roślin, a następnie w państwowej firmie Danko. Swoją postawą i pracowitością jest wzorem dla młodych adeptów hodowli zbóż, których zapala do pracy swoim entuzjazmem, pomimo niskich uposażeń i skromnych nagród z tytułu rejestracji nowych odmian. Brał żywy udział w międzynarodowych kongresach genetyki i hodowli zbóż, sympozjach europejskich tzw. EUCARPIA Żyta i Pszenicy. Wielokrotnie wygłaszał wiodące referaty i przewodniczył sesjom. Szczególnie cenne i ogólnie pożądane były jego wypowiedzi w dyskusjach.

W uznaniu zasług prof. Wolskiego dla nauk rolniczych powołano go na członka Królewskiej Akademii Nauk Rolniczych i Leśnych Szwecji, Akademii Nauk Rolniczych Francji, a w roku 2000 na członka korespondenta Polskiej Akademii Nauk. Wyższe uczelnie: SGGW w roku 1992 oraz Akademia Rolnicza w Lublinie w roku 1998 nadały mu tytuły doktora *honoris causa*.

Spośród 130 tytułów prac ogromną większość stanowią publikacje w czasopismach polskojęzycznych: Postępy Nauk Rolniczych, Nowe Rolnictwo oraz Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. Godnym uwagi jest fakt, że mimo biegłej znajomości trzech języków, publikował przede wszystkim dla polskich odbiorców. Jest to wyrazem patriotyzmu autora.

Pracy nad trudną hodowlą żyta, jako rośliny obcopolnej, poświęcił Wolski obszerne rozdziały w książce „Biologia żyta” pod redakcją prof. Czesława Tarkowskiego (PWN, 1983).

Rozdziały te obejmują: historię hodowli żyta w Europie i w Polsce, kierunki hodowli oraz metody oceny żyta, metody hodowli, a także osiągnięcia w pozyskiwaniu nowych odmian i ocenę postępu w tej dziedzinie.

Uprawa żyta w Polsce przekraczała jego zapotrzebowanie na produkcję chleba. Nadwyżkę żyta przeznaczano na paszę, mimo że w porównaniu z pszenicą i pszenżytem jest gorzej wykorzystywane przez zwierzęta jednożołądkowe: trzodę i drób (zawiera ono bowiem substancje hamujące trawienie).

Przewidywania prof. Wolskiego dotyczące przyszłości uprawy żyta w Polsce są dla tego zboża bardzo korzystne. Uważa on, że jeśli w kreowaniu nowych odmian nie zostaną zatraczone główne zalety tej rośliny takie jak małe wymagania glebowe i wilgotnościowe, wynikające głównie z rozbudowanego systemu korzeniowego, tolerancje na zachwaszczenie i zakwaszenie gleb, a także odporność na choroby zbóż, żyto powinno pozostać w Europie Środkowej i Wschodniej jedną z głównych roślin zbożowych — źródłem pożywnego i smacznego chleba.

OSIĄGNIĘCIA W HODOWLI NOWYCH ODMIAN ŻYTA

W oparciu o genotyp żyta Dańkowskie selekcyjne, które wytworzył jeszcze Aleksander Janasz w końcu XIX stulecia, Wolski wyhodował odmianę Dańkowskie Złote (1968), które uprawiano w Polsce powszechnie przez ponad 20 lat. Udoskonalona odmiana tego żyta — Dańkowskie Nowe (1976) o sztywniejszej słomie i obniżonej skłonności do porastania zarejestrowano i uprawiano w większości krajów Europy i poza nią w Kanadzie i Korei Południowej.

Dalsze prace nad doskonaleniem odmian żyta zmierzały do poprawy jakości mąki i pieczywa, przez wprowadzenie do krzyżowań szeregu odmian szwedzkich, austriackich, niemieckich, fińskich i holenderskich. Otrzymano pierwszą odmianę o poprawionej wartości wypiekowej Amilo (1989). W dalszych pracach uzyskano serię odmian tego typu m.in. Warko (1991) i Modeno (1996).

OSIĄGNIĘCIA W HODOWLI NOWYCH ODMIAN PSZENICY

Już w latach siedemdziesiątych Prof. Wolski wykorzystał regułę znaną pod nazwą „harvest index”. Polega ona na przesunięciu syntezy masy organicznej na zwiększoną produkcję ziarna kosztem syntezy masy organicznej całej rośliny — odmiany krótkosłome.

Regułę tę wykorzystał w swej pracy nad pszenicą dr Norman Borlaugh, wprowadzając do głodujących Indii i Pakistanu, wysoko plenne pszenice krótkosłome (półkarłowe). Jego prace zostały nagrodzone pokojową nagrodą Nobla w roku 1970.

Polska pierwsza półkarłowa odmiana pszenicy Wolskiego — Grana (1976 rok) uprawiana była na ok. 50% gleb pszennych Polski przez ponad 20 lat.

W dalszych pracach nad pszenicą w zespole pod kierunkiem prof. Wolskiego, szczególną uwagę poświęcono poprawie wartości wypiekowej mąki, odporności na choroby i plenności. Uzyskano pierwszą odmianę o tych cechach w 1988 roku pod nazwą Begra, a następnie dalsze: Lanca, Panda, Luna, Alba. Wszystkie wymienione odmiany o krótkiej i sztywnej słomie są odporne na wyleganie.

OSIĄGNIĘCIA W HODOWLI PSZENŻYTA

Hodowla pszenżyta uzyskanego z międzygatunkowego skrzyżowania pszenicy i żyta, jako pierwszy gatunek całkowicie otrzymany przez człowieka, zainteresowała wielu genetyków i hodowców ostatniego 50-lecia.

Prof. Wolski rozpoczął prace nad pszenżytem w roku 1968, koncentrując się na heksaploidalnej formie tego zboża o pełnym genomie żyta. Wyszedł z założenia, że najwyższy potencjał fotosyntetyczny pszenżyta w stosunku do innych zbóż stwarza możliwość uzyskania znacznego postępu w jego plenności. Jako główny hodowca firmy Danko, poświęcił pszenżytu wiele uwagi, widząc, że ten gatunek jest szczególnie przydatny w naszych warunkach klimatycznych i wysokim udziale gleb lekkich o niskim pH. Pszenżyto o korzystniejszych walorach paszowych dla zwierząt jednożołądkowych (drób, świnie) dostarcza też miękkiej słomy o lepszych walorach paszowych dla

przeżuwalności. Doskonalenie odmian pszenżyta może prowadzić do uzyskania form przydatnych do produkcji pieczywa, wyrobów ciastkarskich i płatków śniadaniowych. Wymagania glebowe pszenżyta pozwalają na uprawę tego zboża na b. dobrych i dobrych kompleksach gleb żytnich, co sprawia, że może ono zastąpić nadprodukcję żyta, przeznaczanego uprzednio na pasze.

Hodowlę pszenżyta w firmie Danko prowadzono równolegle w dwóch stacjach, różniących się klimatycznie: w Laskach na Mazowszu w części środkowej Pasa Wielkich Dolin, o klimacie ostrzejszym i w Choryni w zachodniej Polsce o klimacie łagodnym. Po uzyskaniu pierwszych zarejestrowanych odmian (Lasko, Dagro, Grado) prof. Tarkowski i prof. Wolski nakreślili model (ideotyp) odmiany pszenżyta o cechach najbardziej pożądanym w warunkach klimatycznych i glebowych Polski (*vide* Biologia pszenżyta, 1989; str. 172). Spełnienie wymagań ujętych w 24 punktach zawiera wskazania dla Hodowców w zakresie doskonalenia nowych odmian.

W celu osiągnięcia pożądanym cech wprowadzono szereg testów opartych na wcześniejszych badaniach biochemicznych:

1. oznaczenie tolerancji siewek na zakwaszenie gleb i wysokie stężenie glinu, toksycznego dla rozwoju systemu korzeniowego (wg Anioła, 1977.),
2. test Hagberga Pertena (1975), pomiar tzw. liczby opadania, jako wskaźnik skłonności ziarna pszenżyta do przedźniwnego porostu,
3. analizę zawartości białka w ziarnie,
4. oznaczenia składu aminokwasów,
5. szereg testów na podatność na zakażenia grzybowe (skłonność do chorób),
6. po uzyskaniu odpowiedniej ilości ziarna z poletek doświadczalnych prowadzono testy żywieniowe na zwierzętach doświadczalnych, kurczętach — wzrostowe, szczurach laboratoryjnych — sprawnościowe,
7. testy na wydajność młynową i próbne wypieki chleba w ujednoliconym warunkach laboratoryjnych.

Jednocześnie stosowano klasyczne metody określania potencjału produkcyjnego odmian jak pomiary długości kłosa, liczby kłosków w kłosie, liczby ziaren w kłosku, średniej masy ziaren w kłosku, masę 1000 ziaren — (benedyktyńska praca wielu zasłużonych pracowników technicznych). W polu prowadzono szereg pomiarów i obserwacji oraz selekcję roślin.

Elementem najbardziej twórczym w pozyskiwaniu nowych odmian pszenżyta o coraz lepszych cechach rolniczych jest dobór odpowiednich genotypów pszenicy i żyta jako nośników pożądanym genów. Niezmiernie ważne korzyści w rozwoju hodowli pszenżyta dała otwartość prof. Wolskiego na współpracę z zespołem prof. Tarkowskiego oraz z Instytutem Hodowli i Aklimatyzacji Roślin jak też rozległa współpraca z wieloma ośrodkami hodowli na świecie. W tym względzie uwypukla się rola prof. Wolskiego jako głównego hodowcy.

Ożywioną współpracę polegającą na wymianie poglądów i materiałów siewnych pszenżyta, żyta i pszenicy prowadzono z CIMMYT w Meksyku (Borlaugh, Varugeze), z hodowcami w Kanadzie (Shebeski, Zilinsky, Larter), USA (Jenkins, Metzger, Gustafson, Nalepa, Łukaszewski), Australii (Darvey), Niemczech (Geiger, Oetler, Krolow), Szwecji

(Skowmand, Münzing, Person), Francji (Bernard), b. ZSSR (Kobyliński, Pissariw), Włoszech (Fossati) i na Węgrzech (Kiss).

W swym przemówieniu z okazji doktoratu *honoris causa* na SGGW prof. Wolski mówił, że nowe odmiany są jakby współtworzone wysiłkiem całej rzeszy kooperujących ze sobą ludzi na świecie. Pierwsza polska odmiana pszenżyta Lasko powstała przy wykorzystaniu plazmy zarodkowej węgierskich i amerykańskich pszenżyty oraz polskich odmian pszenicy i żyta. Lasko zarejestrowane w Republice Federalnej Niemiec w 1982 roku, stało się najszerzej uprawianą odmianą tego zboża na świecie, chociaż nie znalazło się w uprawie w Polsce ze względu na słabą zimotrwałość.

Zdobyte doświadczenia w praktyce tworzenia nowych odmian tego zboża zawarł prof. Wolski pisząc bardzo wartościowe i chyba unikalne w skali światowej „Kierunki hodowli pszenżyta oraz metody jego oceny” oraz „Metody hodowli pszenżyta”, stanowiące rozdziały w książce pt. „Biologia pszenżyta” pod redakcją prof. Czesława Tarkowskiego (1989).

NOWE ULEPSZONE ODMIANY PSZENŻYTA

Do uprawy w Polsce weszły odmiany pszenżyta Grado i Dagro o ulepszonej zimotrwałości. Pochodzą one ze skrzyżowania kanadyjskich i węgierskich odmian pszenżyta z pszenicami Graną i linią francusko-meksykańską oraz z żytem Dańkowskie Złote. Późniejsze odmiany o poprawionej plenności, odporności na wyleganie i zimotrwałość to pszenżyta Presto, Tewo, Moreno i Wero. Przy wykorzystaniu meksykańskich linii jarych, poprawiono wartość wypiekową w odmianach pszenżyta Salwo, Bolero i Moniko.

Wprowadzone do uprawy w Polsce wyżej wymienione odmiany wraz nowymi odmianami IHAR spowodowały gwałtowny wzrost areалу uprawy nowego zboża z ok. 20 tys. ha w 1985 roku do ok. 800 tys. ha w 1992 roku.

W skali europejskiej najszerzej uprawianą odmianą Wolskiego było Presto zarejestrowane w Szwecji, Danii, Francji i w Niemczech pod nazwą Alamo.

Nowsza odmiana Prego, powstała z matecznej odmiany Lasko, o znacznie lepszej zimotrwałości i odporności na wyleganie poprzez wprowadzenie dominującego genu karłowatości *HI* żyta, formy prof. Kobylińskiego z Petersburga. Dalszy postęp w hodowli pszenżyta pod kierunkiem Wolskiego osiągnięto w postaci form półkarłowatych z wymienionym genem *HI* żyta. Charakteryzują się one głęboko sięgającym systemem korzeniowym oraz wysoką masą 1000 nasion, co w sumie powoduje wyższą plenność. Odmiany te pod nazwą Fidelio i Pinokio zostały zarejestrowane w Polsce w 1996 roku, a następnie w Szwecji i Finlandii, gdzie weszły do uprawy.

ANDRZEJ BICHONSKI

Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Kraków

Zróznicowanie i genetyczne uwarunkowanie wybranych cech wartości technologicznej pszenicy ozimej

Variation and genetic determination of some quality characters in winter wheat

Oznaczono wskaźniki wartości technologicznej odmian wzorcowych i rodów pszenicy ozimej z doświadczeń hodowlanych ze zbioru w latach 1997–1999. W trzyletnim okresie badań oszacowano współczynniki zmienności (CV%) oraz współczynniki zmienności fenotypowej (CVp) i genotypowej (CVg) i współczynnik odziedziczalności dla: liczby sedymentacji, liczby opadania, zawartości białka, wodochłonności mąki, rozwoju ciasta, stałości ciasta, liczby jakości, rozmiękczenia ciasta, ilości glutenu, indeksu glutenu, objętości chleba, liczby wartości chleba i wymiadowości mąki. Wpływ czynników środowiskowych był najwyższy dla rozwoju ciasta i ilości glutenu. Odziedziczalność cech była wysoka dla indeksu glutenu i liczby sedymentacji.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, odziedziczalność, wartość technologiczna

Quality parameters were evaluated for strains and check cultivars of winter wheat from breeding trials of the years 1997–1999. The following coefficients were estimated: for variability (CV%), phenotypic variability (CVp), genotypic variability (CVg) and heritability (H) for the following characters: falling number, protein content, water absorption, dough development time, stability of dough, quality number, degree of softening, gluten content, gluten index, volume of bread, estimated crumb of bread and flour yield. The interaction effect of objects with localities was the highest for dough development time and gluten content. The expressed heritability was high for gluten index and sedimentation value.

Key words: heritability, technological quality, winter wheat

WSTĘP

W związku z zainteresowaniem hodowców pszenicy wartością technologiczną nowych rodów, prowadzone są systematyczne badania zmierzające do poznania uwarunkowań genetycznych wpływających na wartość wypiekową mąki pszennej. Biorąc pod uwagę konsumpcyjne znaczenie pszenicy, prowadzi się obecnie szczególnie silną selekcję pod względem właściwości cech technologicznych. Głębsze poznanie tych zależności powinno przyczynić się do wzrostu efektywności prac hodowlanych, a w konsekwencji do

uzyskania wartościowych odmian. Mimo iż w ostatnich latach zaobserwowano znaczący postęp w hodowli rekombinacyjnej, to jednak w dalszym ciągu brak jest nowych odmian w najwyższej klasie jakości „E”. Jak podaje Pilch i wsp. (1999) aktualnie uprawiane odmiany i materiały hodowlane zaliczane są do klasy „A”, a nieliczne dorównują odmianie wzorcowej Begra. Według Pochaby i Węgrzyna (2000) poznanie zmienności cech i ich współzależności prowadzi do wyboru właściwych metod selekcji i wielkości selekcionowanej populacji. Bergman i wsp. (2000) uważają, że chleb powinno się piec tylko z mąki o najwyższej jakości wypiekowej i tylko taki surowiec powinni dostarczać rolnicy przemysłowi. Ponadto jakość uzyskanej mąki ma ogromny wpływ na wartość rynkową pszenicy. Hodowla jakościowa była zawsze trudna i złożona, gdyż jej cechy są powiązane z genetycznymi i środowiskowymi czynnikami. Atlin i wsp. (2001) zauważyli, że w niektórych krajach brak jest rolniczego centrum zwracającego większą uwagę na miejscowe genotypy, lepiej zaadaptowane do danego środowiska. Wymienieni autorzy uważają, że jedynie korzystna interakcja pomiędzy genotypem i środowiskiem jest ważną wykładnią mogącą przyczynić się do postępu genetycznego, a tym samym poprawy wartości cech. O roli genetycznej kontroli cech jakościowych informuje również Chalmers i wsp. (2001). O złożoności procesu dziedziczenia się cech jakościowych i poligenicznej specyfiki zachodzących procesów donosi Barnard i wsp. (2002).

Zatem celem tej pracy jest poznanie uwarunkowań genetycznych ważniejszych cech wpływających na wartość wypiekową mąki pszennej.

MATERIAŁ I METODA

Materiał badawczy stanowiły rody i odmiany wzorcowe pszenicy ozimej, które były badane w ramach dwóch doświadczeń tj. wstępnych i przedwstępnych pochodzących z 5 do 8 miejscowości przez 3 lata. Ogółem oceniono około 420 rodów pod względem 13 cech, tj.: liczby sedymentacji, liczby opadania, procentowej zawartości białka ogółem, wodochłonności mąki, czasu rozwoju ciasta (lata 1997 i 1998) i jego stałości, liczby jakości, rozmiękczenia ciasta, zawartości glutenu mokrego i oznaczenia indeksu glutenu, objętości uzyskanego po wypieku chleba, liczby wartości chleba i wymiałowoci mąki według metod podanych przez Cygankiewicza (1997).

Uzyskane wyniki z lat i miejscowości opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji według dwukierunkowej klasyfikacji. Rozdzielono zmienność całkowitą na składniki związane ze środowiskami, składnik wynikający z różnic genetycznych między genotypami i pozostały składnik, będący interakcją genotypu ze środowiskiem. Ostatnio wymieniony składnik wykorzystano jako mianownik dla testu F przy weryfikacji hipotez o składnikach głównych. Ze średnich kwadratów dla genotypów i interakcji genotypowo-środowiskowej oszacowano współczynniki genetycznego uwarunkowania cech (H), jako odpowiedniki współczynników odziedziczalności (h^2), według wzoru podanego przez Węgrzyna i wsp. (2002), gdzie H jest współczynnikiem genetycznego uwarunkowania cechy. Te same składniki analizy wariancji pozwoliły na obliczenie współczynników zmienności genotypowej (CV_g) i fenotypowej (CV_p) według wzorów podanych przez Węgrzyna i Bichońskiego (2001). Współczynniki zmienności genotypowej i fenotypowej

charakteryzują odpowiednią zmienność pomiędzy badanymi obiektami. Następnie dla każdej cechy obliczono ważone współczynniki genetycznego uwarunkowania, zmienności genotypowej i fenotypowej z trzyletniego okresu badań. Aby ocenić jak duża jest interakcja genotypowo-środowiskowa, wyrażono ją w procentach średniej ważonej. Wartości CV do 5% wskazują, że średni kwadrat dla interakcji genotypowo-środowiskowej jest uwarunkowany wyłącznie przyczynami losowymi, natomiast wyższe wartości CV są powodowane obecnością tej interakcji (Węgrzyn i in., 2002).

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wariancji przeprowadzona dla 13 cech jakościowych określająca wartość wypiekową pszenicy (tab. 1) wykazała wysoce istotne zróżnicowanie środowisk pod względem badanych cech i w większości wypadków także istotne zróżnicowanie genotypów. Jedynie dla rozwoju ciasta i liczby wartości chleba stwierdzono brak różnic między badanymi obiektami, przy stosunkowo dużym błędzie dla liczby wartości chleba. Obejmował on zarówno interakcję pomiędzy obiektami a środowiskiem, jak i błąd losowy doświadczenia.

Wysokie wartości współczynników zmienności dla liczby sedymentacji, liczby opadania, stałości ciasta, liczby jakości, liczby opadania, stałości ciasta, indeksu glutenu i rozwoju ciasta, przy nieistotnej zmienności badanych genotypów dla rozwoju ciasta może być spowodowane wysokim wpływem interakcji genotypowo-środowiskowej. Niskie wartości omawianego współczynnika dla zawartości białka, wodochłonności mąki, ilości glutenu, objętości chleba, liczby wartości chleba i wymiałowoci mąki wskazuje, że uzyskana interakcja genotypowo-środowiskowa wynika wyłącznie z przyczyn losowych (Węgrzyn i Bichoński, 2001). Na duże zróżnicowanie i występującą zmienność cech wartości wypiekowej zwracają uwagę Lonc i wsp. (1983, 1989, 1993), Maloo (1987), Lonc i Zalewski (1995), Bergman i wsp. (2000), Wiersma i wsp. (2001).

Współczynniki genetycznego uwarunkowania (H) charakteryzowały się przeważnie wysokimi wartościami (tab. 2). Jego najwyższe wartości zaobserwowano dla indeksu glutenu, objętości chleba, stałości ciasta, wodochłonności mąki i liczby sedymentacji. Niskie wartości współczynnika genetycznego uwarunkowania oznaczono dla liczby opadania i ilości glutenu. Podobne wyniki dla cech jakościowych pszenicy otrzymał Bichoński (1998). O wpływie genotypu na wartość wypiekową mąki pszennej informuje również Igrejas i wsp. (2001). Eagles i wsp. (2002) dla cech oznaczanych farinograficznie otrzymali współczynniki odziedziczalności na poziomie 0,66, 0,77, 0,55, a dla białka z mąki 0,36.

W tabeli 1 zamieszczono również współczynniki zmienności fenotypowej (CV_p) i genotypowej (CV_g) obliczone dla trzech lat badań. Dostarczają nam one informacji nie tylko o walorach użytkowych badanych form, lecz jednocześnie wskazują na zjawiska genetyczne zachodzące w badanych cechach wartości wypiekowej.

Tabela 1

Analiza wariancji, średnie i współczynniki: zmienności (CV%) dla badanych cech w latach 1997–1999
Analysis of variance and means, coefficients of variability (CV%) for the investigated traits in the years 1997–1999

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat dla:— Mean squares for:												
		liczby sedymen- tacji z SDS sedimenta- tion value (cm ³)	liczby opadania falling number (s)	zawarości białka protein content (%)	wodo- chłon- ności mąki water absorption (cm ³)	rozwóju ciasta dough develop- ment time (min.)	stałości ciasta stability of dough (min)	liczby jakości quality number (mm)	rozmiękcze- nia ciasta degree of softening (jB.)	ilości glutenu gluten content (%)	indeksu glutenu gluten index	objętości chleba volume of bread (cm ³)	liczby wartości chleba estimated crumb of bread	wydaj- ności mąki flour yield (%)
Miejscowości Localities (P)	6	1119,37**	8369,75**	8,00**	30,90**	5,7344**	15,70**	1202,77**	1442,24**	77,18**	1043,81**	2018,28**	1036,87**	24,10**
Obiekty Treatments (G)	46	233,04**	4487,37**	0,92**	7,90**	1,0209	9,69**	318,44*	1 924,12**	5,82*	968,93**	338,93*	155,09	10,16**
Interakcje (G × P)	108	57,34	2111,84	0,45	3,34	0,7713	2,97	192,21	846,01	4,09	138,89	197,09	136,25	4,39
Średnia Mean		54,64	288,09	12,47	59,46	2,68	4,39	37,75	97,06	28,88	77,27	569,90	134,45	75,15
CV (%)		11,88	14,97	2,60	2,32	24,24	32,14	27,01	22,26	4,56	10,36	1,26	4,34	2,80

*, ** Istotne różne od zera odpowiednio dla P = 0,05 i 0,01; Significant at levels P = 0.05 and P = 0.01, respectively

Tabela 2

Współczynniki zmienności fenotypowej (CVp%), genotypowej (CVg%) i genetycznego uwarunkowania (H) dla badanych cech w latach 1997–1999
Coefficients of phenotypic variability (CVp%), genotypic variability (CVg%) and heritability (H) for the investigated traits in the years 1997–1999

Cecha Trait	Liczba sedymentacji z SDS Sedimentation value (cm ³)	Liczba opadania Falling number (s)	Zawartość białka Protein content (%)	Wodochłon- ność mąki Water absorption (cm ³)	Rozwój ciasta Dough development time (min.)	Stalność ciasta Stability of dough (min)	Liczba jakości Quality number (mm)	Rozmięk- czenie ciasta (jB.) Degree of softening	Ilość glutenu Gluten content (%)	Indeks glutenu Gluten Index	Objętość chleba Volume of Bread (cm ³)	Liczba wartości chleba Estimated crumb of bread	Wydajność mąki Flour yield (%)
H	0,7942	0,5580	0,6393	0,7289	0,5551	0,7059	0,6537	0,6380	0,5415	0,8070	0,7187	0,6726	0,6396
CVg%	14,20	10,61	2,02	2,24	16,05	30,51	22,81	20,79	2,93	21,79	1,22	3,00	2,20
CVp%	12,11	11,87	1,93	2,05	17,37	29,47	22,66	24,47	3,01	17,94	0,84	2,63	2,53

Problem ten dostrzegają w swoich badaniach inni autorzy: Alin i wsp. (2001), Branlard Brankard wsp. (2001), Ortiz i wsp. (2001). We wszystkich rozpatrywanych przypadkach współczynniki zmienności fenotypowej i genotypowej były podobne pod względem wielkości dla trzech lat badań i dla różniącego się co roku analizowanego materiału. Najwyższe wartości uzyskano dla stałości ciasta, liczby jakości i rozmiękczenia ciasta a zawartość białka, wodochłonność mąki, ilość glutenu i objętość chleba wykazały się najniższą odziedziczalnością spośród wszystkich badanych wskaźników jakościowych.

WNIOSKI

1. Najwyższe wartości współczynnika genetycznego uwarunkowania cech zaobserwowano dla indeksu glutenu, objętości chleba, stałości ciasta, wodochłonności mąki i liczby sedymentacji, najniższe zaś dla liczby opadania i ilości glutenu.
2. Największą zmiennością charakteryzowały się cechy reologiczne ciasta takie jak jego rozwój, stałość, rozmiękczenie, oraz liczba jakości, a najniższą objętość chleba, wodochłonność mąki, zawartość białka i wymiałowosć.
3. Oszacowane współczynniki zmienności genotypowej i genotypowej wskazują, że zawartość białka, wodochłonność mąki, ilość glutenu i objętość chleba wykazały się najniższą odziedziczalnością spośród wszystkich badanych wskaźników jakościowych.

LITERATURA

- Atlin G. N., Cooper M., Bjornstad A. 2001. A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. *Euphytica* 122 (3): 463 — 475.
- Barnard A. D., Labuschagne M. T., van Niekerk H. A. 2002. Heritability estimates of bread wheat quality traits in the Western Cape province of South Africa. *Euphytica* 127 (1): 115 — 122.
- Bergman C. J., Gualberto D. G., Campbell K. G., Sorrells M. E., Finney P. L. 2000. Inheritance of wheat traits related to bread-making quality [Portuguese]. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 35 (5): 975 — 983.
- Bichoński A. 1998. Odziedziczalność wybranych cech technologicznych pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 207: 105 — 109.
- Branlard G., Dardevet M., Saccomano R., Lagoutte F., Gourdon J. 2001. Genetic diversity of wheat storage proteins and bread wheat quality. *Euphytica* 119 (1/2): 59 — 67.
- Chalmers K. J., Campbell A. W., Kretschmer J., Karakousis A., Henschke P. H., Pierens S., Harker N., Pallotta M., Cornish G. B., Shariflou M. R., Rampling, L. R., McLauchlan A., Daggard G., Sharp P. J., Holton T. A., Sutherland M. W., Appels R., Langridge P. 2001. Construction of three linkage maps in bread wheat, *Triticum aestivum*. *Aust. J. Agric. Res.* 52 (11/12): 1089 — 1119.
- Cygankiewicz A. 1997. Wartość technologiczna ziarna materiałów hodowlanych pszenicy ozimej I jarej na tle badań własnych i światowych. *Biul. IHAR* 204: 219 — 235.
- Eagles H. A., Hollamby G. J., Eastwood R. F. 2002. Genetic and environmental variation for grain quality traits routinely evaluated in southern Australian wheat breeding programs. *Aust. J. Agric. Res.* 53 (9): 1047 — 1057.
- Igrejas G., Gaborit T., Oury F. X., Chiron H., Marion D., Branlard G. 2001. Genetic and environmental effects on puroindoline-a and puroindoline-b content and their relationship to technological properties in French bread wheats. *J. Cereal Sci.* 34 (1): 37 — 47.
- Lonc W., Malawko-Murawska Z., Strugała J. 1983. Zmienność i odziedziczalność masy 1000 ziaren i liczby sedymentacji mieszańców pszenicy ozimej. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 290: 217 — 227.

- Lonc W., Weber R., Kadłubie W., Strugała J. 1989. Sposoby działania genów określających liczbę sedimentacji i ogólną zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 382: 151 — 159.
- Lonc W., Zalewski D. 1995. Zdolność kombinacyjna cech jakościowych kilku linii pszenicy ozimej. Biul. IHAR 194: 5 — 11.
- Lonc W., Kadłubie W., Zalewski D. 1993. Zdolność kombinacyjna cech jakościowych ziarna linii pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR, Wrocław 223: 255 — 264.
- Maloo S. R. 1987. Combining ability for quality characters in durum wheat. Genetica Agraria 41: 187 — 192.
- Ortiz R. Wagoire W. W., Hill J., Chandra S., Madsen S., Stolen O. 2001. Heritability of and correlations among genotype-by-environment stability statistics for grain yield in bread wheat. Theor. Appl. Genet. 103 (2/3): 469 — 474.
- Pilch J., Cygankiewicz A., Głowach E. 1999. Wartość wypiekowa ziarna mieszańców pszenicy pochodzących z krzyżowań międzygatunkowych i międzyrodzajowych. Biul. IHAR 210: 71 — 83.
- Pochaba L., Węgrzyn S. 2000. Zmienność i współzależność kilku cech pszenicy ozimej. Biul. IHAR 216: 261 — 266.
- Węgrzyn S., Bichoński A. 2001. Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego. Biul. IHAR 220: 153 — 160.
- Węgrzyn S., Wojas T., Śmiałowski T. 2002. Uwarunkowania genetyczne oraz współzależności plonu i wybranych cech użytkowych pszenicy ozimej (*Triticum aestivum* L.). Biul. IHAR 223/224: 77 — 86.
- Wiersma J. J., Busch R. H., Fulcher G. G., Hareland G. A. 2001. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat. Crop Sci. 41 (4): 999 — 1005.

RYSZARD WEBER¹**DARIUSZ ZALEWSKI**²¹ Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Jelcz-Laskowice² Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Plonowanie odmian pszenicy ozimej w zróżnicowanych środowiskach*

Yielding of winter wheat cultivars in different environmental conditions

Badano stabilność plonowania 9 odmian pszenicy ozimej na Dolnym Śląsku w latach 1999–2001 (w ramach Krajowego Programu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego). Plony odmian z sześciu zróżnicowanych pod względem glebowym środowisk Polski południowo-zachodniej porównywano w dwóch wariantach uprawy, standardowym i intensywnym. W obu wariantach istotnie wyższymi plonami odznaczały się odmiany Kobra i Jawa, natomiast Sakwa, w porównaniu do pozostałych odmian, wykazywała wyższe plony w wariantcie standardowym. Niższy poziom nawożenia azotowego oraz brak ochrony chemicznej przed chorobami grzybowymi spowodowały niższe plony odmian Mikon, Roma i Elena w standardowym systemie uprawy. Analiza dyskryminacyjna wykazała zróżnicowany wpływ środowiska (miejscowości) na zmienność plonowania badanych odmian. Istotnie wyższe plony odmian uzyskano na kompleksach pszennym bardzo dobrym, dobrym i żytnim bardzo dobrym.

Słowa kluczowe: analiza dyskryminacyjna, interakcja $G \times E$, plony pszenicy ozimej

Yields of nine cultivars of winter wheat were evaluated in post-registration (recommended list) trials in Lower Silesia in the years 1999–2001. The experiments were conducted in standard and intensive cropping systems at six locations differing in weather and soil conditions. The cultivars Kobra and Jawa were the best yielder in both systems, whereas cv. Sakwa gave high yields in a standard system. The low level of nitrogen fertilization and the lack of fungicides resulted in low yields of cultivars Mikon, Roma and Elena in a standard cropping system. Discriminate analysis revealed the influence of environmental conditions (locations) upon yield variation. The cultivars yielded significantly higher on high fertility soils designated as „wheat and very good rye complex” (soils suitable for growing wheat and rye).

Key words: discriminate analysis, $G \times E$ interaction, winter wheat yields

* Praca została wykonana w ramach Krajowego Programu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego koordynowanego przez COBORU

WSTĘP

W okresie ostatnich 10 lat, głównie ze względów ekonomicznych, nastąpiło znaczne nasilenie uprawy zbóż. Udział zbóż w strukturze zasiewów zwiększa się osiągając niebezpieczną granicę 70% z przewagą pszenicy ozimej, jęczmienia i kukurydzy. Miejsce żyta na gorszych stanowiskach zajęła pszenica, która przy szczególnie starannych zabiegach agrotechnicznych i optymalnym terminie siewu może gwarantować w pełni opłacalne plony (Mittler, 2000; Ellmer, 2000). Duże koszty produkcji pszenicy ozimej zmuszają do poszukiwania technologii uprawy warunkujących uzyskanie wysokich i stabilnych plonów w warunkach ograniczonych nakładów (Peruzzi, 2000; Brunotte i in., 2001), dlatego w ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania proekologicznymi systemami uprawy. Wyniki badań wykazały, że niektóre odmiany pszenicy odznaczają się porównywalnym stopniem plonowania zarówno w systemie konwencjonalnym, jak i zintegrowanym (Kuś, Bochniarz, 1999), jednak kompleksowa ochrona roślin przed chorobami oraz nawożenie pogłównie azotem wpływa u większości odmian na istotnie wyższy plon ziarna (o 35%) w porównaniu do technologii niskonakładowej (Kulig i in., 2001). Wiele badań z obszaru Polski jak również Zachodniej Europy podkreśla znacznie zróżnicowaną reakcję odmian pszenicy ozimej na sumaryczną dawkę nawożenia azotowego (Podolska, Stankowski, 2001; Foulkes i in., 1997). Jończyk i Kawalec (2001) analizując plony kilku odmian pszenicy ozimej w różnych systemach uprawy stwierdzili, że Kobra i Roma odznaczały się wyższym plonowaniem w systemie ekologicznym w porównaniu do innych obiektów. Zróżnicowaną stabilność plonowania odmian pszenicy w zależności od sposobu lub intensywności technologii uprawy roli wykazano również w innych doniesieniach (Weisz, Bowman, 1999; Varga i in., 2001). Wierność plonowania odmian uzależniona jest również od całokształtu warunków środowiskowych — temperatury, opadów, rodzaju gleb, które w znacznym stopniu mogą być zróżnicowane nawet w obrębie województwa (Domitruk i in., 2001; Drzazga, Krajeński, 2001; Lista opisowa odmian, 2002). Dlatego celem pracy była ocena poszczególnych środowisk — punktów doświadczalnych pod względem ich wpływu na zmienność plonowania odmian pszenicy ozimej oraz analiza wysokości plonów badanych odmian w warunkach standardowego i intensywnego wariantu uprawy.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach stabilności wykorzystano plony 9 odmian pszenicy ozimej uzyskane z doświadczeń Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. Spośród doświadczeń PDO wytypowano 6 miejscowości odznaczających się zróżnicowanymi warunkami glebowymi (tab. 1). Łagodne zimy w latach 1998–2001 wpłynęły na bardzo dobre przezimowanie badanych odmian. Rok 1999 odznaczał się w trakcie wegetacji pszenicy zbliżonymi średnimi temperaturami i opadami deszczu w porównaniu do średnich z wielolecia. Natomiast w 2000 roku wystąpiły znaczne niedobory opadów w okresie wiosennym (koniec marca — kwiecień), które w znacznym stopniu ograniczały plony odmian pszenicy na glebach lekkich. W maju 2001 roku

zanotowano również obniżone opady deszczu, które szczególnie na glebach lekkich przyczyniły się do niższych plonów pszenicy. Natomiast obfite opady w czerwcu i lipcu roku 2001 spowodowały wyleganie analizowanych odmian w miejscowościach Jelenia Góra i Krościna.

Tabela 1

Warunki w analizowanych środowiskach w latach 1999–2001
Environmental conditions in 1999–2001

Wyszczególnienie Specification	Tarnów	Kobierzycze	Oleśnica	Tomaszów Bolesławiecki	Krościna	Jelenia Góra
Kompleks gleb Soils complex	2	1	2	5	4	11
Klasa bonitacyjna gleby Soil bonitation class	IIIa	IIIa	IVa	IVb	IVb	IVa
Zasobność gleby P ₂ O ₅ P ₂ O ₅ content in soil	17,7	25,0	25,0	16,8	51,5	19,1
Zasobność gleby K ₂ O K ₂ O content in soil	25,0	28,9	32,0	35,4	24,8	20,9
Zasobność gleby w Mg Mg content in soil	12,6	1,5	6,0	6,7	5,2	4
pH gleby pH of soil	6,1	6,8	6,1	6,6	6,6	6,1
Nawożenie azotowe — a1 Nitrogen rates — a1 (kg N/ha)	110	81	53	120	102	90
Nawożenie azotowe-a2 Nitrogen rates-a2 (kg N/ha)	150	121	105	160	143	130
Nawożenie fosforowe Phosphoric rates (kg P ₂ O ₅ /ha)	64	63	72	60	78	90
Nawożenie potasowe Potassium rates (kg K ₂ O/ha)	104	96	90	90	108	90
Obsada nasion na 1m ² Rate-seed number per 1m ²	450–500	400–500	450–500	550–600	450–550	450–550
Zaprawa nasienna Seed dressing	Funaben T	Oxafun T	Sarfun	Oxafun T	FunabenT	Funaben T
Herbicyd Herbicide	Arelon Fox	Starane, Chwastox	Maraton	Cougar	Glean	Glean
Fungicyd — a2 Fungicide — a2	Juvel, Tango	Juvel, Tango	Juvel, Tango	Juvel, Tango	Juvel, Tango	Juvel, Tango
Regulator wzrostu — a2 Plant growth regulant — a2	CCC	Stabilan	Cycocel	Cycocel	Cycocel	Cycocel
Nawożenie dolistne — a2 Foliar fertilisation — a2	Plonvit	Siarczan Mg	Plonvit	Plonvit	Mikrosol U	Plonvit

Doświadczenia te założono w dwu powtórzeniach metodą pasów prostopadłych porównując wariant standardowy z intensywnym sposobem uprawy roli. Poziom intensywny różnił się od standardowego wyższym o 40 kg/ha nawożeniem azotowym, pełną ochroną chemiczną przed chorobami grzybowymi, stosowaniem antywylegacza oraz dolistnym dokarmianiem roślin preparatem wieloskładnikowym. Nawożenie pozostałymi makroelementami oraz inne zabiegi agrotechniczne wykonywano w jednokowym zakresie na wszystkich poletkach analizowanych doświadczeń. Wymienione odmiany badano w dwu powtórzeniach rozważając oddzielnie wariant intensywny lub

podstawowy jako metodę losowanych bloków. Analizowano 3-letni okres uprawy odmian pszenicy w latach 1999–2001. Powierzchnia poletka w każdym doświadczeniu wynosiła 15 m². Obliczenia przeprowadzono biorąc za podstawę średni plon uzyskany z każdego poletka w 6 miejscowościach przez okres 3 lat. W celu oceny zmienności plonowania analizowanych odmian pszenicy wykorzystano wielozmienną analizę wariancji (MANOVA) oraz metodę analizy dyskryminacyjnej, którą opisano w opracowaniach Krzyżki (1990), Mądrego (1993) oraz Calińskiego i Chudzika (1980). W przedstawionej analizie wariancji (MANOVA) każda z miejscowości jest centroidą — wektorem wartości średnich plonów badanych odmian z okresu trzech lat. Analiza ta pozwala na kompleksową ocenę obiektów z uwzględnieniem istotnych różnic między genotypami w przestrzeni utworzonej przez analizowane zmienne środowiska. Zastosowano również metodę analizy skupień (pełnego wiązania) w celu porównania rozmieszczenia plonów analizowanych odmian w przestrzeni euklidesowej z wynikami uzyskanymi przy pomocy analizy dyskryminacyjnej. Wymienione analizy statystyczne przeprowadzono przy pomocy programu komputerowego Statistica. Ogólną analizę wariancji wykonano natomiast przy pomocy programu Sergen 3.

WYNIKI

Wstępna analiza wariancji dla każdego środowiska (miejscowości) i odmiany wykazała istotne zróżnicowanie plonów odmian na poziomie standardowym i intensywnym uprawy (tab. 2). Wszystkie odmiany odznaczały się niższym plonowaniem w warunkach standardowego wariantu uprawy roli. Na glebach klasy IIIa, kompleksu pszennego bardzo dobrego i dobrego (Tarnów, Kobierzyce) w obu wariantach uprawy uzyskano istotnie wyższe plony pszenicy w porównaniu do miejscowości Jelenia Góra — kompleks zbożowo-górski i Tomaszów — kompleks żytni dobry. Na uwagę zasługuje miejscowość Krościna — kompleks żytni bardzo dobry. Plony analizowanych odmian w tym środowisku nie różniły się istotnie od wyników uzyskanych na glebach klasy IIIa.

Spośród badanych odmian, w obu wariantach uprawy, istotnie wyższymi plonami w porównaniu do średniej ogólnej uzyskanej ze wszystkich badanych obiektów odznaczały się Kobra i Jawa. Odmiany te można więc również zalecać do uprawy na glebach klasy IVa i IVb. Sakwa odznaczała się istotnie niższym spadkiem plonu w wariancie standardowym. Natomiast Korweta, Roma i Almari w warunkach zróżnicowanych kompleksów przydatności rolniczej gleb wykazywały znacznie niższe plonowanie niż pozostałe obiekty (tab. 2).

Analizę wariancji zmienności plonów w latach 1999–2001 przedstawiono w tabeli 3. W rozważanych wariantach standardowym i intensywnym hipotezy o równości efektów głównych dla odmian i środowisk oraz o braku interakcji genotypów ze środowiskami ($G \times E$) zostały odrzucone co najmniej na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Nie jednakową reakcję odmian na zmiany warunków środowiska można by tłumaczyć ich regresją liniową względem efektów środowiskowych.

Tabela 2

Wartości średnie plonów odmian w poszczególnych miejscowościach (kg/poletko)
Average wheat yield in certain environments (kg per plot)

Genotypy Genotypes	Wariant intensywny Intensive variant						Średnia Mean
	Tarnów	Kobierzyce	Oleśnica	Tomaszów Bolesławiecki	Krościna	Jelenia Góra	
Kobra	12,7	16,1	14,4	10,4	13,9	11,1	13,10
Korweta	11,4	13,3	11,3	8,0	12,5	9,8	11,04
Wanda	12,4	16,2	13,0	8,8	13,8	11,6	12,66
Elena	12,6	15,3	12,6	8,9	12,9	11,8	12,37
Jawa	12,8	16,3	13,5	10,8	14,2	11,8	13,24
Almari	12,0	14,5	12,3	9,1	11,9	10,8	11,78
Roma	11,7	14,8	11,9	9,4	12,0	9,9	11,63
Mikon	13,1	15,1	13,2	9,4	12,4	11,0	12,38
Sakwa	12,7	14,8	13,2	9,5	13,3	11,1	12,45
Średnia Mean	12,41	15,18	12,82	9,37	12,98	10,98	
NIR odmiany = 0,61; NIR środowiska = 1,4; NIR odmiany × środowiska = 1,78 LSD cultivars = 0,61; LSD environments = 1,4; LSD — G × E = 1,78							
Genotypy Genotypes	wariant standardowy standard variant						Średnia Mean
	Tarnów	Kobierzyce	Oleśnica	Tomaszów Bolesławiecki	Krościna	Jelenia Góra	
Kobra	10,6	14,1	10,7	8,4	10,7	8,7	10,53
Korweta	10,6	11,9	9,1	7,2	9,2	8	9,33
Wanda	10,9	13	9,2	7,6	10,4	9	10,02
Elena	11,5	11	8,2	7,7	9,4	9,2	9,50
Jawa	10,9	12,1	10	8,8	11,7	9	10,40
Almari	9,8	12,4	9,2	7,6	10,1	8,6	9,61
Roma	10,2	11,3	8	7,4	10,1	8,3	9,21
Mikon	11	11,5	9	7,3	8,8	8,6	9,36
Sakwa	11,2	13,1	9,8	8,3	10,3	8,7	10,23
Średnia Mean	10,74	12,26	9,24	7,81	10,07	8,67	
NIR odmiany = 1,08; NIR środowiska = 1,35; NIR odmiany × środowiska = 1,58 LSD cultivars = 1,08; LSD environments = 1,35; LSD — G × E = 1,58							

Jednak wyniki analizy wariancji wskazują, że hipotezę o braku regresji efektów interakcji względem środowiska należy przyjąć, gdyż F obliczone zarówno w wariancie intensywnym, jak i standardowym jest niższe od odpowiedniej wartości krytycznej. Istotne odchylenia od regresji w obu rozważanych wariantach wskazują, że interakcja genotypów z badanymi środowiskami podlega innym układom niż prosta zależność regresyjna.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki analizy szczegółowej badanych genotypów ze względu na ich plon oraz interakcję ze środowiskiem. W wariancie standardowym uprawy Kobra Jawa i Sakwa odznaczają się dodatnimi efektami głównymi. Niższymi plonami w 6 analizowanych miejscowościach charakteryzowały się Korweta i Roma. Prawie wszystkie odmiany odznaczały się istotną interakcją ze środowiskami. Jedynie Sakwa i Almari reagowały stabilnym plonowaniem na zmiany środowiska związane z kompleksem glebowym i warunkami klimatycznymi. Również w wariancie intensywnym Kobra i Jawa plonowały istotnie wyżej w porównaniu do pozostałych odmian.

Tabela 3

Ogólna analiza wariancji
General analysis of variance

Źródło zmienności Source of variation	Wariant standardowy Standard variant			Wariant intensywny Intensive variant		
	Średni kwadrat Mean squares	Stat F F Stat.	Wartość krytyczna F F critical values $\alpha = 0,05$	Średni kwadrat Mean squares	Stat. F F stat.	Wartość krytyczna F F critical values $\alpha = 0,05$
Lata — Years	3,26	0,16	4,10	2,40	0,10	4,10
Środowiska — Environments	20,85	88,66	1,90	23,89	111,30	1,90
Regresja względem interakcji Regression / interaction	24,94	5,60	19,37	23,30	1,84	19,37
Odchylenie od regresji Deviation from regression	4,45			14,26		
Genotypy — Genotypes	4,61	12,39	8,85	9,02	14,65	8,85
Genotypy $\times$ lata Genotypes $\times$ Years	0,49	6,35	8,69	1,33	6,88	8,69
Genotypy $\times$ środowiska Genotypes $\times$ Environments	0,71	3,01	1,37	0,51	2,39	1,37
Regresja względem środowiska Regression / environment	0,53			1,24		
Odchylenie od regresji Deviation from regression	0,73	3,09	1,39	0,43	2,01	1,39
Błąd doświadczeń Experimental error	0,24			0,21		

Tabela 4

Testowanie poszczególnych genotypów i ich interakcji z środowiskiem w wariantach uprawy
Testing of cultivars and interaction with environments

Odmiany Cultivars	Wariant intensywny Intensive variant			Wariant standardowy Standard variant		
	ocena efektu głównego estimate for main effect	stat. F dla efektu głównego F stat for main effect	stat. F dla interakcji z środowiskami F stat. for interaction with environments	ocena efektu głównego. estimate for main effect	stat. F dla efektu głównego. F stat. for main effect	stat. F dla interakcji z środowiskami F stat. for interaction with environments
Kobra	0,81	13,63	4,57	0,70	10,57	4,02
Korweta	-1,25	61,52	2,41	-0,46	8,59	2,14
Wanda	0,36	4,77	2,63	0,21	1,38	2,65
Elena	0,08	0,17	3,33	-0,30	1,26	6,31
Jawa	0,95	46,55	1,81	0,68	14,48	2,78
Almari	-0,52	13,35	1,88	-0,21	2,02	1,83
Roma	-0,67	34,24	1,23	-0,58	6,95	4,20
Mikon	0,08	0,44	1,48	-0,44	7,56	2,23
Sakwa	0,16	1,05	2,17	0,41	15,31	0,92
Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$ Critical values $\alpha = 0.05$		4,96	1,90		4,96	1,90

W celu weryfikacji wielowymiarowej hipotezy zerowej o braku różnic w plonach badanych odmian w sześciu zróżnicowanych środowiskach zastosowano również analizę

wariancji MANOVA. Statystyka F wykazała istotność zmienności plonowania odmian w badanych miejscowościach (tab. 5).

Tabela 5

Wyniki analizy dyskryminacyjnej
Discriminant function analysis results

Środowiska Environments	Intensywny wariant uprawy Intensive cultivation variant		Standardowy wariant uprawy Standard cultivation variant	
	F	poziom p level p	F	poziom p level p
Tarnów	3,48	0,003	3,25	0,006
Kobierzyce	1,53	0,174	4,24	0,001
Oleśnica	3,02	0,009	1,66	0,138
Tomaszów Bolesławiecki	3,31	0,005	2,53	0,024
Krościna	2,28	0,04	1,23	0,304
Jelenia Góra	2,74	0,016	1,99	0,070
Wariant intensywny — Lambda Wilksa = 0,086; Przybliżone F = 2,699; p< 0,0001				
Intensive variant — Wilks's lambda = 0,086; Approximation F = 2,699; p< 0,0001				
Wariant standardowy — Lambda Wilksa = 0,122; Przybliżone F = 2,23; p< 0,0001				
Standard variant — Wilks's lambda = 0,122; Approximation F = 2,23; p< 0,0001				

Szczególnie duży wpływ na zmienność plonów badanych odmian wywarły środowiska – miejscowości, Tarnów i Tomaszów w obu wariantach uprawy i Kobierzyce w wariantie standardowym. Dalsza analiza pozwoliła uzyskać sześć zmiennych kanonicznych będących liniowo niezależnymi funkcjami środowisk. Dwie pierwsze zmienne kanoniczne wyjaśniają w 85,8% (wariant intensywny) i 87,3% (wariant ekstensywny) całkowitą zmienność między odmianami (tab. 6).

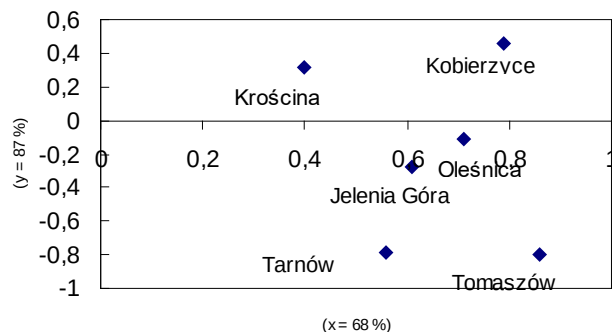
Tabela 6

Współczynniki standaryzowane dla zmiennych kanonicznych
Standardised coefficients for canonical variables

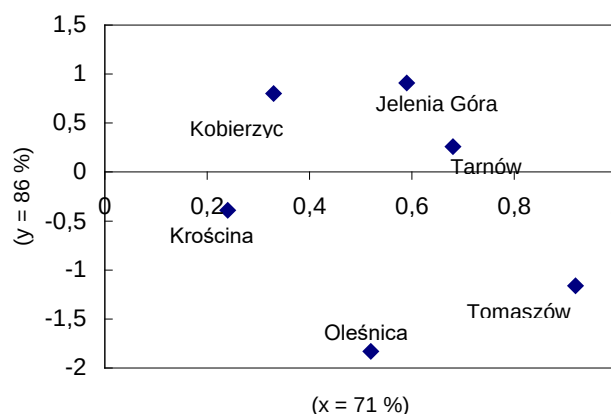
Środowiska Environments	Pierwiastek Root											
	wariant standardowy standard cultivation variant						wariant intensywny intensive cultivation variant					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Tarnów	0,56	-0,79	0,63	0,21	0,24	0,04	0,68	0,26	0,85	-0,34	0,31	-0,21
Kobierzyce	0,79	0,46	0,60	-0,28	0,21	-0,10	0,33	0,80	0,04	-0,84	-0,53	-0,11
Oleśnica	0,71	-0,11	-0,47	0,39	-0,83	0,47	0,52	-1,83	-0,16	-0,01	0,06	0,70
Tomaszów Bolesławiecki	0,86	-0,80	-0,72	0,26	-0,67	-0,57	0,92	-1,16	0,08	0,88	-0,38	-0,13
Krościna	0,40	0,32	-0,32	0,47	0,66	0,24	0,24	-0,39	-1,07	-0,07	0,38	-0,13
Jelenia Góra	0,61	-0,28	-0,73	-0,78	-0,13	0,06	0,59	0,91	-0,31	0,77	-0,08	0,16
Wartość własna Eigen value	2,31	0,67	0,30	0,08	0,04	0,002	3,08	0,67	0,46	0,081	0,06	0,01
Skumulowany % Cumulating per cent	0,68	0,873	0,96	0,986	0,999	1,00	0,71	0,858	0,965	0,983	0,998	1,00

W interpretacji znaczenia zmiennych kanonicznych wykorzystano standaryzowane współczynniki i wielkości korelacji pomiędzy badanymi środowiskami (miejscowościami)

i zmiennymi kanonicznymi. Wysokie bezwzględne wartości współczynników kanonicznych oraz znaczące korelacje pomiędzy badanymi środowiskami i zmiennymi kanonicznymi wskazują na duży udział poszczególnych miejscowości w dyskryminowaniu plonów badanych odmian. Największy wkład w tworzeniu pierwszej zmiennej kanonicznej, która zapewnia w 70,5% wielocechową zmienność odmian (wariant intensywny), mają Tomaszów i Tarnów, natomiast w wariancie standardowym Tomaszów Tarnów i Kobierzycze. Wymienione miejscowości wykazują więc największą względną moc dyskryminacyjną w zróżnicowanych plonach badanych odmian. Stacja Oceny Odmian w Tomaszowie Bolesławieckim dzięki wysokiej kulturze roli umożliwiła stosunkowo wyższe plonowanie odmian Jawa, Kobra i Sakwa (szczególnie w 1999 roku — wyrównane opady w trakcie wegetacji) przystosowanych również do gleb słabszych. Obniżone opady deszczu w tej miejscowości w latach 2000 i 2001 spowodowały istotnie niższe plony wszystkich analizowanych odmian w obu wariantach uprawy. Natomiast w środowisku Tarnów (kompleks pszenny dobry) bardziej zróżnicowane plony odmian były związane znacznie zmniejszonymi opadami deszczu w okresie krzewienia lub strzelania w źdźbło w latach 2000 i 2001. W Kobierzycach doświadczenia założono na glebach kompleksu psennego bardzo dobrego. Środowisko to w warunkach obniżonych nakładów (nie stosowanie fungicydów) w większym stopniu różnicuje plony odmian (Mikon, Roma, Elena), niż w miejscowościach z kompleksem gleb żytnim dobrym. W latach o obniżonych opadach w wymienionych miejscowościach plony odmian w wariancie standardowym były bardziej wyrównane z powodu małego nasilenia chorób grzybowych. Zmienność badanych genotypów oceniano również przy pomocy odległości Mahalanobisa, która wyraża oddalenie między dwiema odmianami ze względu na wszystkie 6 środowisk. Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono rozmieszczenie poszczególnych miejscowości w układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych w wariancie standardowym i intensywnym.



Rys. 1. Rozmieszczenie środowisk — miejscowości w układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych — wariant standardowy
Fig. 1. Representation of environments — station in the system of canonical variables — standard cultivation



Rys. 2. Rozmieszczenie środowisk — miejscowości w układzie dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych — wariant intensywny

Fig. 2. Representation of environments — station in the system of canonical variables — intensive cultivation

Tabela 7 zawiera kwadraty odległości Mahalanobisa, które stanowią miary odległości między dwoma odmianami w przestrzeni zdefiniowanej przez sześć analizowanych środowisk. Odmiany Korweta, Roma i Almari (wariant intensywny) oraz Roma i Korweta (wariant standardowy) odznaczają się inną reakcją na zmiany środowisk w porównaniu do pozostałych genotypów. Obiekty te odznaczały się znacznie niższymi plonami biorąc pod uwagę sumaryczny efekt analizowanych środowisk wykazany w tabeli 4. Znaczna odległość Mahalanobisa pomiędzy grupą odmian Kobra, Jawa i Sakwa (wariant intensywny i standardowy) a pozostałymi genotypami wskazuje również na odmienny typ reakcji tych odmian na zróżnicowane środowiska w sześciu badanych miejscowościach. W wymienionych wariantach uprawy Kobra i Jawa wykały istotnie wyższy średni plon w porównaniu do pozostałych odmian (tab. 4). Pozostałe obiekty, charakteryzujące się pośrednim plonowaniem w porównaniu do wyżej wymienionych odmian, odznaczały się najczęściej nie istotnymi kwadratami odległości Mahalanobisa pomiędzy sobą. Porównanie istotności różnic plonów pomiędzy wartościami uzyskanymi w tabeli 3 i 6 wskazuje na znaczne podobieństwo wyników pomimo pewnych odchyleń. Różnice wynikają z innych założeń analizowanych metod. W tabeli 4 oceniano odmiany biorąc pod uwagę średnie z 6 środowisk, natomiast odległości Mahalanobisa zakładają pewną korelację pomiędzy zmiennymi — środowiskami.

W celu porównania badanych odmian w 6 środowiskach w przestrzeni euklidesowej zastosowano analizę skupień metodą najdalszego sąsiedztwa (rys. 3 i 4). Na podstawie przedstawionego dendrogramu można wydzielić trzy grupy odmian odznaczających się zbliżonym plonowaniem w badanych miejscowościach (wariant intensywny). Do pierwszej należy zaliczyć odmiany Roma, Almari i Korweta, które plonują znacznie niżej

w porównaniu do obiektów Jawa i Kobra. Trzecią grupę stanowią pozostałe odmiany odznaczające się nieistotnym odchyleniem od średniej generalnej.

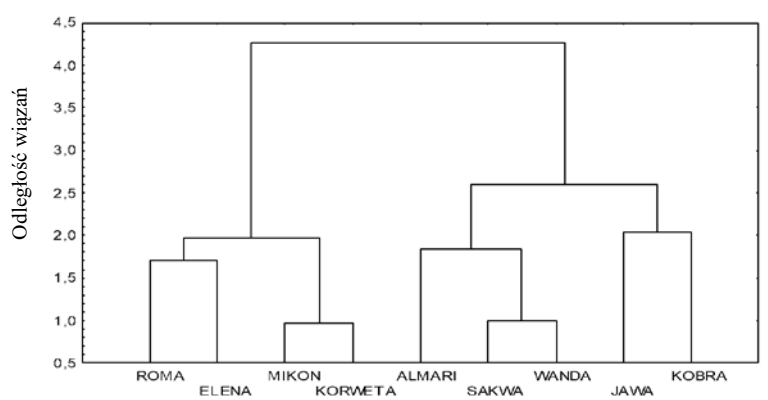
Tabela 7

Kwadraty odległości Mahalanobisa pomiędzy plonami odmian pszenicy ozimej
Squared Mahalanobis distances between the yields of cultivars

Wariant intensywny — Intensive variant								
Odmiany Cultivars	Kobra	Korweta	Wanda	Elena	Jawa	Almari	Roma	Mikon
Korweta	28,89*							
Wanda	8,57*	19,48*						
Elena	9,76*	19,88*	1,71					
Jawa	2,20	35,15*	6,24	6,85*				
Almari	12,26*	7,24*	6,67*	4,44	14,23*			
Roma	15,00*	3,99	10,90*	9,90*	19,93*	1,53		
Mikon	6,59*	22,77*	7,08*	3,62	7,44*	5,62	9,28*	
Sakwa	2,77	17,77*	4,58	3,51	4,05	4,36	7,43*	2,22
wariant standardowy — standard variant								
Korweta	15,13*							
Wanda	2,70	7,05*						
Elena	15,00*	6,14	6,29*					
Jawa	3,62	14,56*	3,61	8,47*				
Almari	11,38*	3,94	6,00	8,98*	10,78*			
Roma	19,97*	1,70	10,09*	6,80*	16,36*	2,77		
Mikon	14,16*	1,58	5,69	1,76	10,97*	4,74	2,80	
Sakwa	1,99	9,61*	1,01	7,13*	2,47	9,97*	14,24*	7,55*

*Odległość istotna na poziomie $\alpha = 0.05$; Distance — significant level $\alpha = 0.05$

**Odległość istotna na poziomie $\alpha = 0.01$; Distance — significant level $\alpha = 0.01$

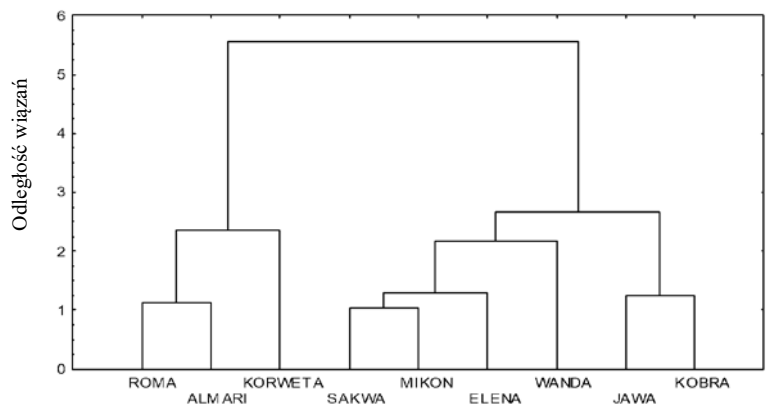


Rys. 3. Dendrogram analizy skupień plonów odmian pszenicy ozimej w sześciu analizowanych miejscowościach. — wariant standardowy

Fig. 3. Dendrogram of the analysis of the cluster — yields of winter wheat cultivars in relation to environments — standard cultivation variant

Na podstawie przedstawionego dendrogramu dla wariantu standardowego (rys. 3) można stwierdzić znaczne podobieństwo międzygrupowe odmian gorzej plonujących: Roma,

Elena, Mikon i Korweta. Do odrębnej grupy należy zaliczyć odmiany Jawa i Kobra, które odznaczały się istotnie wyższym plonowaniem. Im bliższe jest względem siebie położenie poszczególnych grup tym większe stwierdza się podobieństwo międzygrupowe analizowanych odmian.



Rys. 4. Dendrogram analizy skupień plonów odmian pszenicy ozimej w sześciu analizowanych miejscowościach. — wariant intensywny

Fig. 4. Dendrogram of the analysis of the cluster — yields of winter wheat cultivars in relation to environments — intensive cultivation variant

WNIOSKI

1. Badane odmiany wykazywały duże różnice w plonowaniu w warunkach intensywnego i standardowego wariantu uprawy. W obu wariantach istotnie wyższymi plonami odznaczały się odmiany Kobra i Jawa, natomiast Sakwa, w porównaniu do pozostałych odmian, wykazywała wyższe plony w wariantcie standardowym.
2. Stwierdzono istotną interakcję odmiany $\times$ środowiska ($G \times E$). Analizowane miejscowości odznaczały się zróżnicowanym wpływem na plony badanych odmian. Istotnie wyższe plony odmian uzyskano na kompleksach pszennym bardzo dobrym, dobrym i żytnim bardzo dobrym.
3. Stabilność plonowania analizowanych odmian była w dużym stopniu uzależniona od warunków atmosferycznych, szczególnie w standardowym wariantcie uprawy roli, gdzie zwiększone opady deszczu w 1999 roku sprzyjały występowaniu chorób grzybowych.

LITERATURA

- Brunotte J., Wagner M., Sommer C. 2001. Bodenschutz und Kosteneinsparung. Anforderungen an heutige Bodenbearbeitung. Landtechnik 3: 132 — 133.
- Caliński T., Chudzik H. 1980. Grupowanie populacji na podstawie wyników wielozmiennej analizy wariancji. Algorytmy biometryczne i statystyczne. 9: 139 — 167.

- Domitruk D. R., Duggan B. L., Fowler D. B. 2001. Genotype-environment interaction of no-till winter wheat in Western Canada. *Can. J. Plant. Sci.* 81: 7 — 16.
- Drzazga T., Krajewski P. 2001. Zróżnicowanie środowisk pod względem stopnia interakcji w seriach doświadczeń z pszenicą. *Biul. IHAR* 218/219: 111 — 115.
- Ellmer F., Peschke H., Köhn W., Chmielewski F. M., Baumecker M. 2000. Tillage and fertilizing effects on sandy soils. Review and selected results of long-term experiments at Humboldt University Berlin. *J. Plant Soil Sci.* 163: 267 — 272.
- Foulkes M. J., Sylvester-Bradley R., Scott R. K. 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. *J. Agric. Sci. Cambridge* 130: 29 — 24.
- Jończyk K., Kawalec A. 2001. Wstępna ocena przydatności wybranych odmian pszenicy ozimej do uprawy w różnych systemach produkcji roślinnej. *Biul. IHAR* 220: 35 — 43.
- Krzyśko M. 1990. Analiza Dyskryminacyjna. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa.
- Kulig B., Kania S., Szafranski W., Zajac T. 2001. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na intensywność uprawy. *Biul. IHAR* 218/219: 117 — 126.
- Kuś J., Bochniarz A. 1999. Plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pamiętnik Puławski*. 118: 233 — 240.
- Lista Opisowa Odmian 2002. Praca zbiorowa COBORU, Słupia Wielka 6 — 230.
- Mądry W. 1993. Studia statystyczne nad wielowymiarową oceną zróżnicowania cech ilościowych w kolekcjach zasobów genowych zbóż. Wydawn. SGGW Warszawa.
- Mittler S. 2000. Ökoviabilität von Winterweizen unter Standortbedingungen Nordostdeutschlands. Dissertation an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt — Universität zu Berlin.
- Peruzzi A. 2000. Le attrezzature per la lavorazione del terreno — evoluzione e tendenze in atto. I Parte. *Mondo Macch.* 2; (6): 28 — 40.
- Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219: 127 — 136.
- Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A. 2000. Grain yield and yield components of winter wheat grown in two management systems. *Bodenkultur* 3: 145 — 150.
- Weisz R., Bowman D. T. 1999. Influence of tillage system on soft red winter wheat cultivar selection. *J. Production Agriculture* 12; (3): 415 — 418.

BARBARA CHRZANOWSKA-DROŻDŻ¹**ZYGMUNT GIL**²**MAREK LISZEWSKI**¹**WŁADYSŁAW MALARZ**¹¹ Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin Akademia Rolnicza we Wrocławiu² Katedra Technologii Zbóż Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wysokość i jakość plonu ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem

Quantity and quality of yield of winter wheat in relation to doses and methods of nitrogen application

W latach 1999–2000 i 2000–2001 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Pawłowicach koło Wrocławia zbadano wpływ nawożenia azotem (dawki i sposoby stosowania azotu) na cechy struktury oraz wysokość i jakość plonów ziarna dwóch odmian pszenicy ozimej, reprezentujących grupę odmian chlebowych. Badanymi czynnikami były: I czynnik: odmiana — Kobra i Roma, II czynnik: zmienne poziomy nawożenia N doglebowo i dokarmianie roztworem mocznika. Poglówne nawożenie azotem wiosną w dawkach 40, 80, 120 kg/ha różnicowało cechy struktury plonu i plon ziarna badanych odmian. Jednokrotne i dwukrotne dokarmianie dolistne mocznikiem (10 i 6% roztwór) stosowane na tle nawożenia N w formie stałej nie było efektywne. Odmiany pszenicy reagowały istotnym wzrostem plonu na stosowanie dawki 40 kg N/ha w stosunku do kontroli. Dawka 80 kg N/ha w układzie (40 kg/ha w czasie ruszenia wegetacji wiosną + 40 kg/h w fazie strzelania w źdźbło) w stosunku do 40 kg N/ha, okazała się bardziej efektywna dla odmiany Kobra niż dla odmiany Roma. Wyższe nawożenie w dawce 120 kg N/ha nie miało istotnego wpływu na wielkość plonu badanych odmian. Pozytywne efekty dokarmiania pszenicy roztworem mocznika w odniesieniu do zawartości białka w ziarnie, szklistości ziarna i wskaźnika sedymentacji, stwierdzono na najwyższych doglebowych dawkach N.

Słowa kluczowe: cechy struktury plonu, dawki azotu, jakość technologiczna ziarna, odmiany, plonowanie

In the years 2000–2001 the experiments were conducted on the effects of N fertilizer rates and application methods on the yield structure, grain yield and its quality of two winter wheat cultivars — Kobra and Roma. N granulate influenced the yield structure and quantity of the two cultivars. Foliar urea supplementation was ineffective considering the yield quantity. The two cultivars on the stand after rape exhibited a significant yield increase at the N- rate of 40 kg/ha, in comparison with the control. The rate of 80 kg N/ha (40 applied at the beginning of the growing season + 40 at the shooting stage) as compared to the rate of 40 kg/ha proved to be more efficient for Kobra than for Roma cultivar. The N rate increased to 120 kg/ha did not show any significant effect on the yield parameters under

investigation. Foliar N application improved the protein content of wheat grain, glassiness and sedimentation index.

Key words: cultivars, nitrogen doses, quality, yielding, yield components

WSTĘP

W nowoczesnych technologiach produkcji pszenicy dolistne dokarmianie jest zabiegiem przyciągającym uwagę, ponieważ gwarantuje bardziej efektywne i szybkie dostarczenie potrzebnych składników pokarmowych, lepsze ich wykorzystanie oraz zapewnia pełniejsze pokrycie potrzeb pokarmowych niż tradycyjne nawożenie doglebowe (Czuba, 1990; Kubsik i in., 1999; Rogalski, 1994).

Nawożenie dolistne mocznikiem, traktowane jako dokarmianie roślin nie zastępuje podstawowego nawożenia doglebowego, jest sposobem dodatkowego dostarczania roślinom azotu, szczególnie w fazach ich największego zapotrzebowania. Wyniki badań dotyczące poszukiwania innych możliwości stosowania azotu niż nawożenie doglebowe to jest w formie oprysku mocznikiem wywołują nadal rozbieżność sądów. Polemiki dotyczą przede wszystkim problematyki proekologicznej i ekonomicznej (Jankowski i in., 1999; Sobiech i in., 1993).

Azot jest najbardziej efektywnym czynnikiem plonotwórczym spośród wszystkich mineralnych składników pokarmowych, działa kompleksowo łącznie z innymi czynnikami agrotechnicznymi i siedliskowymi na poziom plonowania i cechy jakościowe ziarna (Achremowicz, 1993; Cacak-Pietrzak, 1999, 2003; Podolska i Stankowski, 2001; Wróbel i Szempliński, 1999). Nawożenie azotem wpływa na rośliny wielostronnie, poprzez oddziaływanie na elementy struktury plonu (Jończyk, 1993; Mazurek i in., 1999; Wróbel i Budzyński, 1999). Nadmiar tego składnika pociąga za sobą ryzyko wylegania, większego nasilenia chorób i spadku wielkości i jakości plonu, natomiast niedobór ogranicza możliwości ujawnienia i wykorzystania potencjału plonotwórczego odmiany. Badania nawozowe z ostatnich lat dowodzą, że niektóre odmiany pszenicy ozimej reagują zwyżką plonu nawet do 160 kg N/ha.

Celem badań było wykazanie wpływu zmiennego nawożenia azotem stosowanego doglebowo i dolistnie w roztworze wodnym mocznika na poziom plonowania i jakość ziarna dwóch odmian pszenicy, reprezentujących grupę odmian chlebowych.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1999–2000 i 2000–2001 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Pawłowicach koło Wrocławia przeprowadzono badania polowe z pszenicą ozimą na glebie brunatnej typu płowego, wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej, kompleksu pszennego dobrego, klasy IIIb. Doświadczenie polowe zakładano metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: I — odmiany: Kobra i Roma, II — zmienne poziomy nawożenia azotem doglebowo i dokarmianie roztworem mocznika. Nawożenie azotem doglebowo w formie stałej (34% saletra amonowa) oraz dokarmianie roztworem mocznika stosowano według schematu podanego w tabeli 1.

Tabela 1

Schemat nawożenia azotem pszenicy ozimej
Diagram of N fertilization for winter wheat

Obiekt Object	Dawka N Dose N (kg/ha)	Termin i dawka N (kg/ha) Date and dose of nitrogen application			Łączna dawka N Total dose N (kg/ha)
		A	B	C	
I	0	0			0
II	40	40			40
III	40*	40			49,5
IV	40**	40			55,1
V	80	40	40		80
VI	80*	40	40		89,5
VII	80**	40	40		95,1
VIII	120	40	40	40	120
IX	120*	40	40	40	129,5
X	120**	40	40	40	135,1

A — Ruszenie wegetacji; Beginning of the growing season

B — Strzelanie w źdźbło; Shooting stage

C — Przed kłoszeniem; Start of heading

* 10% dolistny roztwór mocznika; 10% foliar urea supplementation

** 10% i 6% dolistny roztwór mocznika; 10% i 6% foliar urea supplementation

Dolistny 10% roztwór mocznika w ilości 250 l/ha stosowano jednorazowo przed kłoszeniem pszenicy, przy dwukrotnej aplikacji mocznika stosowanego przed kłoszeniem i po kwitnieniu wnoszono w przeliczeniu na 1 ha około 15 kg azotu, od 5,6 (6% roztwór) do 9,5 kg N (10% roztwór).

Zawartość fosforu w glebie wahała się od średniej w pierwszym roku badań do wysokiej w drugim. Zawartość potasu i magnezu w obu latach badań była średnia, odczyn pH gleby w latach był lekko kwaśny. Pszenicę uprawiano po rzepaku ozimym. Przed siewem pszenicy glebę zasilono fosforem i potasem w dawkach ustalonych na podstawie zasobności gleby. Siew odbył się w optymalnym terminie dla rejonu, tj. 22.09. 1999 i 23. 09. 2000 roku w ilości wysiewu 500 ziaren/m² i rozstawie rzędów 12,5 cm. Chwasty zwalczano wiosną herbicydem Cougar w ilości 1,5 l/ha. Przeciwno chorobom wywoływanym przez grzyby stosowano preparat Tango SC w ilości 1l/ha. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 15 m². Plon ziarna podano przy 15% zawartości wody. Pszenicę zebrano w fazie dojrzałości pełnej kombajnem poletkowym 31.07.2000 i 8.08.2001 roku.

Analizy jakościowe ziarna wykonano w Katedrze Technologii Zbóż Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Wykonano następujące analizy: gęstość ziarna w stanie usypowym, szklistość, zawartość białka w ziarnie, liczbę opadania oraz test sedymentacji powszechnie stosowanymi metodami w laboratoriach zbożowo-młynarskich.

Zgodnie z metodyką doświadczeń polowych uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rozwój pszenicy w poszczególnych latach odbywał się przy zmiennym przebiegu pogody. Zróżnicowanie w większym stopniu dotyczyło rozkładu i sumy opadów w okresie wegetacji w mniejszym średnich miesięcznych temperatur (tab. 2). W sezonie 1999/2000

jesień była sucha i ciepła, a zima łagodna z wyższą średnią temperaturą miesięczną i wyższymi opadami w stosunku do średnich wieloletnich. Przez cały okres wegetacji wiosenno-letniej temperatura lipca, natomiast suma opadów kwietnia i czerwca były niższe od średniej z lat 1961–1999. W lipcu wystąpiły dwukrotnie wyższe opady, które opóźniły termin zbioru pszenicy.

Tabela 2

Średnia temperatura powietrza (°C) i suma opadów (mm) w okresie wegetacji pszenicy ozimej w RZD Pawłowice
Means of air temperature (°C) and sums of rainfall (mm) during vegetation seasons of winter wheat in Pawłowice

Wyszczególnienie Specification	Lata Years	Miesiące Months											
		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Temperatura(°C)	1999–2000	17,6	9,4	3,1	1,2	-0,3	4,6	4,8	11,9	16,5	18,6	16,9	19,3
Temperature	2000–2001	13,6	12,7	6,5	2,4	0,3	1,2	3,8	8,5	13,9	14,2	18,7	18,9
Średnia wieloletnia	1961–1999	13,5	8,9	3,8	0,1	-1,5	-0,4	3,4	8,2	13,4	16,6	18,4	17,4
Mean for years													
Opady (mm)	1999–2000	34,5	25,7	35,3	18,5	49,2	29,5	110,3	7,8	64,2	23,5	130,4	37,9
Rainfall	2000–2001	26,9	12,9	42,7	23,5	28,8	18,3	34,9	31,2	25,7	68,0	158,8	69,4
Suma z wielolecia	1961–1999	44,3	37,4	40,6	37,6	30,2	26,6	30,4	35,3	59,4	67,8	68,5	67,6
Sum for years													

W sezonie 2000–2001 miesiące jesienne i zimowe były cieplejsze; z mniejszą od średniej wieloletniej ilością opadów. Wiosenny i letni rozwój pszenicy przebiegał przy temperaturze wyższej od średniej, oprócz czerwca. Niekorzystnie na rozwój pszenicy wpłynęła niska suma opadów w kwietniu i maju, skracając długość trwania fazy strzelania w źdźbło, natomiast obfite opady lipcowe utrudniły i opóźniły zbiór pszenicy. W obu latach badań odmiany pszenicy bardzo dobrze przezimowały. Nie stwierdzono wylegania roślin.

Wysokość plonu pszenicy zależała od przebiegu pogody w latach badań (tab. 3). Istotnie wyższy plon ziarna uzyskano w 2000 roku o korzystniejszym układzie warunków pogodowych w porównaniu z 2001. Istotnie wyżej o 11% plonowała odmiana Kobra niż odmiana Roma. O wyższym plonie ziarna odmiany Kobra niż Roma decydowała istotnie wyższa liczba kłosów produktywnych z m² i liczba ziaren w kłosie. Badane odmiany odznaczały się zróżnicowanymi plonami w latach badań. Odmiana Roma plonowała w 2000 roku o 15%, a odmiana Kobra o 7% wyżej w porównaniu z plonem w roku 2001. Najwyższy przyrost plonu w stosunku do kontroli otrzymano stosując dawkę 80 kg N/ha + dwukrotne dokarmianie mocznikiem. Plon pszenicy na tej dawce wynosił 7,81 t/ha, który nie różnił się istotnie od uzyskanego na dawce azotu 80 kg/ha zastosowanej doglebowo. Zbliżony wynik otrzymała (Chrzanowska-Drożdż, 2001; oraz Mazurek i in., 1999) stosując dawkę w wysokości 80 kg N/ha. W badaniach (Wróbla i Szemplińskiego, 1999) wykazano działanie azotu do dawki 160 kg/ha.

Tabela 3

Plon ziarna pszenicy ozimej (t/ha) i elementy struktury plonu (średnia z 2 lat)
Grain yield (t/ha) and its yield components of winter wheat structure (mean for 2 years) for various N-application variants (see Table 1)

Odmiana Cultivar	Lata Years	Nawożenie — Fertilization										Średnie Means
		0	40	40*	40**	80	80*	80**	120	120*	120**	
		wariant — variants										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Kobra	2000	6,36	7,53	7,54	7,21	8,70	9,01	8,80	8,30	8,42	8,60	8,05
	2001	6,14	7,37	7,11	7,01	7,71	7,53	7,85	7,95	8,08	8,16	7,49
Średnie Means		6,25	7,45	7,32	7,11	8,21	8,27	8,33	8,13	8,25	8,38	7,77
Roma	2000	6,37	7,31	6,96	7,25	7,85	7,73	7,75	7,85	7,91	7,61	7,46
	2001	4,98	6,80	6,70	6,34	6,58	6,30	6,28	6,68	6,74	6,78	6,47
Średnie Means		5,67	7,06	6,83	6,79	7,22	7,02	7,29	7,27	7,33	7,20	6,97
Średnie dla nawożenia Means for fertilization		5,96	7,25	7,08	6,95	7,71	7,64	7,81	7,70	7,79	7,78	7,37
Średnia dla nawożenia w latach Means for fertilization in the years	2000	6,36	7,42	7,25	7,23	8,28	8,37	8,28	8,08	8,17	8,11	7,75
	2001	5,56	7,09	6,90	6,67	7,15	6,91	7,34	7,32	7,41	7,47	6,98
NIR($\alpha = 0,05$) dla: lat-0,15; odmian-0,15; nawożenia-0,26; odmian $\times$ nawożenie-0,38; lat $\times$ odmiana-0,22; lat $\times$ nawożenie-0,38 LSD($\alpha = 0,05$) for: years-0.15; cultivars-0.26; fertilization-0.26; cultivars $\times$ fertilization-0.38; years $\times$ cultivars-0.22; years $\times$ fertilization 0.38												
liczba kłosów z 1 m ² — number of ears per 1 m ²												
Kobra		413	497	472	475	554	552	520	538	532	549	510
Roma		431	424	455	466	486	535	464	515	507	471	478
Średnie Means		422	460	464	471	520	543	507	526	519	510	
NIR($\alpha = 0,05$) dla: odmian-12,5; nawożenia-23,7; odmiana $\times$ nawożenie-34,1 LSD($\alpha = 0,05$) for: cultivars-12.5; fertilization-23.7; cultivars $\times$ fertilization 34.1												
liczba ziaren w kłosie — number of grains per ear												
Kobra		32,9	34,3	35,9	35,2	34,3	36,2	35,6	37,3	35,1	36,1	35,3
Roma		31,5	34,2	32,9	33,0	35,0	33,0	34,4	30,5	31,8	33,0	32,9
Średnie Means		32,2	34,3	34,4	34,1	34,6	34,6	35,0	33,9	33,4	34,5	
NIR($\alpha = 0,05$) dla: odmian-1,2; nawożenia r.n. odmiana $\times$ nawożenie-2,7 LSD($\alpha = 0,05$) for: cultivars-1.2; fertilization-n.s.; cultivars $\times$ fertilization-2.7												
masa 1000 ziaren (g) — weight of 1000 grains (g)												
Kobra		47,2	46,5	48,0	46,7	47,5	47,9	47,8	47,1	47,6	47,2	47,4
Roma		49,4	50,9	50,4	50,6	51,2	49,6	50,4	50,9	51,3	51,2	50,6
Średnie Means		48,3	48,7	49,2	48,7	49,3	48,7	49,1	49,0	49,4	49,2	
NIR($\alpha = 0,05$) dla; odmian-0,58; nawożenia- r.n. odmiana $\times$ nawożenie-r.n. LSD($\alpha = 0,05$) for; cultivars-0.58; fertilization n.s. cultivars $\times$ fertilization-n.s.												
masa ziarna z kłosa (g) — weight of grain per ear (g)												
Kobra		1,55	1,59	1,72	1,64	1,63	1,73	1,70	1,67	1,67	1,62	1,65
Roma		1,55	1,72	1,65	1,67	1,79	1,63	1,73	1,54	1,63	1,68	1,66
Średnie Means		1,55	1,66	1,69	1,65	1,71	1,68	1,71	1,61	1,65	1,65	
NIR($\alpha = 0,05$) dla: odmian r.n. nawożenia- 0,07; odmiana $\times$ nawożenie- 0,11 LSD($\alpha = 0,05$) for: cultivars n.s. fertilization-0.07; cultivars $\times$ fertilization- 0.11												

Jednorazowe i dwukrotne dokarmianie pszenicy na tle dawek 80 i 120 kg/ha nie było celowe. Na najniższej dawce azotu 40 kg/ha w porównaniu z dawką 40 kg N/ha + dwukrotne dokarmianie mocznikiem (obiekt II w stosunku do IV) wykazano negatywny skutek. Literatura przedmiotu podaje, że wzrost plonów osiągany dzięki opryskom mocznikiem nie jest bezpośrednim efektem dostarczania dodatkowej ilości składnika, ale raczej skutkiem efektywniejszego wykorzystania nawozów doglebowych. W niniejszych badaniach dokarmianie odmian roztworem mocznika na tle różnych dawek doglebowych nie przyniosło oczekiwanych efektów, co mogło wynikać prawdopodobnie z wysokiej zasobności gleby w azot, ponadto z niskich stężeń roztworów i użycia ich w późnych fazach rozwojowych pszenicy. Wyniki badań Czuby (1990, 1993) i Rogalskiego (1993) wskazują na pozytywne efekty suplementacji roztworem mocznika na wielkość plonu pszenicy, a Koconia i Skiby (1999) oraz Sobiecha i wsp. (1993) dowodzą, że w pewnych warunkach mogą powodować obniżkę plonu.

W prezentowanych wynikach badań, reakcja pszenicy na stosowaną dawkę i dokarmianie dolistne była zmienna w latach badań. W pierwszym roku badań najwyższy plon (8,37 t/ha) uzyskano stosując 80 kg N/ha + jednorazowe dokarmianie, który nie różnił się statystycznie od plonu na dawce doglebowej 80 kg N/ha (8,28 t/a). W drugim roku badań najwyższy plon uzyskano na najwyższej dawce azotu 120 kg N/ha (7,47 t/ha), który był istotnie wyższy w stosunku do plonu na dawce 40 kg N/ha. Indywidualna reakcja odmian na stosowaną dawkę i dokarmianie dolistne polegała na tym, że dawka azotu w wysokości 80 kg/ha podniosła istotnie o 31% plon ziarna odmiany Kobra w stosunku do kontroli, natomiast dawka w wysokości 40 kg N/ha zwiększyła o 25% plon ziarna odmiany Roma.

Analizując wpływ badanych czynników na elementy struktury plonu wykazano, że istotnie wyższą liczbą kłosów produktywnych z m² charakteryzowała się odmiana Kobra niż odmiana Roma (tab. 3). Najwyższą liczbę kłosów produktywnych uzyskano na dawce 80 kg N/ha + jednorazowe dokarmianie mocznikiem (obiekt VI). Wyższa dawka azotu w wysokości 120 kg/ha oraz zastosowane dokarmianie nie wpływały na wzrost tej cechy. Współdziałanie odmian z nawożeniem azotem wyrażało się tym, że liczba kłosów produktywnych u odmiany Kobra wzrastała istotnie do dawki 80 kg N/ha w stosunku do kontroli, natomiast odmiany Roma do dawki 80 kg N/ha + jednorazowe dokarmianie mocznikiem. Silniejszy wpływ dawki 120 w stosunku do 60 kg N/ha na tę cechę wykazał Szempliński i Budzyński (1999).

Odmiana Kobra w porównaniu z odmianą Roma wytworzyła o 7% więcej ziaren w kłosie. Niezależnie od odmian wpływ zróżnicowanych dawek azotu na wartości tej cechy okazał się statystycznie nieistotny. W stosunku do kontroli, odmiana Kobra zawiązywała istotnie więcej ziaren w kłosie do dawki 120 kg N/ha, a odmiana Roma do dawki 80 kg N/ha. Nieco wyższą liczbę ziaren w kłosie uzyskali Szempliński i Budzyński (1999) na dawce 120 kg N/ha w porównaniu z dawką 60 kg N/ha. Z wcześniejszych badań Chrzanowskiej-Drożdż (2001) wynika również, że wzrost dawki azotu do 120 kg/ha powoduje istotne zwiększenie liczby ziaren w kłosie.

W niniejszych badaniach masa 1000 ziaren była istotnie zróżnicowana przebiegiem pogody w latach badań, co jest oczywiste, oraz czynnikiem odmianowym. Istotnie wyższą

masą 1000 ziaren odznaczała się odmiana Kobra niż Roma. Zróżnicowane dawki azotu i dokarmianie mocznikiem nie miały wpływu na wartości tej cechy. Zbliżone wyniki uzyskali Szempliński i Budzyński (1999). W naszych badaniach nie wykazano współdziałania odmian z nawożeniem azotowym. Wyniki badań Mazurka i wsp. (1999) nie są zgodne z uzyskanymi, ponieważ autorzy wykazali istotny wzrost tej cechy przy zwiększeniu dawki azotu z 40 kg do 80 kg /ha. Chrzanowska-Drożdż (2001) stwierdziła, że przy wysokich dawkach azotu 120–160 kg/ha masa 1000 ziaren obniża się, również (Achremowicz, 1989, 1993) wykazał istotny spadek masy 1000 ziaren pszenicy na wysokich dawkach azotu (150 i 250 kg N/ha)

Masa ziarna z kłosa obydwu odmian była zbliżona, natomiast istotnie się różniła pod wpływem stosowanych dawek azotu. Istotny wzrost masy ziarna wykazano na dawce 40 kg N/ha w stosunku do kontroli. Dalsze zwiększanie dawki azotu nie było efektywne. U odmiany Kobra na najniższej dawce azotu, a u odmiany Roma na najwyższej stwierdzono celowość dokarmiania pszenicy mocznikiem.

Średnio z dwóch lat odmiana Kobra charakteryzowała się nieco wyższą gęstością ziarna w stanie usypowym niż Roma (tab. 4). Wyższe dawki azotu stosowane dogłębowo na ogół zwiększały gęstość ziarna, lecz bez potwierdzenia statystycznego, natomiast dolistne dokarmianie mocznikiem powodowało nieregularne zmiany. Odmienne wyniki badań uzyskał Achremowicz i wsp. (1988), którzy dowiedli, że wysoka dawka azotu w wysokości ok. 250 kg /ha w stosunku do dawki niskiej ok. 80 kg/ha powoduje zdrobnienie ziarna i obniżenie jego gęstości. Wyniki badań innych autorów wskazują, że wysokie dawki azotu nie mają wpływu na gęstość ziarna (Cacak-Pietrzak, 1999, 2003; Podolska i Stankowski, 2001).

Szklistość ziarna była zróżnicowana czynnikiem odmianowym oraz poziomami nawożenia azotem. Odmiana Roma charakteryzowała się prawie dwukrotnie wyższą szklistością niż odmiana Kobra. Dawka azotu w wysokości 40 kg/ha w stosunku do kontroli podniosła istotnie wartość tej cechy. W następstwie zwiększania dawki azotu do 80 kg/ha w stosunku do kontroli stwierdzono wzrost z 23 do 60% szklistości ziarna. Dokarmianie mocznikiem pszenicy na tle dawek dogłębowych nie było skuteczne. Cacak-Pietrzak, (1999 i 2003) nie wykazała wpływu zróżnicowanych dawek N na ten parametr, natomiast Achremowicz (1993) stwierdził wzrost szklistości ziarna pod wpływem wysokiego nawożenia mineralnego w wysokości 750 kg NPK/ha w tym ok. 250 kg N/ha.

W niniejszej pracy wykazano wyższą zawartość białka w ziarnie odmiany Roma w porównaniu z odmianą Kobra. Najwyższą zawartość białka stwierdzono na dawkach 120 i 80 kg N/ha i przy suplementacji mocznikiem, natomiast najniższą z obiektów bez nawożenia azotem. Wyniki badań Cacak-Pietrzak i wsp. (1999), Mazurka i wsp. (1999) oraz Wróbla i Szemplińskiego (1999) wskazują na wzrost zawartości białka w miarę wzrostu poziomu nawożenia azotem.

O wartości wypiekowej mąki pszenicy decyduje między innymi wartość wskaźnika sedymentacji i liczba opadania. W naszych badaniach odmiana Roma odznaczała się istotnie wyższymi wartościami tych cech niż odmiana Kobra. W miarę wzrostu dawki azotu w formie stałej następował wzrost wskaźnika sedymentacji u obydwu odmian.

Tabela 4

**Cechy fizyczno-chemiczne ziarna i wyróżniki jakości technologicznej odmian Kobra i Roma
(średnie z 2 lat)**
**Physico-chemical traits of grain and index of grain technological quality of cultivars Kobra and Roma
(means for 2 years)**

Odmiana Cultivar	Nawożenie N — Fertilization N (kg/ha)										Średnia Mean
	0	40	40*	40**	80	80*	80**	120	120*	120**	
	wariant — variant										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
gęstość ziarna w stanie usypowym — test weight (kg/hl)											
Kobra	75,6	77,2	76,4	78,1	79,0	77,4	76,1	78,3	77,1	77,9	77,3
Roma	73,9	74,7	74,3	74,5	77,9	78,1	77,6	78,8	79,2	76,8	76,8
Średnie Means	74,7	75,9	75,2	76,3	78,4	77,7	76,8	78,5	78,1	77,3	
NIR($\alpha = 0,05$) dla: odmian-r.n; nawożenia-r.n; odmiana $\times$ nawożenie r.n.											
LSD($\alpha = 0.05$) for: cultivars n.s; fertilization n.s. cultivar $\times$ fertilization n.s.											
szklistość ziarna — glassiness (%)											
Kobra	9	24	23	36	46	40	35	40	43	39	33
Roma	37	58	49	51	73	65	73	76	78	77	64
Średnie Means	23	41	36	44	60	53	54	58	61	58	
NIR($\alpha = 0,05$) dla :odmian-6,03; nawożenia-0,90; odmiana $\times$ nawożenie-r.n											
LSD($\alpha = 0.05$) for: cultivars-6.03; fertilization-0.90; cultivar $\times$ fertilization-n.s											
zawartość białka ogółem — protein content (%)											
Kobra	10,8	11,7	11,8	12,4	13,2	12,9	13,2	13,6	13,5	13,6	12,6
Roma	11,7	12,8	12,5	12,5	13,9	13,9	13,8	14,0	14,1	14,2	13,3
Średnie Means	11,2	12,2	12,1	12,4	13,5	13,4	13,5	13,8	13,8	13,9	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian- 0,40; nawożenia- 0,90; odmiana $\times$ nawożenie r.n.											
LSD($\alpha = 0.05$) for: cultivars-0.40; fertilization-0.90; cultivar $\times$ fertilization n.s.											
liczba opadania — falling number (s)											
Kobra	227	230	233	255	219	230	245	228	255	241	236
Roma	268	287	270	246	308	265	330	360	352	340	302
Średnie Means	248	259	251	251	263	247	287	294	303	290	
NIR ($\alpha = 0,05$) dla: odmian-18,9; nawożenia -r.n. odmiana $\times$ nawożenie r.n.											
LSD ($\alpha = 0.05$) for: cultivar-18.9; fertilization-r.n; cultivar $\times$ fertilization n.s.											
wskaźnik sedimentacji — sedimentation value (Zeleny test ml)											
Kobra	33	33	33	39	42	41	40	42	42	43	39
Roma	32	34	35	38	45	40	44	46	46	47	41
Średnie Means	33	34	34	39	44	41	42	44	44	45	
NIR($\alpha = 0,05$) dla: odmiana 1,98; nawożenia 4,41, odmiana $\times$ nawożenie r.n.											
LSD($\alpha = 0.05$) for: cultivar-1.98; fertilization 4.41; cultivar $\times$ fertilization n.s.											

Należy dodać, że najwyższe wartości tego parametru stwierdzono na najwyższych dawkach azotu i przy stosowaniu dokarmiania mocznikiem (tab. 4). Z badań przeprowadzonych przez Mazurka i wsp. (1999), Szemplińskiego (1995), Wróbla i Szemplińskiego (1999) wynika, że nawożenie azotem może dodatnio wpływać na wartość testu sedimentacji.

Liczba opadania świadcząca o aktywności enzymów amylolitycznych nie była istotnie różnicowana pod wpływem wzrostu dawki azotu. Zbliżone wyniki otrzymali Cacak-Pietrzak i wsp. (2003) oraz Podolska i Stankowski (2001). Najniższą aktywność enzymów

amylolitycznych wykazano u obu odmian na najwyższych dawkach azotu i przy dokarmianiu mocznikiem. Cacak-Pietrzak (1999) oraz Mazurek i wsp. (1999) nie wykazali zmian wartości liczby opadania w miarę wzrostu dawek azotu z 40 do 80 kg/ha, natomiast Szempliński (1995) stwierdził wzrost tego parametru przy zwiększeniu dawki z 60 do 120 kg N/ha.

WNIOSKI

1. Nawożenie doglebowe azotem w dawce 80 kg/ha przyczyniło się do uzyskania wysokiego plonu ziarna pszenicy. Dla odmiany Kobra najkorzystniejsza była dawka 80 kg N/ha, natomiast dla odmiany Roma 40 kg N/ha.
2. Dokarmianie roztworem mocznika pszenicy nie było efektywne w odniesieniu do wielkości plonu ziarna obydwu odmian.
3. Odmiana Kobra w porównaniu z odmianą Roma odznaczała się wyższym plonem ziarna i liczbą kłosów produktywnych z m² oraz liczbą ziaren w kłosie. Odmiana Roma charakteryzowała się wyższą szklistością i zawartością białka w ziarnie oraz wyższą liczbą opadania i wartością testu sedymentacji niż odmiana Kobra.
4. Zawartość białka w ziarnie, szklistość ziarna oraz wartość wskaźnika sedymentacji wzrastały w miarę wzrostu doglebowych dawek azotu.
5. Uzyskane wyniki badań dotyczące niektórych cech jakościowych ziarna pszenicy wskazują na celowość stosowania wysokiej dawki azotu 120 kg/ha i dolistnego dokarmiania mocznikiem.

LITERATURA

- Achremowicz B., Dziamba Sz., Styk B. 1988. Wpływ nawożenia mineralnego na jakość ziarna trzech odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR 166: 7 — 15.
- Achremowicz B., Podgórska E., Styk B. 1989. Wpływ wysokich dawek NPK na fizyczne i technologiczne właściwości ziarna pszenicy. Post. Nauk Rol. 354: 15 — 21.
- Achremowicz B., Zając J. 1993. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. Rocz. Nauk Roln. A 110 1/2: 149 — 157.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowego. Pam. Puł. 118: 35 — 45.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Jończyk K. 2003. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej uprawianych w różnych systemach produkcji roślinnej. Pam. Puł. 133: 17 — 25.
- Chrzanowska-Drożdż B. 2001. Reakcja pszenicy ozimej na dawki i terminy stosowania azotu. Cz. I. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol. LXXX. 415: 257 — 270.
- Czuba R. 1993. Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz. I. Reakcja roślin na dolistne stosowanie azotu. Rocz. Gleb. T. XLIV. (1): 69 — 78.
- Jankowski K., Nowak M. 1999. Wady i zalety dolistnego dokarmiania. Nowoczesne Rolnictwo 11: 11.
- Jończyk K. 1993. Zakresy wartości parametrów łanu pszenicy ozimej warunkujące uzyskanie dużych plonów. Fragn. Agron. 4 (40): 33 — 34.
- Kocoń A., Skiba T. 1999. Wykorzystanie azotu stosowanego dolistnie lub doglebowo w plonie pszenicy jarej i ozimej, Fragn. Agron. 4 (64): 90 — 100.
- Kubik K. 1999. Produkcyjne i ekologiczne skutki różnych technik stosowania nawozów azotowych. Biul. Inf. IUNG, 10: 11 — 13.

- Mazurek J., Jaśkiewicz B., Kłupczyński Z. 1999. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od techniki nawożenia azotem. *Pam. Puł.* 118: 263 — 270.
- Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219: 127 — 136.
- Rogalski L. 1993. Efektywność dolistnego dokarmiania pszenicy roztworem mocznika *Fragm Agron.* 1 (37): 8 — 13.
- Rogalski L. 1994. Wpływ dolistnego dokarmiania łączonego z ochroną roślin na plonowanie pszenicy ozime. *Acta Acad. Agricul. Tech. Olst.* 57: 112 — 118.
- Sobiech S., Maciejewski T., i inni. 1993. Wpływ sposobu nawożenia azotem na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 4 (4): 37 — 38.
- Szempliński W. 1995. The effect of the method of nitrogen fertilisation on the yield and quality of breadmaking wheat. *Fragm. Agron.* 2/XII: 168 — 169.
- Szempliński W., Budzyński W. 1999. Plonowanie pszenicy ozimej na różnych poziomach nakładów na nawożenie i ochronę przed chwastami. *Pam. Puł.* 118: 415 — 423.
- Wróbel E., Budzyński W. 1999. Efekt różnych sposobów pielęgnacji pszenicy ozimej w zależności od poziomu nawożenia mineralnego. *Pam. Puł.* 118: 455 — 463.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118: 464 — 469.

MARIA RALCEWICZ
TOMASZ KNAPOWSKI

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wysokość plonu ziarna i zawartość białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari

The influence of some agrotechnical factors on grain yield and total protein content in the Almari winter wheat

W latach 1994–1998 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Minikowie koło Bydgoszczy przeprowadzono doświadczenie polowe, w celu zbadania wpływu czynnika pozanawozowego, którym jest termin siewu oraz zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu ziarna oraz zawartość i plon białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari. Badano dwa terminy siewu (I czynnik): optymalny i opóźniony o dwa tygodnie oraz 4 poziomy nawożenia azotem (II czynnik): 0, 80, 120 i 160 kg N·ha⁻¹. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie w porównaniu do terminu optymalnego spowodowało istotne obniżenie plonu ziarna i plonu białka ogółem, natomiast wzrost zawartości białka ogółem. Zastosowane zróżnicowane nawożenie azotem, w zakresie dawek 0–160 kg·ha⁻¹, spowodowało średnio wzrost plonu ziarna oraz zawartości i plonu białka ogółem. Udowodnione różnice w plonie ziarna uzyskano jedynie przy dawce 80 kg·ha⁻¹, natomiast w plonie białka do dawki 120 kg·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: nawożenie azotem, plon ziarna, pszenica ozima, termin siewu, zawartość białka ogółem, plon białka ogółem

The influence of sowing date and nitrogen fertilization level on grain yield, total protein content and protein yield was studied in the winter wheat cv. Almari. The field trials were carried out at the research station in Minikowo near Bydgoszcz in the years 1994–1998. Two sowing dates (optimal and two weeks delayed) and four levels of fertilization (0, 80, 120 and 160 kg N·ha⁻¹) constituted the factors of the experiment. The delay of sowing date significantly decreased grain yield and total protein yield, but increased the protein content. Generally, the nitrogen fertilization increased both the grain yield and the protein content. However, the significant differences have been proven only for the dose of 80 kg per ha in grain yield, and for the dose of 120 kg per ha in total protein yield.

Key words: grain yield, nitrogen fertilization, protein yield, sowing date, total protein content, winter wheat

WSTĘP

Systematyczne wprowadzanie nowych środków produkcji oraz postęp biologiczny powodują, że ocena oddziaływania poszczególnych zabiegów agrotechnicznych i ich interakcja na produktywność i jakość zbóż jest zagadnieniem ciągle aktualnym. Producenci poszukują takich rozwiązań technologicznych, które umożliwiają uzyskiwanie wysokich i stabilnych plonów o wysokiej jakości. W związku z tym istnieje konieczność określenia, które z elementów agrotechniki będą o tym decydowały w największym stopniu (Jończyk, 1998). Wpływ nawożenia mineralnego, a zwłaszcza azotem, determinuje wysokość i jakość plonów zbóż (Micelli i in., 1992; Kłupczyński i in., 2000; Knapowski i in., 2002). Stosowanie azotu należy jednak rozpatrywać w powiązaniu z innymi czynnikami m.in. terminem siewu, który może warunkować jego działanie (Podolska, 1997). Pszenica ozima jako zboże o największych wymaganiach w stosunku do stanowiska i agrotechniki oraz o dużym potencjale plonowania i wysokiej wartości ziarna odgrywa w tych rozważaniach szczególną rolę (Jończyk, 1998). Obserwowany, w ostatnich latach, wzrost areалу uprawy pszenicy ozimej stwarza dodatkowo konieczność poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych oraz weryfikacji ocen poszczególnych elementów agrotechniki.

W związku z powyższym przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było określenie wpływu terminu siewu i zróżnicowanego nawożenia azotem na wysokość plonu ziarna oraz zawartość i plon białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1994–1998 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Minikowie na glebie płowej typowej, według międzynarodowej klasyfikacji FAO-UNESCO jest to Albic Luvisols. Gleba ta zaliczana do kompleksu żytniego bardzo dobrego charakteryzowała się średnią i wysoką zasobnością w przyswajalne formy fosforu i potasu oraz obojętnym odczynem.

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Przedmiotem badań była pszenica ozima odmiany Almari, którą wysiano w następujących terminach (I czynnik):

- (optymalny) termin siewu (20.09.1994., 25.09.1995., 27.09.1996., 19.09.1997.),
- (opóźniony) termin siewu (10.10.1994., 09.10.1995., 11.10.1996., 06.10.1997.).

Nawożenie azotem (II czynnik) zastosowano w formie saletry amonowej uwzględniając trzy poziomy nawożenia + obiekt kontrolny bez azotu (N_0):

- 80 kg $N \cdot ha^{-1}$ (N_{80}) zastosowano jednorazowo w okresie ruszenia vegetacji wiosennej,
- 120 kg $N \cdot ha^{-1}$ (N_{120}) podzielono: 2/3 w okresie ruszenia vegetacji wiosennej i 1/3 w pełni strzelania w źdźbło,
- 160 kg $N \cdot ha^{-1}$ (N_{160}) podzielono: 1/2 w okresie ruszenia vegetacji wiosennej, 1/4 w pełni strzelania w źdźbło i 1/4 na początku kłoszenia.

Stosowano jednolity poziom nawożenia fosforem i potasem, odpowiednio: 26 kg $P \cdot ha^{-1}$ i 100 kg $K \cdot ha^{-1}$. Przedplonem dla pszenicy ozimej odmiany Almari był owies zbierany na

zieloną masę. Zabiegi agrotechniczne, poza czynnikami doświadczenia, przeprowadzono zgodnie z wymogami dla danego gatunku.

W doświadczeniu określono wysokość plonu ziarna pszenicy ozimej oraz oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Kiejdahla.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji, a różnice graniczne oszacowano według testu Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$. W celu poznania związków i zależności pomiędzy nawożeniem azotowym a otrzymanymi wynikami badanych cech pszenicy ozimej, uzyskane wyniki poddano analizie korelacji prostej, której istotne współczynniki przedstawiono w tabeli 2.

WYNIKI I DYSKUSJA

Termin siewu jest jednym z czynników agrotechnicznych, który decyduje o plonowaniu pszenicy ozimej (Ruszkowski i in., 1991; Podolska 1997). Z dotychczasowych badań wynika, że odmiany pszenicy niejednakowo reagują na termin siewu. Na podstawie zmian wielkości plonu ziarna, odmiany i rody pszenicy ozimej można podzielić na dwie grupy różniące się reakcją na termin siewu: wrażliwe na każde opóźnienie terminu siewu, np. odmiana Portal oraz wrażliwe na opóźnienie siewu do dwóch tygodni, np. odmiany Wanda i Kaja (Podolska, 1997). Efektem wysiewu pszenicy ozimej w terminie opóźnionym o dwa tygodnie (10–15 października), w stosunku do optymalnego (20–25 wrzesień), było obniżenie plonów ziarna w zakresie od 7% do 13% w zależności od klasy bonitacyjnej gleby (Jończyk, 1998). Żaden z badanych czynników agrotechnicznych, m.in. nawożenie azotem, nie kompensował ujemnego wpływu opóźnionego terminu siewu na plonowanie pszenicy (Kuś i in., 1991; Jończyk, 1998). W przeprowadzonych badaniach, średnio istotnie wyższy plon ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari uzyskano w optymalnym terminie siewu, który wynosił $3,74 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie w stosunku do terminu optymalnego spowodowało spadek plonu ziarna w kolejnych latach badań średnio o: 19%, 15%, 24% i 25% (tab. 1).

O możliwościach produkcyjnych pszenicy ozimej decydują cechy odmianowe jak również czynniki agrotechniczne, a mianowicie nawożenie mineralne, szczególnie dawka azotu (Kuś i in., 1991; Mazurek, 1994; Klupczyński i Ralcewicz, 1998; Podolska i Stankowski, 2001; Rutkowska, 2002). Klupczyński i Ralcewicz (1997) stwierdzili istotny wzrost plonu ziarna pszenicy ozimej pod wpływem zastosowanej dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, chociaż maksymalne przyrosty plonu uzyskali po zastosowaniu dawki $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dalsze podwyższanie dawki azotu, powyżej $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, podobnie jak w badaniach przeprowadzonych przez innych autorów (Krauze i in., 1983; Domska i Rogalski, 1993), powodowało niewielkie tendencje do wzrostu plonu ziarna mieszczące się w granicach błędu doświadczenia. Natomiast w badaniach Wróbla i Szemplińskiego (1999) pszenica ozima reagowała istotnym przyrostem plonu ziarna nawet do dawki $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W badaniach własnych natomiast udowodniony statystyczny przyrost plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari stwierdzono po zastosowaniu nawożenia azotem na poziomie $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, zarówno w całym okresie, jak i w każdym roku badań.

Zastosowanie tej dawki azotu powodowało istotny wzrost o 30% plonu ziarna w porównaniu do plonu uzyskanego z obiektu kontrolnego (tab. 1).

Tabela 1

Wysokość plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari ($t \cdot ha^{-1}$)
Grain yield of the Almari variety of winter wheat ($t \cdot ha^{-1}$)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) — Fertilization (II factor) ($kg \cdot ha^{-1}$)				Średnia Mean
		N = 0	N = 80	N = 120	N = 160	
1995	optymalny — optimal	4,13	5,70	5,82	7,19	5,71
	opóźniony — late	3,70	4,61	5,15	4,93	4,60
Średnia — Mean		3,91	5,15	5,48	6,06	5,15
1996	optymalny — optimal	3,20	4,07	4,30	4,17	3,93
	opóźniony — late	2,87	3,50	3,63	3,40	3,35
Średnia — Mean		3,03	3,78	3,97	3,78	3,64
1997	optymalny — optimal	2,40	3,08	3,34	3,55	3,09
	opóźniony — late	1,85	2,40	2,63	2,48	2,34
Średnia — Mean		2,13	2,74	3,00	3,02	2,72
1998	optymalny — optimal	3,14	3,52	4,52	4,49	3,92
	opóźniony — late	1,90	3,13	3,50	3,24	2,94
Średnia — Mean		2,52	3,33	4,01	3,87	3,43
Lata Years	optymalny — optimal	3,22	4,09	4,49	4,85	4,16
	opóźniony — late	2,58	3,41	3,73	3,51	3,31
Średnia — Mean		2,90	3,75	4,11	4,18	3,74
NIR — LSD _{p=0,05} dla — for:						
	(I) — termin siewu (I) — sowing date	(II) — nawożenie N (II) — fertilization N		I × II		II × I
1995	0,270	0,511		0,541		0,722
1996	0,141	0,266		n.i.		n.i.
1997	0,149	0,281		0,298		0,398
1998	0,151	0,285		0,302		0,403
Lata — Years	0,232	0,500		n.i.		n.i.

Tabela 2

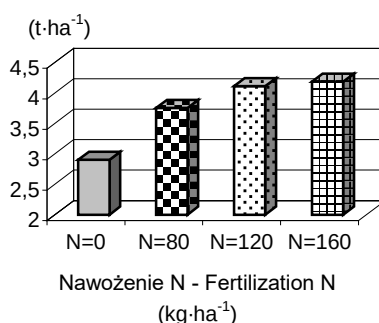
Współczynniki korelacji prostej badanych zależności
The correlation coefficients of the studied relationships

Parametr Parameter	1 termin siewu — 1 sowing date			
	nawożenie N fertilization N	plon ziarna grain yield	zawartość białka protein content	plon białka protein yield
Nawożenie N — Fertilization N	—	0,52	0,74	0,61
Plon ziarna — Grain yield	0,52	—	0,63	0,97
Zawartość białka — Protein content	0,74	0,63	—	0,80
Plon białka — Protein yield	0,61	0,97	0,80	—
Parametr Parameter	2 termin siewu — 2 sowing date			
	nawożenie N fertilization N	plon ziarna grain yield	zawartość białka protein content	plon białka protein yield
Nawożenie N — Fertilization N	—	n.i.	0,80	0,52
Plon ziarna — Grain yield	n.i.	—	0,68	0,96
Zawartość białka — Protein content	0,80	0,68	—	0,81
Plon białka — Protein yield	0,52	0,96	0,81	—

n.i. — Nieistotne; Not significant

W przeprowadzonych badaniach, jedynie w odniesieniu do optymalnego terminu siewu, stwierdzono istotną korelację pomiędzy zastosowanym nawożeniem azotowym a plonem ziarna pszenicy ozimej (tab. 2). Podobnie jak w cytowanych wcześniej

publikacjach w omawianym doświadczeniu własnym, działanie azotu było tym mniejsze im większa była jego dawka (rys. 1). Niezależnie od lat uprawy i terminu siewu, średnio najwyższy plon ziarna pszenicy ozimej uzyskano po zastosowaniu $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 1). Jednak przyrost plonu ziarna po zastosowaniu tej dawki w porównaniu do dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyniósł jedynie $0,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a w dwóch z czterech lat badań, tj. 1996 i 1998, zastosowane nawożenie azotem na poziomie $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało, podobnie jak w badaniach Knapowskiego i wsp. (2002), nawet obniżenie plonu ziarna w stosunku do dawki $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Po zastosowaniu dawki azotu na poziomie $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ odnotowano średnio, wzrost o $0,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ plonu ziarna w stosunku do dawki $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.



Rys. 1. Średni plon ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari w zależności od poziomu nawożenia azotem
Fig. 1. The average yield in winter wheat grain of the Almari variety as a function of the nitrogen fertilization

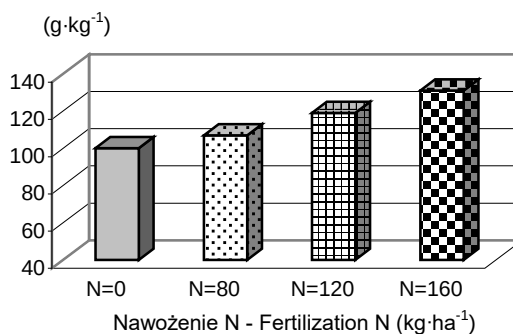
Istotny wzrost zawartości białka w ziarnie pszenicy ozimej determinowany był, niezależnie od lat uprawy i poziomu nawożenia azotem, opóźnieniem terminu siewu. Opóźnienie terminu siewu o dwa tygodnie spowodowało udowodniony statystycznie wzrost zawartości białka ogółem średnio o $10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w stosunku do optymalnego terminu siewu (tab. 3).

Stwierdzono istotną dodatnią korelację pomiędzy dawką azotu a zawartością białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almari (tab. 2). Tę zależność zauważono zarówno dla optymalnego ($r = 0,74$), jak i opóźnionego o dwa tygodnie terminu siewu ($r = 0,80$). Niezależnie od lat uprawy, po zastosowaniu dawki $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ stwierdzono istotny wzrost o $7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ zawartości białka w ziarnie w stosunku do obiektu kontrolnego. Zwiększenie dawek azotu o kolejne $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało istotny wzrost zawartości białka w ziarnie o $12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 3, rys. 2). Stwierdzony w badaniach własnych dodatni wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem na zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy znajduje z reguły potwierdzenie w danych literaturowych (Fatyga, 1990; Wójcikiewicz i in., 1995; Klupczyński i Ralcewicz, 1997, 1998; Wróbel i Szempliński, 1999; Klupczyński i in., 2000).

Tabela 3

Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almari ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Protein content in winter wheat grain of the Almari variety ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) — Fertilization (II factor) ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)				Średnia Mean
		N = 0	N = 80	N = 120	N = 160	
1995	optimalny — optimal	101	108	119	137	116
	opóźniony — late	109	118	133	143	126
Średnia — Mean		105	113	126	140	121
1996	optimalny — optimal	101	110	120	134	116
	opóźniony — late	107	118	126	141	123
Średnia — Mean		104	114	123	137	120
1997	optimalny — optimal	97	102	112	117	107
	opóźniony — late	103	106	114	126	113
Średnia — Mean		100	104	113	122	110
1998	optimalny — optimal	80	84	103	119	97
	opóźniony — late	102	108	123	131	116
Średnia — Mean		91	96	113	125	106
Lata Years	optimalny — optimal	95	101	114	127	109
	opóźniony — late	105	112	124	136	119
Średnia — Mean		100	107	119	131	114
NIR — $\text{LSD}_{p=0,05}$ dla — for: (I) — termin siewu (I) — sowing date (II) — nawożenie N (II) — fertilization N $I \times II$ $II \times I$						
1995	5,8	5,6	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
1996	n.i.	7,8	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
1997	1,1	1,8	1,8	2,5	2,5	2,5
1998	1,1	3,3	3,1	4,7	4,7	4,7
Lata — Years	10,0	5,4	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.



Rys. 2. Średnia zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almari w zależności od poziomu nawożenia azotem

Fig. 2. The average total protein content in winter wheat grain of the Almari variety as a function of the nitrogen fertilization

Wysokość plonu białka z jednostki powierzchni jest wypadkową plonu ziarna i procentowej zawartości białka w ziarnie (Fatyga, 1990; Rutkowska, 2002). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, iż plon białka istotnie, dodatnio korelował z plonem

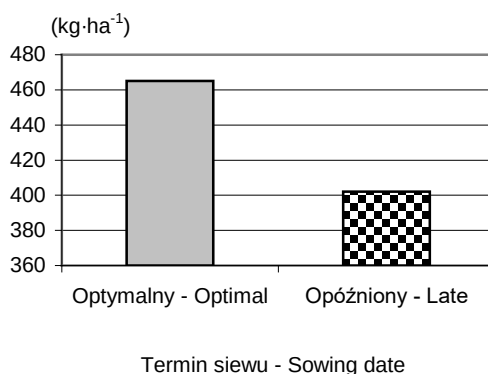
ziarna pszenicy ozimej oraz z zawartością białka, zarówno w pierwszym i drugim terminie siewu, odpowiednio: $r = 0,97$; $r = 0,80$ i $r = 0,96$; $r = 0,81$ (tab. 2). Uzyskany w 1997 roku najniższy plon białka (tab. 4) jest konsekwencją niskiego procentowego udziału tego składnika w ziarnie badanej odmiany (tab. 3) i jej najniższego plonu ziarna w omawianym roku (tab. 1).

Zdecydowanie wyższy, udowodniony statystycznie, średni plon białka ogółem pszenicy ozimej uzyskano w optymalnym terminie siewu i był on wyższy o 16% w porównaniu do plonu uzyskanego w opóźnionym o dwa tygodnie terminie siewu (tab. 4). Tendencje te potwierdziły się we wszystkich latach prowadzenia doświadczenia, w których wysiew pszenicy w I terminie siewu (19–27 wrzesień) spowodował wzrost plonu białka od 12% do 26% w porównaniu do II terminu siewu (06–11 październik, rys. 3). Z danych literaturowych wynika (Fatyga, 1990; Szempliński i in., 1995), że czynnikiem najsilniej wpływającym na wzrost zawartości i plonu białka w zbożach jest nawożenie azotem. Działanie azotu, w odniesieniu do plonu białka, dotyczy wszystkich zastosowanych dawek azotu (tab. 4).

Tabela 4

Wysokość plonu białka ogólnego pszenicy ozimej odmiany Almari ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
The total protein yield in winter wheat of the Almari variety ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Lata Years	Termin siewu (I czynnik) Sowing date (I factor)	Nawożenie (II czynnik) — Fertilization (II factor) ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)				Średnia Mean
		N = 0	N = 80	N = 120	N = 160	
1995	optymalny — optimal	417	617	693	986	678
	opóźniony — late	403	544	685	705	585
Średnia — Mean		410	585	689	846	632
1996	optymalny — optima	323	448	516	558	462
	opóźniony — late	307	413	457	479	414
Średnia — Mean		315	431	487	518	438
1997	optymalny — optima	233	314	375	415	335
	opóźniony — late	192	254	299	313	265
Średnia — Mean		213	284	337	364	300
1998	optymalny — optimal	252	297	466	534	387
	opóźniony — late	193	338	431	424	347
Średnia — Mean		222	317	449	479	367
Lata Years	optymalny — optimal	306	419	512	623	465
	opóźniony — late	274	387	468	480	402
Średnia — Mean		290	404	490	552	434
NIR — LSD $p = 0,05$ dla — for:		(I)– termin siewu (I)– sowing date	(II)– nawożenie N (II)– fertilization N	I $\times$ II		II $\times$ I
1995		55,3	73,4	75,8		103,9
1996		43,7	36,9	n.i.		n.i.
1997		40,2	27,3	39,2		38,7
1998		35,3	30,4	37,3		43,0
Lata — Years		16,8	82,6	n.i.		n.i.



Rys. 3. Średni plon białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari w zależności od terminu siewu
Fig. 3. The average total protein yield in winter wheat of the Almari variety in dependence on sowing date

Dawka azotu na poziomie $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowała średnio istotny wzrost plonu białka o $114 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu do obiektu kontrolnego. Zwiększenie dawki azotu o $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowało uzyskanie kolejnych 86 kg białka ogółem z hektara. Plon białka pszenicy ozimej uzyskany po zastosowaniu $160 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ był o $62 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyższy w stosunku do uzyskanego po zastosowaniu $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, jednak nie przekroczył on progu statystycznej istotności. Według Domskiej i Rogalskiego (1993) najbardziej efektywnie na plon białka wpływała dawka $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast według Wójcikiewicza i wsp. (1995) dawka $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, co znalazło potwierdzenie w badaniach własnych.

WNIOSKI

1. Wysokość plonu ziarna pszenicy ozimej odmiany Almari była istotnie determinowana terminem siewu i dawką azotu. Opóźnienie terminu siewu spowodowało obniżenie plonu ziarna o około 25%. Natomiast udowodnione różnice w plonach ziarna uzyskano tylko przy dawce $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.
2. Opóźnienie terminu siewu jak i zastosowane zróżnicowane nawożenie azotem w całym zakresie dawek powodowało istotny wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie odmiany Almari.
3. Wzrastające dawki nawożenia azotem do $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowały średnio istotny wzrost plonu białka ogółem.

LITERATURA

- Domska D., Rogalski L. 1993. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość odżywczą białka żyta i pszenicy uprawianych w warunkach północno-wschodniej Polski. *Fragm. Agron.* 3 (39): 59 — 67.
- Fatyga J. 1990. Wpływ terminów siewu i nawożenia azotem na wysokość i jakość plonów ziarna pszenicy jarej. *Rocz. Nauk Roln., ser. A*, 109 (1): 71 — 83.

- Jończyk K. 1998. Czynniki agrotechniczne najsilniej różnicujące plon pszenicy ozimej. *Rocz. AR Poznań CCCVII*, Roln. 52: 43 — 49.
- Kłupczyński Z., Ralcewicz M. 1997. Wpływ nawożenia azotem, fosforem i potasem na wartość technologiczną jakościowych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 3: 103 — 110.
- Kłupczyński Z., Ralcewicz M. 1998. Wpływ nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. *Rocz. AR Poznań, CCCVII*, Roln. 52: 17 — 24.
- Kłupczyński Z., Knapowski T., Ralcewicz M., Murawska B. 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość technologiczną chlebowych odmian pszenicy ozimej. *Fertilizers and Fertilization* 3 (4): 61 — 72.
- Knapowski T., Ralcewicz M., Kłupczyński Z. 2002. The estimation of choosen parameters of the baking value of winter wheat on the influence of nitrogen fertilization. *Mengen und Spurenelemente*, Vol. 21, 290 — 295.
- Krauze A., Domska D., Koter M. 1983. Wpływ wysokiego nawożenia azotem i mikroelementów na plon białka pszenicy oraz jego wartość biologiczną. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.* 238: 109 — 119.
- Kuś J., Filipiak K., Jończyk K. 1991. Wpływ siedmiu wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 98: 7 — 21.
- Mazurek J. 1994. Porównanie plonowania zbóż ozimych: pszenżyta, żyta, pszenicy i jęczmienia na glebach lżejszych przy stosowaniu różnych dawek azotu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* LVIII, 162: 155 — 158.
- Micelli F., Martin M., Zerbi G. 1992. Yield, quality and nitrogen efficiency in winter wheat fertilized with increasing N levels at different times. *J. Agron. Crop Sci.* 168: 337 — 344.
- Podolska G. 1997. Reakcja nowych odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Cz. III. Wpływ nawożenia azotem na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR.* 204: 163 — 172.
- Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219: 127 — 136.
- Ruszkowski M., Jaworska K., Podolska G. 1991. Struktura plonu rodów pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu. *Biul. IHAR* 177: 109 — 114.
- Rutkowska A. 2002. Efektywność późnych dawek azotu w nawożeniu pszenicy jakościowej. *Pam. Puł.* 130: 647 — 652.
- Szempliński W., Budzyński W., Majewska K. 1995. The effect of the method of nitrogen fertilisation on yield and quality of bredmaking wheat. *Fragm. Agron.* 2 (46): 168 — 169.
- Wójcikiewicz M., Błażej J., Rząsa B. 1995. Produkcyjność pszenicy ozimej przy zróżnicowanym nawożeniu azotowym. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Roln.* 32: 125 — 131.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.* 118: 463 — 469.

KRZYSZTOF KLIMONT¹**AGNIESZKA OSIŃSKA**²¹ Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych² Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego

The effect of some herbicides on seed quality and content of some chemical components in grain of winter wheat, spring barley and spring triticale

Badano wpływ trzech herbicydów zastosowanych w następujących dawkach na ha: Aminopielik D — 3 l, Chwastox D — 3 l (jęczmień, pszenżyto) i 5 l pszenica, Granstar 75 DF — 20 g na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej odmiany Almar, jęczmienia jarego odmiany Edgar i pszenżyta jarego odmiany Migo. Określono również pozostałości substancji biologicznie czynnych użytych preparatów w ziarnie. Obiektami kontrolnymi były poletka nieopryskiwane i niepielone. Uzyskane wyniki wskazują, że tylko Granstar 75 DF zastosowany w jęczmieniu i Chwastox D w pszenżycie wpływały na obniżenie energii kiełkowania badanych gatunków zbóż, natomiast żaden z herbicydów nie wpływał na końcową zdolność kiełkowania ziarna. Aminopielik D i Chwastox D istotnie stymulowały wzrost zawartości białka i glutenu w ziarnie pszenicy, Aminopielik D białka i lizyny w ziarnie pszenżyta. Zawartość białka i skrobi w ziarnie jęczmienia była zmienna w latach i zależała od przebiegu pogody w okresie badawczym. Ziarniaki badanych gatunków zbóż pochodzące z kombinacji herbicydowych nie zawierały żadnych pozostałości substancji biologicznie czynnych zastosowanych preparatów.

Słowa kluczowe: herbicydy, kiełkowanie, pozostałości substancji biologicznie czynnych, skład chemiczny nasion, ziarno

The effect of three herbicides on seed sowing value and chemical composition of grain was studied in winter wheat, spring barley and spring triticale. The following herbicides (and their doses per ha) were used: Aminopielik D (3.1 l), Chwastox D (3 l for barley and triticale, 5 l for wheat) and Granstar 75 DF (20 g). The residues of herbicides' active substances in seed were analysed either. Untreated plots served as controls. All the herbicides reduced germination percentage of the first count in all the cereals, but there were no differences in the final percentage of germination. Aminopielik D and Chwastox D significantly increased protein and gluten content in the wheat seed. Aminopielik D also increased protein and lysine content in seed of the triticale. However, none of the herbicides influenced

protein, starch and fibre content in the barley seed. The protein and starch contents were variable in years as dependent on weather conditions of the vegetation seasons. Seed of all cereals did not contain residues of active substances of the used chemicals.

Key words: germination, herbicides, seed chemical composition, residues of herbicides

WSTĘP

Herbicydy wpływają na właściwości fizjologiczne nasion i mogą zmieniać ich żywotność (Grzesiuk, 1973; Ashton i Crafts, 1973; Klimont i Dul, 1998), co może powodować obniżenie ich wartości siewnej. Spadek energii kiełkowania ziarna pszenżyta ozimego odnotowano po wiosennym oprysku Arelonem (Romek i Dzienia, 1993). Z kolei Kozaczenco i Kosińska (1992) nie stwierdziły ujemnego oddziaływania herbicydów zastosowanych w badaniach na zdolność kiełkowania nasion. Natomiast Czkanikow i Sokołow (1973) donoszą o możliwości pozytywnego wpływu na wartość biologiczną ziarna zbóż, przy stosowaniu herbicydów typu regulatorów wzrostu. Również Klimont (1996) stwierdził, że herbicydy zastosowane w soi mogą wpływać na poprawę wartości siewnej nasion, natomiast podwojenie dawek tych preparatów powoduje obniżenie wartości tej cechy. Herbicydy oddziałują na procesy tworzenia białek, a tempo jego syntezy może być regulowane, zależnie od wysokości wniesionej dawki (Domańska i Kłosińska-Rycerska, 1973). Romek i wsp. (1993) donosi, że retardanty użyte w pszenżycie ozimym obniżają plon białka ogólnego i prawie wszystkich aminokwasów, natomiast wysokie dawki nawożenia mineralnego zwiększają jego zawartość. Także Płoszyński i wsp. (1991), wykazali, że zarówno preparaty tradycyjne (Aminopielik D i Chwastox D), jak i nowej generacji Glean 75 DF korzystnie wpływając na plon, obniżają poziom białka w ziarnie pszenżyta jarego. Piech i Maciorowski (1996) odnotowali korzystne oddziaływanie pięciu herbicydów użytych do odchwaszczania pszenżyta ozimego na zawartość białka w ziarnie, a Pawłowska (1996) stwierdziła różnice w reakcji odmian pszenżyta jarego Migo i Gabo na preparaty chwastobójcze pod względem zawartości białka w ziarnie.

Pozostałości substancji biologicznie czynnych w nasionach i w glebie są jednym z ubocznych skutków stosowania herbicydów. Zawartość pozostałości pestycydów w płodach rolnych przedstawia Dąbrowski (1992), z którego wynika, że w latach 1986–1990 w badaniach IOR odnotowano tylko 123 przypadki wykrycia przekroczeń maksymalnie dopuszczalnych stężeń pozostałości pestycydów w badanych próbach, co oznacza zaledwie 0,2% w stosunku do liczby wykonanych analiz. W państwach uprzemysłowionych, odsetek ten wynosił 2%–4%, czyli kilkakrotnie więcej niż w naszym kraju. Badania wielu autorów wykazały, że herbicydy mogą zostawiać pewne zauważalne pozostałości substancji biologicznie czynnych w ziarnie zbóż kłosowych i kukurydzy (Sadowski i in., 1987), grochu (Sumisławska i in., 1990) i soi (Klimont, 2000), jednakże poniżej dopuszczalnych wielkości tolerancyjnych. Z kolei nie wykryto pozostałości preparatu Quartz (diflufenikan) w ziarnie pszenicy jarej, Gesagardu 50 (prometryna) Bładexu 50WP (cyanozyna), Basagranu (bentazon) w nasionach bobiku (Kostowska i in., 1991). Obecność i poziom pozostałości w roślinie są uzależnione między innymi od

rodzaju użytej substancji biologicznie czynnej, jej właściwości fizyko-chemicznych, warunków pogodowych w okresie stosowania środka, terminu zastosowania oraz warunków glebowych (Briggs, 1984; Kamee, 1979). O istniejących różnicach odmianowych w reakcjach na określony herbicyd w pszenicy donoszą Gabińska (1986) oraz Martin i wsp. (1989).

Celem prezentowanej pracy było zbadanie oddziaływania wybranych herbicydów na wartość siewną i skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego, a także określenie w nim zawartości pozostałości substancji biologicznie czynnych zastosowanych herbicydów.

MATERIAŁ I METODY

Materiał będący przedmiotem badań pochodził z trzyletnich doświadczeń polowych, przeprowadzonych w latach 1994–1996 w Obrazowie koło Sandomierza, w którym określono wpływ herbicydów na plon ziarna i cechy morfologiczne zbóż. Analizą laboratoryjną objęto ziarno pszenicy ozimej odmiany Almari, jęczmienia jarego odmiany Edgar i pszenżyta jarego odmiany Migo zebrane z poletek, które odchwaszczano stosując herbicydy: Aminopielik D 3,0 l/ha, (wszystkie gatunki zbóż), Chwastox D 3,0 l/ha — jęczmień, pszenżyto i 5,0 l/ha — pszenica oraz Granstar 75 DF w dawce 20 g/ha stosowany we wszystkich gatunkach zbóż. Obiektami kontrolnymi były poletka nieopryskiwane żadnymi herbicydami i niepielone.

Corocznie badania prowadzono w oparciu o 3 oddzielne doświadczenia (pszenica, jęczmień i pszenżyto). Każde z nich założono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, powierzchnia poletka do zbioru wносиła 5 m². W warunkach laboratoryjnych oceniano energię i zdolność kiełkowania ziarna odpowiednio po 4 i 8 dniach pszenicy i pszenżyta a jęczmienia po 4 i 7 dniach oraz procent ziarniaków nienormalnie kiełkujących i martwych na bibule wg Polskiej Normy PN-R-65950/94. W ziarniakach pszenicy określono zawartość białka i glutenu; jęczmienia białka, skrobi i włókna; pszenżyta białka i lizyny, przy użyciu aparatu INFRATEC 1255 (Food and Feed Analyzer) Tecator — Szwecja i przeliczono na procentową zawartość w absolutnie suchej masie ziarna. Oznaczenia pozostałości substancji biologicznie czynnych w ziarniakach dokonano w Zakładzie Ekologii i Zwalczania Chwastów JUNG Wrocław, metodą chromatografii gazowej i cieczowej, a uzyskane wyniki porównywano z wprowadzonymi w kraju najwyższymi dopuszczalnymi pozostałościami substancji biologicznie czynnej w płodach rolnych (Dziennik Ustaw, 1993).

Obliczeń statystycznych dokonano metodą analizy wariancji, a różnice między średnimi oceniano testem Tukeya przy $NIR_{\alpha} = 0,05$.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wartość siewna ziarna

Tylko po oprysku jęczmienia Granstarem 75 DF i pszenżyta Chwastoxem D stwierdzono statystycznie istotny spadek energii kiełkowania ziarna odpowiednio o 6,1

i 4,2% w porównaniu z wariantem kontrolnym (tab. 2), natomiast pozostałe herbicydy zastosowane w łanie trzech badanych gatunków zbóż wykazywały tylko tendencje do obniżenia wartości tej cechy.

Średnio za trzylecie zastosowane herbicydy działały podobnie i zasadniczo nie wpływały na zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy, jęczmienia i pszenżyta (tab. 2). Odnotowano jednak, że w 1994 roku preparat Granstar 75 DF istotnie wpływał na obniżenie zdolności kiełkowania ziarna jęczmienia z 97,8% (kontrola) do 94,7%, a w 1996 powodował wzrost wartości tej cechy z 92,5% do 95,5% przy $NIR_{0,05} = 2,8$. Zmienne warunki pogodowe w latach badań wpływały na wartość siewną ziarna (tab. 1).

Tabela 1

Suma opadów miesięcznych oraz średnia miesięczna temperatura powietrza w okresie wegetacji zbóż
Monthly rainfall and monthly mean air temperature during vegetation of cereals

Miesiąc Month	Lata Years					
	1993–1994		1994–1995		1995–1996	
	suma opadów sum of rainfall (mm)	temperatura temperature (°C)	suma opadów sum of rainfall (mm)	temperatura temperature (°C)	suma opadów sum of rainfall (mm)	temperatura temperature (°C)
Wrzesień September	67,7	12,6	98,1	15,5	81,1	12,9
Październik October	31,3	8,8	80,0	6,6	12,0	10,2
Listopad November	27,9	-2,7	31,2	3,3	13,2	-0,6
Grudzień December	20,6	1,2	34,2	-0,2	16,2	-5,2
Styczeń January	35,4	1,9	16,6	-2,4	11,7	-6,2
Luty February	11,7	-1,9	34,5	2,7	8,7	-5,7
Marzec March	47,2	4,0	40,1	2,7	21,8	-2,1
Kwiecień April	85,2	9,3	56,9	7,6	30,0	8,2
Maj May	90,2	13,0	41,4	12,5	143,2	15,6
Czerwiec June	34,9	16,2	67,1	17,4	42,0	17,0
Lipiec July	13,1	21,4	23,7	20,5	74,8	16,6
Sierpień August	91,9	18,1	65,1	18,4	108,7	17,3

Umiarkowanie ciepły i pogodny czerwiec 1994 roku sprzyjał kwitnieniu i wiązaniu ziarna, a następnie jego prawidłowemu wykształceniu. Sucha i ciepła pogoda w lipcu zapobiegła porastaniu ziarna i obniżeniu jego wartości siewnej. Obfite opady w lipcu i początku sierpnia 1996 przesunęły termin zbiorów i w konsekwencji doprowadziły do porastania ziarna w kłosach, wpływając istotnie na obniżenie wartości ziarna wszystkich badanych gatunków zbóż w stosunku do 1994 roku. Współdziałanie między latami

i herbicydami okazało się istotne zarówno w przypadku energii, jak i zdolności kiełkowania u jęczmienia jarego.

Porównując badane gatunki zbóż pod względem procentowego udziału ziarniaków nienormalnie kiełkujących i martwych, najniższy ich procent odnotowano przy ocenie ziarna pszenicy, wyższy jęczmienia, a najwyższy pszenżyta, co ściśle wiąże się z ich końcową zdolnością kiełkowania (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ herbicydów na wartość siewną ziarna pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego (średnio 1994–1996)
The effect of herbicides on seed quality of winter wheat, spring barley and spring triticale (mean 1994–1996)

Gatunki Species	Herbicyd Herbicides	Dawki Doses (l/ha, (g/ha)	Cechy Features			
			energia kiełkowania first germination count (%)	zdolność kiełkowania final germination count (%)	ziarniaki nienormalnie kiełkujące abnormally germinating seeds (%)	ziarniaki martwe dead seeds (%)
Pszenica ozima (odm. Almari) Winter wheat (cv. Almari)	kontrola — control	0	93,2	96,0	1,7	2,3
	Aminopielik D	3,0 l	91,8	96,0	1,9	2,1
	Chwastox D	5,0 l	92,2	96,0	2,2	1,8
	Granstar 75 DF	20 g	91,2	95,7	1,7	2,6
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.
Jęczmień jary (odm. Edgar) Spring barley (cv. Edgar)	kontrola — control	0	93,1	95,3	1,8	2,9
	Aminopielik D	3,0 l	88,7	95,5	2,0	2,5
	Chwastox D	3,0 l	92,3	95,6	1,7	2,7
	Granstar 75 DF	20 g	87,0	95,4	2,1	2,5
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		5,1	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.
Pszenżyto jare (odm. Migo) Spring triticale (cv. Migo)	kontrola — control	0	85,8	92,5	3,0	4,5
	Aminopielik D	3,0 l	83,8	92,2	2,5	5,3
	Chwastox D	3,0 l	81,6	91,1	3,2	5,7
	Granstar 75 DF	20 g	83,8	90,9	3,4	5,7
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		4,0	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.

r.n. — Różnice nieistotne

n.s. — Non significant differences

Zawartość niektórych składników w ziarniakach

Herbicydy Aminopielik D i Chwastox D zastosowane w łanie pszenicy wpływały istotnie na wzrost zawartości białka i glutenu w ziarnie w porównaniu z wariantem kontrolnym (tab. 3). Wzrost zawartości białka zarówno w przypadku użycia Aminopieliku D, jak i Chwastoxu nie przekraczał jednego procenta. Natomiast przyrost zawartości glutenu w ziarnie zebranym z opryskanych obiektów wynosił po użyciu Aminopieliku D 2,34%, a Chwastoxu D 2,41%. Oprysk pszenicy Granstarem 75 DF nie różnicował natomiast zawartości białka i glutenu w ziarnie pszenicy. Porównując wpływ poszczególnych herbicydów między sobą stwierdzono, że po oprysku Aminopielikiem D i Chwastoxem D ziarniaki zawierały istotnie więcej białka i glutenu niż po użyciu Granstaru 75 DF. Warunki pogodowe w 1996 wybitnie sprzyjały gromadzeniu białka

i glutenu w ziarniakach pszenicy (tab. 4). Zawartość białka, skrobi i włókna w ziarniakach jęczmienia nie ulegała istotnym zmianom pod wpływem każdego z trzech zastosowanych preparatów zarówno w odniesieniu do wariantu kontrolnego, jak i we wzajemnych relacjach między sobą.

Tabela 3

Wpływ herbicydów na skład chemiczny ziarna pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego (średnio 1994–1996)
The effect of herbicides on chemical composition of winter wheat, spring barley and spring triticale (mean 1994–1996)

Gatunki Species	Herbicyd Herbicides	Dawki Doses (l/ha) (g/ha)	Cechy Features				
			białko protein %	gluten gluten %	lizyna lysine g/kg	skrobia starch (%)	włókno fibre (%)
Pszenica ozima (odm. Almari) Winter wheat (cv. Almari)	kontrola — control	0	10,63	27,78	—	—	—
	Aminopielik D	3,0 l	11,28	30,12	—	—	—
	Chwastox D	5,0 l	11,38	30,19	—	—	—
	Granstar 75 DF	20 g	10,53	27,18	—	—	—
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		0,62	2,34			
Jęczmień jary (odm. Edgar) Spring barley (cv. Edgar)	kontrola — control	0	12,72	—	—	60,72	4,45
	Aminopielik D	3,0 l	12,37	—	—	60,94	4,42
	Chwastox D	3,0 l	12,78	—	—	60,42	4,54
	Granstar 75 DF	20 g	12,61	—	—	60,73	4,42
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		r.n.; n.s.			r.n.; n.s.	r.n.; n.s.
Pszenżyto jare (odm. Migo) Spring triticale (cv. Migo)	kontrola — control	0	10,30	—	4,16	—	—
	Aminopielik D	3,0 l	10,98	—	4,31	—	—
	Chwastox D	3,0 l	10,68	—	4,23	—	—
	Granstar 75 DF	20 g	10,38	—	4,14	—	—
	NIR _{0,05} — LSD _{0,05}		0,58		0,15		
	NIR _{0,05} dla interakcji: lata × herbicydy = 0,04 (białko w pszenicy)						
	LSD _{0,05} for interaction: years × herbicide (protein in wheat)						
	NIR _{0,05} dla interakcji: lata × herbicydy = 0,01 (gluten w pszenicy)						
	LSD _{0,05} for interaction: years × herbicide (gluten in wheat)						
	NIR _{0,05} dla interakcji: lata × herbicydy = 0,02 (lizyna w pszenżycie)						
	LSD _{0,05} for interaction: years × herbicide (lysine in triticale)						

r.n. — Różnice nie istotne

n.s. — Non significant differences

Oceniano także wpływ przebiegu warunków pogodowych na zawartość niektórych składników w nasionach (tab. 1, 4). Najwięcej białka zawierały ziarniaki jęczmienia w chłodnych latach 1994 i 1996, odpowiednio 13,31% i 13,00%, a najmniej w suchym i upalnym (koniec czerwca, lipiec) 1995 roku — 11,55% (tab. 4). Przebieg pogody w 1995 sprzyjał z kolei gromadzeniu skrobi — 61,68% (tab. 4). Porównując zawartość białka i skrobi w ziarniakach jęczmienia należy stwierdzić, że te które zawierały więcej białka zawierały mniej skrobi, wystąpiła zatem odwrotna zależność między zawartością białka i skrobi w ziarniakach. Zawartość włókna w ziarniakach jęczmienia również zależała od przebiegu pogody w czasie wegetacji i wzrastała istotnie w kolejnych latach badań (tab. 4). Wydaje się, że zadecydowały o tym wysokie opady w lipcu wzrastające w kolejnych latach badań, przy stosunkowo umiarkowanych temperaturach powietrza.

Tabela 4

Zawartość oznaczonych składników ziarna pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego w zależności od roku zbioru (%)
Chemical composition of winter wheat, spring barley and spring triticale seeds depending of the year of harvest (%)

Lata Years	Pszenica ozima (odm. Almari) Winter wheat (cv. Almari)		Jęczmień jary (odm. Edgar) Spring barley (cv. Edgar)			Pszenżyto jare (odm. Migo) Spring triticale (cv. Migo)	
	białko protein (%)	gluten (%)	białko protein (%)	skrobia starch (%)	włókno fibre (%)	białko protein (%)	lizyna lysine (%)
1994	10,38	26,26	13,31	59,62	4,06	9,98	3,89
1995	9,81	25,97	11,55	61,68	4,36	10,28	4,05
1996	12,69	34,23	13,00	60,81	4,94	11,50	4,68
NIR _{0,05}	0,65	2,64	0,42	0,80	0,29	0,61	0,18
LSD _{0,05}							

Tylko Aminopielik D zastosowany w łanie pszenżyta istotnie wpływał na wzrost zawartości białka w zebranym ziarnie (tab. 3), natomiast wpływ dwóch pozostałych herbicydów był nieistotny.

Różnice zawartość lizyny w ziarniakach pszenżyta zebranych z obiektów opryskanych herbicydami, były niewielkie w stosunku do nasion kontrolnych. Jednakże zastosowanie Aminopieliku D istotnie wpływało na procentowy przyrost zawartości lizyny (4,31%) w stosunku do wariantu kontrolnego (4,16%) i Granstaru 75 DF (4,14%). Zawartość białka w ziarniakach pszenżyta była uzależniona od przebiegu warunków pogodowych w latach (tab. 1, 4). W chłodnym i obfitym w opady 1996 roku ziarniaki gromadziły więcej białka i lizyny, natomiast w pozostałych latach istotnie mniej. Ziarniaki, które zawierały więcej białka gromadziły jednocześnie więcej lizyny. Istniała, więc wprost proporcjonalna zależność między zawartością białka i lizyny w ziarnie pszenżyta. Współdziałanie między latami i herbicydami w przypadku białka i glutenu u pszenicy oraz lizyny u pszenżyta okazało się statystycznie istotne (tab. 2).

Zawartość pozostałości substancji biologicznie czynnych w ziarnie

W poddanych analizie próbkach ziarna zbóż nie wykryto pozostałości oznaczanych substancji biologicznie czynnych, tj. 2,4-D, MCPA i dikamby przy oznaczalności w.w. związków:

oznaczalność	najwyższa dopuszczalna pozostałość w ziarnie zbóż
2,4-D — 0,001 mg·kg ⁻¹	0,2 mg·kg ⁻¹
MCPA — 0,010 mg·kg ⁻¹	0,1 mg·kg ⁻¹
dikamba — 0,001 mg·kg ⁻¹	0,05 mg·kg ⁻¹

Oznacza to, że ewentualne pozostałości substancji biologicznie czynnych leżą poniżej podanych limitów oznaczalności. Pozostałości sulfmetonmetylu (Granstar 75 DF) nie oznaczono, gdyż dostępne metody w kraju są mało czułe i nikt dotychczas nie wykonał oznaczeń pozostałości sulfonamoczników.

DYSKUSJA

Otrzymane rezultaty, wskazują, że niezależnie od lat tylko Granstar 75 DF zastosowany w jęczmieniu i Chwastox D w pszenżycie wpływały istotnie na obniżenie energii kiełkowania ziarna, natomiast wszystkie herbicydy w zasadzie nie oddziaływały na końcową zdolność kiełkowania ziarniaków badanych gatunków zbóż. Liczne dane literaturowe dotyczące zbóż mówią o ujemnym oddziaływaniu herbicydów na obydwie wymienione cechy ziarna zbóż (Grzesiuk, 1973; Ashton i Crafts, 1973; Dzienia i in., 1993; Klimont i Dul, 1998). Wielu badaczy nie znalazło istotnych związków pomiędzy zastosowaniem herbicydów, a wartością siewną nasion różnych gatunków roślin: Kozaczenko i Kasińska (1992) bobiku; Murawa i Adomas (1992) łubinu; Rola i Hajden (1967) i Domańska i Łęgowski (1973) zbóż. Stwierdzono również możliwość pozytywnego oddziaływania herbicydów na wartość biologiczną nasion: Sokołow i Czekanow (1973) zbóż; Klimont (1996) soi, czyli odwrotnie niż w prezentowanej pracy. Zastosowane w doświadczeniu preparaty nie wpływały na procentowy udział siewek nienormalnych i nasion martwych w ocenianym ziarnie, co potwierdzają badania przeprowadzone na jęczmieniu przez Klimonta i Dul (1998). Herbicydy Aminopielik D i Chwastox D istotnie stymulowały wzrost zawartości białka i glutenu w ziarniakach pszenicy, natomiast Granstar 75 DF nie wpływał na zmianę wartości tych cech. Z kolei zawartość białka, skrobi i włókna w ziarnie jęczmienia zasadniczo nie ulegała zmianom pod wpływem zastosowania każdego z herbicydów. Natomiast wszystkie preparaty za wyjątkiem Granstaru 75 DF, który obniżał zawartość lizyny nieznacznie stymulowały gromadzenie białka i lizyny w ziarnie pszenżyta, przy czym Aminopielik D wpływał istotnie na ich wzrost w stosunku do wariantu kontrolnego. Korzystne oddziaływanie herbicydów na zawartość białka w pszenżycie ozimym stwierdził Piech i Maciorowski (1996) podobnie jak w niniejszej pracy. Natomiast Pawłowska (1996) odnotowała różnice odmianowe u pszenżyta jarego w reakcji na zastosowane herbicydy pod względem zawartości białka w ziarnie. Z kolei Płoszyński i wsp. (1991) stwierdził, że preparaty Aminopielik D i Chwastox D korzystnie wpływając na plon ziarna zbóż obniżają poziom białka, czyli odwrotnie niż w niniejszej pracy. Natomiast Romek i wsp. (1993) donosi, że retardanty obniżają plon białka i aminokwasów, a nawożenie mineralne wpływa na wzrost ich zawartości. Warunki pogodowe panujące w latach prowadzenia eksperymentu istotnie różnicowały zawartość wszystkich składników w ziarnie każdego z gatunków zbóż będących przedmiotem badań. Zmiany jakości ziarna pszenicy ozimej na skutek wahań pogodowych w latach odnotowali Podolska i Stankowski (2001) w ziarnie pszenicy ozimej, a Klimont (1998) różnice w zawartości białka i tłuszczu w nasionach soi. Ziarniaki wszystkich gatunków zbóż nie zawierały żadnych pozostałości substancji aktywnych zastosowanych herbicydów, inaczej niż w badaniach Kostowskiej i wsp. (1994), która wykryła pozostałości MCPA w sześciu odmianach pszenicy ozimej.

WNIOSKI

1. Ziarniaki wszystkich badanych gatunków zbóż wykazywały tendencję do obniżenia energii kiełkowania pod wpływem każdego z zastosowanych herbicydów, przy czym Granstar 75 DF w jęczmieniu i Chwastox D w pszenżycie obniżał istotnie wartość tej cechy. Natomiast zdolność kiełkowania ziarna w zasadzie nie ulegała zmianom.
2. Aminopielik D i Chwastox D istotnie stymulował wzrost zawartości białka i glutenu w ziarnie pszenicy ozimej, Aminopielik D białka i lizyny w ziarnie pszenżyta, natomiast żaden z herbicydów nie oddziałował na zmianę procentowej zawartości białka, skrobi włókna w ziarnie jęczmienia.
3. Zawartość białka i skrobi w ziarnie jęczmienia uwarunkowana była od przebiegu pogody w okresie badawczym. W chłodnych latach 1994 i 1996 stwierdzono najwyższą zawartość białka w ziarnie i najniższą skrobi z kolei najmniej białka i najwięcej skrobi w suchym upalnym 1995 roku.
4. Ziarno badanych gatunków zbóż nie zawierało żadnych pozostałości substancji biologicznie czynnych w wyniku zastosowanych herbicydów.

LITERATURA

- Ashton F., Crafts A. 1973. Mode of action of herbicides. Wiley InterScience Publication, New York.
- Briggs G., 1984. Factors affecting uptake of soil — applied chemicals by plants and other organisms. Soil and Crop Protection Chemicals Monograph No. 27, Proc. of Symp. Wye College, Kent, 11th and 12th July: 35 — 48.
- Czkanikow D., Sokołow M. 1973. Gierbicidnoje diejstwije 2,4 D i drugih galoidfienoksikislot. Izd. „Nauka”, Moskva.
- Dąbrowski J. 1992. Obraz skażeń pozostałościami pestycydów upraw rolnych w Polsce w latach 1986–1990. Mat. XXXII Sesji Nauk. IOR Cz. I Referaty, Poznań: 186 — 209.
- Domańska H., Kłosińska-Rycerska B. 1973. Kilka uwag dotyczących mechanizmu działania herbicydów w powiązaniu z ich wpływem na przebieg fotosyntezy i przemiany białkowe. Post. Nauk Rol. 3: 36 — 44.
- Domańska H., Łęgowiak Z. 1973. Wpływ stosowania herbicydów w uprawach zbożowych na wartość ziarna. IHAR. II Symp. Biologii Nasion i Nasiennictwa. IHAR, Radzików.
- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. 1994. Nr 104, Warszawa.
- Gabińska K. 1986. Tolerancja odmian pszenicy ozimej na herbicydy. Mat. XXVI Sesji Nauk. IOR Cz. II Postery, Poznań: 47 — 53.
- Grzebiuk S. 1973. Uboczny wpływ pestycydów na wartość biologiczną nasion. Post. Nauk Rol. 3 (140): 45 — 60.
- Kampe W. 1979. Zur Frage der Herbizidrückstände in Böden und im Erntegut von Getreide. Gesunde Pflanzen. 4: 96 — 101.
- Klimont K. 1996. Wpływ herbicydów na wartość siewną nasion soi. Biul. IHAR 198: 127 — 132.
- Klimont K. 1998. Wpływ herbicydów na zawartość białka i tłuszczu w nasionach soi. Biul. IHAR 208: 141 — 148.
- Klimont K., Dul S. 1998. Ocena chwastobójczego działania preparatu Lintur 70 WG oraz jego wpływ na plon i wartość siewną ziarna jęczmienia jarego. Biul. IHAR 207: 93 — 98.
- Klimont K. 2000. The effect of herbicides on their active ingredient residues in soybean seeds. Plant Breed. Seed Sci. 44/1: 39 — 43.
- Kostowska B., Sadowski J., Glabiszewski J., Kiepuł J. 1991. Wyniki badań lizometrycznych nad przemieszczaniem i wpływem na plon niektórych herbicydów stosowanych w kukurydzy, pszenicy jarej i bobiku. Cz. II. Pozostałości w warunkach przesiąkowych, w glebie i roślinie. Mat. XXXI Sesji Nauk. IOR. Cz. II Postery: 147 — 151.

- Kostowska B., Sadowski J., Nowicka B., Rola H. 1994. Pozostałości herbicydów w ziarnie różnych odmian pszenicy ozimej. Mat. XXXIV Sesji Nauk. IOR Cz. II. Postery: 294 — 305.
- Kozaczenco H., Kasińska M. 1992. Badania nad biologiczną aktywnością kilku nowych herbicydów stosowanych w bobiku. Acta Acad. Agricult Tech. Ort., Agricultura 54: 253 — 260.
- Martin D. A., Miller S. D., Alley H. P. 1989. Winter wheat (*Triticum aestivum*) response to herbicides applied at three growth stages, Weed Technol. 3 (1): 90 — 94.
- Murawa D., Adomas B. 1992. Reakcja łubinu wąskolistnego na herbicydy i ich wpływ na wartość biologiczną nasion. Mat. XXXII Sesji Nauk. IOR cz. II Postery: 134 — 144.
- Pawłowska I. 1996. Reakcja odmian pszenżyta jarego na wybrane herbicydy. Symp. Nauk. "Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta". Międzyzdroje: 75.
- Piech M., Maciorowski R. 1996. Reakcja odmian pszenżyta ozimego na herbicydy. Symp. Nauk. "Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta". Międzyzdroje: 78.
- Płoszyński M., Pawłowska J., Dietrych-Szostak D. 1991. Wpływ herbicydów na plon i zawartość białka w ziarnie pszenżyta jarego uprawianego na różnych kompleksach glebowych. Mat. Sesji Nauk. IOR Cz. II. Postery: 120 — 123.
- Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. Biul. IHAR 218/219: 127 — 136.
- Polska Norma. 1994. Materiał siewny — metody badania nasion. (PN-R-65950/94) Wyd. PKN, Warszawa.
- Rola J., Hojden. 1967. Wpływ herbicydów na kiełkowanie nasion roślin uprawnych. Ochrona Roślin 3: 3 — 10.
- Romek B., Dzienia S. 1993. Efektywność herbicydów stosowanych w pszenżycie ozimym. Mat. Sympozjum Nauk. Biologia i uprawa pszenżyta. Międzyzdroje: 58.
- Romek B., Dzienia S., Scieżko D. 1993. Wpływ retardantów wzrostu i nawożenia mineralnego na plon i jakość białka w ziarnie pszenżyta ozimego. Mat. Sympozjum Nauk. Biologia i uprawa pszenżyta. Międzyzdroje: 59.
- Sumisławska J., Kostowska B., Sadowski J., Badowski N. 1990. Rozkład i pozostałości graminydów stosowanych w uprawie grochu. Mat. XXX Sesji Nauk. IOR Cz. II. Postery: 179 — 183,

KRZYSZTOF KLIMONT¹**AGNIESZKA OSIŃSKA**²¹ Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych² Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ herbicydów na plon ziarna i cechy morfologiczne zbóż

The influence of some herbicides on seed yield and morphological traits of some cereals

W trzyletnich doświadczeniach badano wpływ herbicydów: Aminopielik D — 3 l/ha, Chwastox D — 3 l/ha (jęczmień, pszenżyto) i 5 l/ha pszenica, Granstar 75 DF — 20 g/ha na plon i cechy morfologiczne roślin trzech gatunków zbóż: pszenicy ozimej odmiany Almari, jęczmienia jarego odmiany Edgar i pszenżyta jarego odmiany Migo. W doświadczeniu zastosowano obiekt kontrolny nieopryskiwany i nieodchwaszczany. Eksperyment przeprowadzono metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu, kompleks pszenno-żytni bardzo dobry. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wszystkie zastosowane herbicydy ograniczały zachwaszczenie w łanie badanych gatunków zbóż, umożliwiając przez to zwiększenie liczby źdźbeł kłosonośnych i pośrednio wpływały na wzrost plonów w odniesieniu do wariantu kontrolnego. Najkorzystniej na plon ziarna pszenicy i pszenżyta działał Granstar 75 DF zwiększając plon odpowiednio do 4,59 i 3,40 t/ha, następnie Aminopielik D w pszenicy — 4,36 t/ha i Chwastox D w pszenżycie 2,85 t/ha, plon kontrolny 3,80 i 2,26 t/ha. W przypadku jęczmienia Aminopielik D i Granstar 75 DF najkorzystniej i podobnie wpływały na plon ziarna. (3,30 i 3,14 t/ha), słabiej Chwastox D — 2,93 t/ha, przy plonie kontrolnym 2,76 t/ha. Wszystkie herbicydy ograniczały wysokość źdźbeł kłosonośnych badanych gatunków zbóż z wyłączeniem Granstaru 75 DF w jęczmieniu i pszenżycie, oddziałując korzystnie w kierunku zwiększenia długości kłosów, liczby ziarniaków w kłosie i masy 1000 ziarniaków.

Słowa kluczowe: herbicydy, plon, struktura plonu, zboża, ziarno

The influence of three herbicides: Aminopielik D (3 l per ha), Chwastox D (3 l/ha in barley and triticale; 5 l/ha in wheat) and Granstar 75 DF (20 g/ha) on yield and some morphological traits of three cereals: winter wheat cv. Almari, spring barley cv. Edgar and spring triticale cv. Migo was studied in field trials in the years 1994–1996. The experiments were conducted on degraded chernozem, classified as a very good wheat soil type, using the complete randomized blocks design with three replicates. All the applied herbicides limited weed growth in all the studied cereals, which resulted in higher number of earing stems and higher yields in relation to the control (untreated) objects. The highest advantages were noted when Granstar 75 DF was applied on wheat and triticale; the yields increased to 4.59 and 3.40 t/ha, respectively. Application of Aminopielik D in wheat gave an increase of 4.36 t/ha and Chwastox D in triticale produced a surplus of 2.85 t/ha. The respective yields of controls amounted

3.80 and 2.26 t/ha. In the case of barley, the highest yield was achieved when Aminopielik D or Granstar 75 DF were used. All the herbicides reduced height of earing stems in all the cereals, except for Granstar 75 DF in barley and triticale, and influenced positively ear length, number of kernels per ear and thousand kernels weight.

Key words: grain, herbicides, spring barley, spring triticale, winter wheat, yield

WSTĘP

Zboża są roślinami o największym znaczeniu w produkcji żywności i pasz w Polsce. Nowe technologie ich uprawy preferują odmiany intensywne, które dla uzyskania wysokiego poziomu plonowania wymagają odpowiedniego wysokiego nawożenia oraz zastosowania chemicznej ochrony przed chorobami, szkodnikami i chwastami. Badania wielu autorów wskazują na różnice we wrażliwości gatunków i odmian zbóż na stosowne do ich ochrony herbicydy (Pawłowska, 1989; Rola i Nowicka, 1989). Grzesiuk (1973) twierdzi, że herbicydy mogą wywierać niepożądany uboczny wpływ na rośliny uprawne, zmieniając ich właściwości fizjologiczne i biologiczne, a działanie uboczne tych preparatów zależy od budowy chemicznej i wysokości dawki substancji biologicznie czynnej, gatunku i fazy rozwoju rośliny, a także od warunków siedliskowych. Krążel (1992) wykazał, że stosownie herbicydu Tolkan 50 w pszenżycie ozimym wpływa na wzrost plonu ziarna, wysokość roślin, co wiąże się z pozytywnym oddziaływaniem na czynniki plonotwórcze — długość kłosów i ich liczbę na 1 m², a także na dorodność ziarna. Szczególnie wśród odmian pszenżyta ze względu na różny skład genetyczny mogą występować różnice fizjologiczne i biochemiczne, które decydują o ich mniejszej lub większej wrażliwości na herbicydy (Murkowski i in., 1995). O pozytywnym oddziaływaniu na pszenżyto jare preparatów z grupy MCPA, 2, 4 D i Granstaru 75 DF na plon i liczbę kłosów na 1 m², liczbę ziaren w kłosie i ich MTZ donosi Adamczewski i wsp. (1991). Podobnie na herbicydy reagują rośliny pszenicy ozimej; trzynastu herbicydów użytych do odchwaszczania sześciu odmian pszenicy nie powodowało istotnego wpływu na plon ziarna i ich MTZ, powodując tylko czasem przemijające uszkodzenia blaszki liściowej, obniżenie turgoru czy zahamowanie tempa wzrostu roślin (Nowicka i Rola, 1993). Badania prowadzone przez JUNG wykazały, że mieszanka preparatu Granstar 75 DF plus Complete 240 EC wpływa na przyrost plonu pszenicy ozimej i pszenżyta od kilkunastu do kilkudziesięciu procent, a jęczmienia o kilka procent (Rola i in., 1993). Również Klimont i Dul (1998) wykazali, że użycie Linturu 70 WG i Chwastoxu D poprzez usunięcie chwastów z łanu poprawia plon ziarna i cechy plonotwórcze jęczmienia.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu trzech herbicydów na plon i strukturę plonu roślin pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie prowadzono w latach 1994–1996 na polu doświadczalnym IHAR w Obrazowie koło Sandomierza. Obiektem badań były rośliny, kłosy i ziarniaki trzech gatunków zbóż hodowli IHAR: pszenicy ozimej odmiana Almari, jęczmienia jarego odm. Edgar i pszenżyta jarego odm. Migo wysiewanych corocznie w stopniu elity.

Charakterystyka odmian w zakresie badanych cech według Listy Opisowej Odmian COBORU (2002) przedstawia się następująco:

- pszenica ozima odm. Almari zarejestrowana w 1989 roku, wysokość roślin średnia (97–100 cm), kłos bezostny, biały, średnio krótki, zbity, masa 1000 nasion bardzo duża, wyróżniająca się wśród wszystkich odmian, (49,0–51,5g), krzewistość produkcyjna średnia, plonuje bardzo dobrze w całym kraju,
- jęczmień jary Edgar zarejestrowany w 1992 roku, odmiana pastewna, rośliny wysokie (80–81 cm), kłos dwurzędowy, długi, średnio luźny o dużej liczbie ziarniaków, masa 1000 nasion bardzo duża, (49,0–51,0 g), krzewistość produkcyjna słabsza, plonuje dobrze lub bardzo dobrze szczególnie w południowo-wschodniej części kraju.
- pszenżyto jare odm. Migo zarejestrowane w 1994 roku, wysokość roślin średnia (98–100 cm), kłos ościsty biały, średnio krótki, zbity, masa 1000 nasion duża (41,0–43,0 g), krzewistość produkcyjna średnia do dużej, plonuje bardzo dobrze na terenie całego kraju.

Badano reakcję zbóż na następujące herbicydy: Aminopielik D użyty na wszystkie trzy zboża w dawce 3 l/ha, Chwastox D — 3,0 l/ha — jęczmień, pszenżyto i 5,0 l/ha — pszenica, Granstar 75 DF — 20 g/ha — wszystkie gatunki zbóż. Herbicydy Aminopielik D i Chwastox D zastosowano w doświadczeniu ze względu na ich wysoką skuteczność w stosunku do chwastów najczęściej występujących w zbożach (Adamczewski i in., 1995) oraz niskie koszty ich stosowania (Rola, 1991), a Granstar 75 DF jako nowoczesny skuteczny preparat w formie granulek, o bardzo szerokim spektrum działania na chwasty dwuliścienne w zbożach (Pruszyński, 1993). Doświadczenie założono jako 3 oddzielne eksperymenty (pszenica, jęczmień i pszenżyto) metodą bloków losowanych w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wносиła 5 m². W doświadczeniu zastosowano wariant kontrolny bez żadnych herbicydów i bez odchwaszczania Zboża wysiewano na czarnoziemie zdegradowanym, wytworzonym z lessu, kompleks pszenny bardzo dobry, pH 5,7 zawartości próchnicy w warstwie ornej 2,85%. Zboża każdego roku uprawiano w stanowisku po grochu. Po zbiorze wykonywano orkę i bronowano, wysiewano nawozy fosforowo-potasowe w ilościach: 80kg/ha P₂O₅ i 120 kg/ha K₂O, a przed siewem stosowano agregat uprawowy. Pszenicę ozimą wysiewano corocznie ręcznie w obsadzie 450 kiełkujących nasion na 1 m² (MTN od 50,4–52,5g) w następujących terminach: 01.10 1993, 03.10.1994, 03.10.1995. Po miesiącu od daty siewu liczono obsadę roślin na 1 m², drugie liczenie wykonywano wiosną. Wiosną po doprowadzeniu pola i wniesieniu 30 kg/N ha obsiewano ręcznie poletka jęczmienia w ilości 340 kiełkujących nasion na 1m² i pszenżyta 480 kiełkujących nasion na 1 m², MTN jęczmienia wynosiła od 51,3 do 52,8 g, a pszenżyta od 41,7 do 42,8 g. Siewu zbóż jarych dokonywano w następujących terminach: 11.04.1994, 11.04.1995, 19.04.1996. Nasiona wszystkich zbóż przed siewem zaprawiono zaprawą Funaben T (200g/100 kg). Pozostałą dawkę azotu, tj. 55 kg/ha zastosowano na zboża pogłównie. Oprysku pszenicy ozimej Granstarem 75 DF dokonywano po ruszeniu wegetacji, tj. 11.04.1994, 20.04.1995, 30.04.1996, zaś Chwastoxem D i Aminopielikiem D 13.05.1994, 11.05.1995, 17.05.1996 w fazie krzewienia, natomiast jęczmienia i pszenżyta Granstarem 75 DF 18.05.1994, 16.05.1995, 17.05.1996 na początku krzewienia, a Chwastoxem D i Aminopielikiem D

14.06.1994, 13.06.1995, 30.05.1996 w pełni krzewienia. Przed zbiorem dokonywano pomiaru wysokości 10 źdźbeł kłosonośnych i określano ich liczbę z 1 m^2 z każdego obiektu wszystkich trzech gatunków zbóż. Następnie źdźbła pobrano celem dokonania pomiarów biometrycznych: długości kłosa, liczby ziarniaków w kłosie oraz masy 1000 ziarniaków. Zbiór zbóż dokonywano przy użyciu kombajnu poletkowego „Hege” 125B. Plon z poletka ważono z dokładnością do 10 g i obliczano przy 12% wilgotności ziarna.

Obliczeń statystycznych dokonano metodą analizy wariancji, poprzez syntezę wyników z poszczególnych lat badań, a różnice między średnimi oceniano testem Tukeya przy NIR_α

= 0,05.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przebieg wegetacji zbóż i obsada roślin

Przebieg wegetacji badanych gatunków zbóż w poszczególnych latach w dużym stopniu zależał od warunków atmosferycznych. Jesienią każdego roku podczas siewów pszenicy ozimej ilość opadów okazała się niewystarczająca, co pomimo dość wysokich temperatur w tym okresie nie sprzyjało dobrym i wyrównanym wschodom ziarna (tab. 1, 2). Liczenie wschodów w pierwszych dniach listopada wykazało, że obsada w 1993 roku wynosiła 380 szt. roślin na 1 m^2 , w 1994 była najwyższa — 400 szt./ m^2 , a najniższa w 1995 — 330 szt./ m^2 (tab. 2.), pomimo że każdego roku wysiewano 450 kiełkujących nasion na 1 m^2 . W 1993 i 1995 roku w listopadzie nastąpił nagły spadek temperatury, co zahamowało wegetację pszenicy, a w 1994 roku fala niskich temperatur przyszła dopiero w grudniu. Dodatkowo średnie temperatury w miesiącach zimowych oraz utrzymująca się okrywa śnieżna sprzyjały wyprzeniu roślin. Dodatkowo ujemne temperatury w lutym w okresie bezśnieżnym nie pozwoliły na dobre przezimowanie pszenicy w sezonie 1993/1994, a ubytki w porównaniu z jesienią wynosiły ponad 37%. Zima 1994–1995 charakteryzująca się niewielkimi krótkotrwałymi spadkami temperatury poniżej zera, (w styczniu temp. obniżyła się do -22°C przez 3 dni) i cienką pokrywę śnieżną wpłynęła negatywnie na przezimowanie. Wiosną stwierdzono obniżenie obsady roślin z 400 szt. do 300 szt./ m^2 , czyli o 25%. Natomiast długa i mroźna zima w sezonie 1995–1996, nawet przy ujemnych temperaturach na przedwiośniu, tylko w niewielkim stopniu wpłynęła na obniżenie obsady z 330 do 315 szt. roślin na 1 m^2 , tj. o ok. 4,5%, ponieważ rośliny przykryte były warstwą śniegu i brak było w zimie a szczególnie na przedwiośniu dobowych wahań temperatury, co sprzyałoby wypadaniu roślin. W okresie stosowania Granstaru 75 DF w pszenicy ozimej, w pierwszym roku badań temperatura powietrza wynosiła od 9 do 13°C przy opadach 15 mm, w okresie pierwszych 5 dni po zabiegu. W drugim i trzecim roku badań, tj. 1995 i 1996 temperatura kształtowała się na poziomie $12^\circ\text{--}17^\circ\text{C}$, przy opadach rzędu 3 mm — 1995 i zupełnym braku opadów w 1996 roku. W czasie zabiegów odchwaszczania pszenicy ozimej Chwastoxem D i Aminopielikiem w pierwszym roku badań temperatura powietrza kształtowała się na poziomie $16^\circ\text{--}19^\circ\text{C}$, a w trzecim dniu po oprysku spadło aż 32 mm deszczu.

Tabela 1

Suma opadów miesięcznych oraz średnia miesięczna temperatura powietrza w okresie wegetacji zbóż
Monthly rainfall and monthly mean air temperature during vegetation of cereals

Miesiąc Month	Lata Years					
	1993–1994		1994–1995		1995–1996	
	suma opadów sum of rainfall (mm)	temperatura temperature (°C)	suma opadów sum of rainfall (mm)	temperatura temperature (°C)	suma opadów sum of rainfall (mm)	temperatura temperature (°C)
Wrzesień September	67,7	12,6	98,1	15,5	81,1	12,9
Październik October	31,3	8,8	80,0	6,6	12,0	10,2
Listopad November	27,9	-2,7	31,2	3,3	13,2	-0,6
Grudzień December	20,6	1,2	34,2	-0,2	16,2	-5,2
Styczeń January	35,4	1,9	16,6	-2,4	11,7	-6,2
Luty February	11,7	-1,9	34,5	2,7	8,7	-5,7
Marzec March	47,2	4,0	40,1	2,7	21,8	-2,1
Kwiecień April	85,2	9,3	56,9	7,6	30,0	8,2
Maj May	90,2	13,0	41,4	12,5	143,2	15,6
Czerwiec June	34,9	16,2	67,1	17,4	42,0	17,0
Lipiec July	13,1	21,4	23,7	20,5	74,8	16,6
Sierpień August	91,9	18,1	65,1	18,4	108,7	17,3

Tabela 2

Obsada roślin pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego w szt. z 1 m² w latach 1994–1996
Number of plants per square meter for winter wheat, spring barley and spring triticale in the years 1994–1996

Cechy Features	Lata Years	Gatunek (odmiana) Species (cultivar)		
		pszenica ozima (Almari) winter wheat	jęczmień jary (Edgar) spring barley	pszenżyto jare (Migo) spring triticale
Obsada roślin Number of plants	1993	jesień — autumn 380,0	—	—
	1994	wiosna — spring 238,0	166,4	239,3
		jesień — autumn 400,0	—	—
	1995	wiosna — spring 300,0	277,5	363,7
		jesień — autumn 330,0	—	—
	1996	wiosna — spring 315,0	259,2	315,4
	$\bar{X}$	wiosna — spring 284,3	234,4	306,1
		jesień — autumn 370,0	—	—
NIR $\alpha = 0,05$		wiosna — spring 14,5	18,4	23,2
LSD $\alpha = 0.05$		jesień — autumn 15,3	—	—

W drugim roku badań podczas stosowania ww. herbicydów temperatura była niższa niż w roku poprzednim i wynosiła od 9 do 14°C, o wiele niższe były również opady, bo tylko 6 mm, w trzecim roku w czasie oprysku temperatura sięgała 20°C–21°C, a opady przekroczyły nieco 23 mm.

W 1994 roku wschody zarówno jęczmienia, jak i pszenżyta były słabe i wynosiły odpowiednio 166,4 i 239,3 szt./m². W następnym roku 1995 warunki pogodowe w okresie siewu zbóż jarych pozwoliły na bardzo dobre wschody, najlepsze ze wszystkich lat, w których prowadzono badania, mianowicie, obsada jęczmienia wynosiła 277,5 szt./m², a pszenżyta 363,7 szt./m². Wiosną 1996 roku w okresie siewu jęczmienia i pszenżyta wystąpiły nieco gorsze warunki agrometeorologiczne niż w roku poprzednim, co skutkowało nieco słabszymi wschodami jęczmienia 259,2 szt./m² i pszenżyta 315,4 szt./m². W okresie stosowania herbicydu Granstar 75 DF w jęczmieniu i pszenżycie w 1994 roku temperatura powietrza była bardzo zróżnicowana i wahała się od 10 do 21,5°C, a opady wynosiły niecałe 5 mm w pierwszych 5 dniach po oprysku. W 1995 roku temperatura kształtowała się na poziomie 7,8°–16°C, a opady osiągnęły 14 mm, natomiast w 1996 roku temperatura powietrza była najwyższa, lecz bardzo zróżnicowana i zawierała się w przedziale 11,3°C–21,8°C, przy opadach 23 mm. W czasie oprysków jęczmienia i pszenżyta Chwastoxem D i Aminopielikiem D w 1994 roku, temperatura powietrza wynosiła od 11°C do 16°C, a opady 10 mm, w 1995 roku temperatura kształtowała się na poziomie 8,0°C–15,7°C, a opady 15 mm. W ostatnim 1996 roku badań herbicydy stosowano przy temperaturze powietrza od 16,7°C–20,4°C oraz braku opadów (brak opadów przez 12 dni). Obfite opady w maju i niewielkie w pierwszej połowie czerwca 1994 roku, a potem susza przy wysokich temperaturach drugiej połowy czerwca i przez cały lipiec niekorzystnie wpływały na plon ziarna szczególnie pszenicy ozimej, ale także jęczmienia i pszenżyta. Maj i początek czerwca 1995 roku był skąpy w opady, które wynosiły poniżej 50 mm, cały maj był chłodny a w pierwszej dekadzie wystąpiły nawet przymrozki. Przez cały lipiec i pierwsze dwie dekady sierpnia panowała wielka susza przy temperaturach przekraczających 30°C. W ciągu 50 dni spadło tylko 36,9 mm deszczu. Panujące warunki pogodowe niekorzystnie wpływały na plon ziarna badanych gatunków zbóż w szczególności dotyczy to zbóż jarych, gdzie jęczmień i pszenżyto plonowały najniżej w trzyleciu. Wydaje się, że różnice w obsadzie roślin po wschodach badanych gatunków zbóż w kolejnych latach prowadzenia eksperymentu wynikały z odmiennych warunków glebowo-klimatycznych determinujących tę cechę.

Wysokość roślin

Odnotowano duże zróżnicowanie wysokości roślin badanych gatunków zbóż w zależności od zastosowanych herbicydów (tab. 3, 4, 5). W przypadku wszystkich zbóż po zastosowaniu herbicydów wystąpiło obniżenie wysokości roślin w porównaniu z roślinami rosnącymi na poletkach kontrolnych. Wyjątek stanowił Granstar 75 DF, po zastosowaniu którego zauważono niewielki, nieistotny przyrost wysokości roślin jęczmienia i pszenżyta. Najkorzystniej na wysokość roślin pszenicy oddziaływał Chwastox D obniżając wysokość roślin odpowiednio o 6,9 cm w stosunku do kontroli (92,8 cm), następnie Aminopielik D o 5,2 cm, a Granstar 75 DF tylko minimalnie i nieistotnie skracał

żdźbła pszenicy. W przypadku pszenżyta istotnie skracał rośliny tylko Aminopielik D o ponad 5 cm, a wyniki działania Chwastoxu D na wartość tej cechy nie przekraczały poziomu istotności. Natomiast Aminopielik D i Chwastox D użyte w jęczmieniu nieistotnie oddziaływały na wysokość roślin. W przypadku pszenicy i jęczmienia stwierdzono współdziałanie między latami prowadzenia eksperymentu a reakcją na herbicydy. Zmienne warunki pogodowe w ciągu trzyletniego okresu prowadzenia eksperymentu w zasadzie nie wpływały na zróżnicowanie wysokości roślin pszenicy, natomiast wpływały istotnie na wysokość roślin jęczmienia i pszenżyta.

Tabela 3

Wpływ herbicydów na plon ziarna i elementy struktury plonu i zachwaszczenie pszenicy ozimej odm. Almari (1994–1996)
The effect of herbicides on grain yield, its elements and weed growth in winter wheat cv. Almari (1994–1996)

Gatunek, odmiana Species, cultivar	Herbicyd Herbicide	Dawka Dose	Cechy Features					
			plon ziarna seed yield (t/ha)	wysokość roślin height of plants (cm)	długość kłosa length of ear (cm)	liczba ziarniaków w kłosie number of kernels in ear (szt.)	masa 1000 ziarniaków weight of 1000 kernels (g)	powietrznie sucha masa chwastów weeds air dry matter (g/m ²)
Pszenica ozima Winter wheat Almari	kontrola control	0	3,80	92,8	6,7	35,5	51,1	61,8
	Aminopielik D	3,0 l	4,36	87,6	7,1	37,6	52,8	44,5
	Chwastox D	5,0 l	3,99	85,9	6,9	36,4	53,3	54,7
	Granstar 75 DF	20 g	4,59	92,0	7,2	37,6	51,4	40,2
NIR $\alpha = 0,05$			0,41	5,2	0,3	2,0	1,7	4,7
LSD $\alpha = 0,05$								

Tabela 4

Wpływ herbicydów na plon ziarna i elementy struktury plonu i zachwaszczenie jęczmienia jarego odm. Edgar (1994–1996)
The effect of herbicides on grain yield, its elements and weed growth in spring barley cv. Edgar (1994–1996)

Gatunek, odmiana Species, cultivar	Herbicyd Herbicide	Dawka Doses	Cechy Features					
			plon ziarna Seed yield (t/ha)	wysokość roślin height of plants (cm)	długość kłosa length of ear (cm)	liczba ziarniaków w kłosie number of kernels in ear	masa 1000 ziarniaków weight of 1000 kernels (g)	powietrznie sucha masa chwastów weeds air dry matter (g/m ²)
Jęczmień jary Spring barley Edgar	kontrola control	0	2,76	68,1	9,4	22,6	53,4	116,4
	Aminopielik D	3,0 l	3,30	66,1	9,2	22,8	54,9	48,5
	Chwastox D	3,0 l	2,93	66,1	10,0	23,0	54,4	69,7
	Granstar 75 DF	20 g	3,19	68,8	9,7	23,0	54,1	58,3
NIR $\alpha = 0,05$			0,27	6,5	0,4	2,1	2,4	7,4
LSD $\alpha = 0,05$								

Tabela 5

Wpływ herbicydów na plon ziarna i elementy struktury plonu i zachwaszczenie pszenżyta jarego odm. Migo (1994–1996)

The effect of herbicides on grain yield, its elements and weed growth in spring triticale cv. Migo (1994–1996)

Gatunek, odmiana Species, cultivar	Herbicyd Herbicide	Dawka Doses	Cechy Features					
			plon ziarna seed yield (t/ha)	wysokość roślin height of plants (cm)	długość kłosa length of ear (cm)	liczba ziarniaków w kłosie number of kernels in ear	masa 1000 ziarniaków weight of 1000 kernels (g)	powietrznie sucha masa chwastów weeds air dry matter (g/m ²)
Pszenżyto jare	kontrola control	0	2,26	87,3	8,5	56,8	43,6	136,8
Spring triticale	Aminopielik D	3,0 l	2,63	82,2	8,4	58,3	45,8	80,3
	Chwastox D	5,0 l	2,85	84,0	8,7	60,6	44,8	76,2
Migo	Granstar 75 DF	20 g	3,40	88,9	8,6	61,2	44,4	56,3
NIR $\alpha = 0,05$			0,28	4,3	0,4	3,6	2,1	10,3
LSD $\alpha = 0,05$								

Niezależnie od herbicydów najwyższą wysokość osiągnęły rośliny jęczmienia w 1996 roku — 77,0 cm, a najniższe były w 1995 roku — 52,7 cm, podobnie reagowały rośliny pszenżyta, były one najwyższe w 1996 — 94,2 cm, a istotnie niższe w 1994 i 1995 (78,2 cm i 84,5 cm).

Długość kłosów

Wszystkie herbicydy niezależnie od lat działały wydłużająco na kłosy pszenicy, przy czym w przypadku Aminopieliku D i Granstaru 75 DF są to różnice udokumentowane statystycznie. Natomiast tylko Chwastox D istotnie wpłynął na zwiększenie długości kłosów jęczmienia. Z kolei długość kłosów pszenżyta nie uległa istotnym zmianom wskutek zastosowania herbicydów do niszczenia chwastów w łanie.

Długość kłosów badanych gatunków zbóż była zróżnicowana w latach, na co miały wpływ zmienne warunki atmosferyczne, które odmiennie oddziaływały na tę cechę u poszczególnych gatunków. Niezależnie od zastosowanych herbicydów, kłosy zbóż różniły się długością w kolejnych latach badań (tab. 3, 4, 5). W przypadku pszenicy różnice te nie były statystycznie udowodnione, rośliny jęczmienia wydały najdłuższe kłosy w 1994 roku – 10,4 cm, a istotnie niższe w 1995 (8,7 cm) i 1996 (9,5 cm), również kłosy pszenżyta były najdłuższe w 1994 (8,8 cm), a najkrótsze w 1995 (8,1 cm).

Liczba ziarniaków w kłosie

Liczba ziarniaków w kłosach pszenicy zebranych z poletek kontrolnych wynosiła średnio 35,5 szt. (tab. 3). Przeciętnie za trzy lata najwięcej ziarna wydały kłosy pszenicy zebrane z poletek traktowanych Aminopielikiem D i Granstarem 75 DF (37,6 szt.) i było ich istotnie więcej niż zebranych z obiektu kontrolnego. Trzeci preparat nie wpływał istotnie na wartość tej cechy. Również kłosy pszenżyta zebrane z kombinacji opryskanej Chwastoxem D i Granstarem 75 DF zawierały więcej ziarniaków (60,6 szt. i 61,2 szt.) w stosunku do tych zebranych z roślin kontrolnych (56,8 szt.), Aminopielik D wpływał również na zwiększenie liczby ziarniaków w kłosie, ale różnic nie udowodniono

statystycznie (tab. 5.). Z kolei rośliny jęczmienia nie reagowały zmianą liczebności ziarniaków w kłosie na aplikowane herbicydy (tab. 4). Kłosa roślin pszenicy zawierały najwięcej ziarniaków w 1994 roku – 44,0 szt., a najmniej w 1996 roku — 31,8 szt., jęczmienia i pszenżyta najwięcej 25,5 i 64,5 szt. w 1994 roku, najmniej bo 20,0 i 54,5 szt. w 1995 roku.

Masa 1000 ziarniaków

Niezależnie od lat wszystkie herbicydy powodowały usunięcie chwastów z łanu badanych gatunków zbóż, co sprzyjało wykształceniu przez rośliny dorodniejszych ziarniaków w porównaniu do uzyskanych z wariantów kontrolnych (tab. 3, 4, 5). Po użyciu Aminopieliku D i Chwastoxu D odnotowano wzrost MTZ, szczególnie dotyczy to zastosowania Chwastoxu D w pszenicy, gdzie uzyskano istotny przyrost MTZ. Natomiast w przypadku jęczmienia pozytywne oddziaływanie herbicydów na dorodność ziarna było nieistotne.

Masa 1000 ziarniaków (MTZ) badanych gatunków zbóż była zróżnicowana w latach. Niezależnie od herbicydów najwyższą MTZ miały ziarniaki pszenicy i jęczmienia w 1996 roku odpowiednio 54,9 g i 60,3 g, a najniższą w 1994 roku (48,5 g i 50,2 g). Ziarniaki pszenżyta zbierane w poszczególnych latach różniły się istotnie dorodnością. Najdorodniejsze ziarno uzyskano w 1995 roku (50,9 g), a najdrobniejsze w roku 1996 (40,7 g).

Plon nasion

Rozpatrując średnie wyniki uzyskane za trzylecie, Granstar 75 DF i Aminopielik D zastosowane do ochrony pszenicy poprzez usunięcie chwastów z łanu istotnie sprzyjały wzrostowi plonu ziarna w odniesieniu do wariantu kontrolnego, natomiast zastosowanie Chwastoxu D powodowało tylko nieistotny wzrost wartości tej cechy (tab. 3). Najkorzystniejsze warunki pogodowe sprzyjające uzyskaniu najwyższych plonów pszenicy wystąpiły w 1996 roku (4,90 t/ha), zdecydowanie gorsze i co za tym idzie, niższe plony uzyskano w 1994 (4,00 t/ha) i 1995 (3,65 t/ha). Również Granstar 75 DF i Aminopielik D zastosowane w jęczmieniu umożliwiły lepsze wykorzystanie potencjału plonotwórczego (brak chwastów) i przez to gwarantowały uzyskanie istotnie wyższych plonów ziarna. To samo dotyczy użycia Chwastoxu D, ale uzyskane przyrosty plonu były statystycznie nieistotne (tab. 4). W odróżnieniu od pszenicy gdzie najefektywniej na przyrost plonu wpływał Granstar 75 DF w przypadku jęczmienia oprysk Aminopielikiem D najbardziej sprzyjał uzyskaniu najwyższych plonów tej rośliny, średnio o 19,6% w porównaniu z kontrolą, słabiej plonotwórczo oddziaływał Granstar 75 DF, wzrost plonu o 15,6%, a najslabiej podobnie jak w pszenicy na przyrost plonu wpływał Chwastox D stymulując jego przyrost tylko o 6,1%. Zmienne warunki agrometeorologiczne w latach badań wpływały istotnie na działanie zastosowanych herbicydów i na plonowanie jęczmienia. Najobficiej plonował on w 1996 roku dając średnio 4,41 t/ha, słabiej w 1994 (3,01 t/ha), a zdecydowanie najniższy plon wydał w roku 1995, bo tylko 1,72 t/ha. Niezależnie od lat badań każdy z preparatów zastosowanych w doświadczeniu do odchwaszczenia poletek pszenżyta jarego istotnie, chociaż w różnym stopniu wpływał na przyrost plonu ziarna w porównaniu z wariantem kontrolnym (plon 2,26 t/ha) (tab. 5). Po zastosowaniu Granstaru 75 DF w pszenżycie podobnie jak w pszenicy uzyskano najwyższy plon ziarna (3,40 t/ha), co dało ponad 50% przyrost plonu, użycie Chwastoxu D skutkowało

plonem 2,85 t/ha, a Aminopieliku D — 2,63 t/ha, co zagwarantowało uzyskanie wyższego plonu odpowiednio o 26,1% i 16,4% w porównaniu z wariantem kontrolnym.

Rozpatrując oddziaływanie na plon poszczególnych herbicydów w kolejnych latach badań odnotowano, że w 1994 roku tylko Granstar istotnie wpływał na wzrost plonu ziarna, a pozostałe dwa preparaty wykazywały tylko tendencje w kierunku pozytywnego oddziaływania na wzrost wartości tej cechy. Najkorzystniejsze warunki dla pszenżyta jarego (związane z tym największe plonowanie) wystąpiły w 1996 roku, a najgorsze w 1995 roku.

W pszenicy Granstar 75 DF najskuteczniej ograniczał zachwaszczenie, nieco mniej skutecznie czynił to Aminopielik D, a najslabiej Chwastox D (tab. 3). W jęczmieniu najlepiej działał Aminopielik D, gorzej Granstar 75 DF, a najgorzej Chwastox D (tab. 4). W pszenżycie, podobnie jak w pszenicy najefektywniej obniżał p.s.m. chwastów Granstar 75 DF, mniej Chwastox D, a najmniej Aminopielik D (tab. 5). Omawiany wskaźnik istotnie determinowały warunki pogodowe w latach badań. Największą powietrznie suchą masę wytworzyły chwasty w jęczmieniu i pszenżycie w 1995 roku, a w pszenicy w roku 1994, mniejszą w jęczmieniu i pszenżycie w 1994 roku, a w pszenicy w 1995 roku, najmniejszą we wszystkich badanych gatunkach zbóż w 1996 roku, co ściśle wiąże się z wysokością uzyskiwanych plonów w poszczególnych latach badań.

Tabela 6

**Obsada źdźbeł kłosonośnych pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego w szt./m²
w zależności od rodzaju herbicydu w latach 1994–1996**
**Number of earing stems per square meter in winter wheat, spring barley and spring triticale in relation
to herbicides applied in the years 1994–1996**

Gatunek, odmiana Species, cultivar	Obsada źdźbeł kłosonośnych Number of earing stem				
	herbicydy herbicide				
	kontrola control	Aminopielik D	Chwastox D	Granstar 75 DF	$\bar{X}$
Pszenica ozima Winter wheat Almari	322,0	348,0	326,0	378,0	343,5
Jęczmień jary Spring barley Edgar	312,2	374,3	327,1	353,1	341,7
Pszenżyto jare Spring triticale Migo	316,0	335,0	328,8	368,0	336,9
NIR $\alpha = 0,05$ LSD $\alpha = 0,05$	9,8	15,3	5,2	12,5	7,1
NIR $\alpha = 0,05$ LSD $\alpha = 0,05$	dla porównania w wierszach = 19,7 for comparison within = 19,7				

Ograniczenie zachwaszczenia w łanie badanych gatunkach zbóż przez herbicydy umożliwiło zwiększenie liczby źdźbeł kłosonośnych na obiektach opryskiwanych i pośrednio wpłynęło na zwiększenie uzyskanych plonów. W przypadku pszenicy i pszenżyta największą liczbę źdźbeł kłosonośnych odnotowano po użyciu Granstaru 75

DF, odpowiednio 378 i 368 szt./m², niższą po zastosowaniu Aminopieliku D — 348 i 335 szt./m², a najniższą po zastosowaniu Chwastoxu D — 326 i 328 szt./m² (tab. 6). Z kolei w łanie jęczmienia zastosowanie Aminopieliku D skutkowało najwyższą liczbą źdźbeł kłosonośnych — 374,3 szt./m², na drugim miejscu pod względem pozytywnego oddziaływania na wartość tej cechy był Granstar 75 DF — 353,1 szt./m², a na ostatnim Chwastox D — 327,1 szt./m² (tab. 6).

Powietrznie sucha masa (p.s.m.) chwastów ulegała zmianom pod wpływem zastosowanych herbicydów w łanie wszystkich badanych gatunków zbóż i była ona istotnie niższa w stosunku do obiektów kontrolnych (tab. 3, 4, 5).

DYSKUSJA

Wszystkie zastosowane w doświadczeniu herbicydy niszczyły zachwaszczenie w łanie każdego z badanych gatunków zbóż, co wpływało na zwiększenie liczby źdźbeł kłosonośnych w porównaniu z obiektami kontrolnymi i skutkowało wzrostem plonu, chociaż nie w każdym przypadku uzyskany przyrost był udowodniony statystycznie. Niezależnie od herbicydów plony wszystkich trzech badanych gatunków zbóż były zmienne w latach w zależności od warunków agrometeorologicznych, przede wszystkim temperatury i opadów (Mazurek i Grabiński, 1996; Podolska, 1997; Noworolnik, 1997). Odnotowano różnice w reakcji poszczególnych gatunków zbóż na zastosowane do ich odchwaszczenia herbicydy, na co zwracają uwagę (Rola i Nowicka, 1989; Pawłowska, 1989), a ich oddziaływanie zależy od budowy chemicznej związku, dawki i warunków siedliskowych. Zastosowanie każdego z herbicydów i zniszczenie chwastów w łanie pszenżyta jarego sprzyjało wykorzystaniu potencjału plonotwórczego roślin i skutkowało uzyskaniu wyższych plonów. Natomiast pszenica ozima i jęczmień jary najwyżej plonowały po użyciu Granstaru 75 DF (s.b.cz. sulfmetmeton metylu) i Aminopieliku D (s.b.cz. 2,4 D plus dikamba). Adamczewski (1991), donosi o stymulującym działaniu tych preparatów na plon, liczbę ziarniaków w kłosie i MTZ pszenżyta jarego, a Rola i wsp. (1993) o podobnym oddziaływaniu Granstaru 75 DF w mieszance z Compete 240 EC na pszenicę, pszenżyto i jęczmień. Z przeprowadzonych trzyletnich badań wynika, że nowy preparat Granstar 75 DF jest najbardziej warty polecenia, do zastosowania w zbożach, ale będące od wielu lat w użyciu tradycyjne herbicydy również nadal dobrze spełniają swoją rolę. Z wyjątkiem Granstaru 75 DF w pszenicy i pszenżycie wszystkie preparaty zastosowane w pszenicy i jęczmieniu wpływały na skrócenie źdźbła, co należy uznać za efekt pozytywny przeciwdziałający wyleganiu. Stosowanie Aminopieliku D i Granstaru 75 DF w pszenicy i Chwastoxu D w jęczmieniu skutkowało tym, że rośliny wydały dłuższe kłosa i osadzały więcej ziarniaków w kłosie (pszenica). Jednocześnie ziarniaki zebrane z kombinacji herbicydowych były dorodniejsze o wyższej MTZ niż zebrane z wariantów kontrolnych. Przyrost plonu zbóż na skutek stosowania herbicydów oprócz zwiększenia liczby źdźbeł kłosonośnych był głównie efektem wydłużenia kłosów szczególnie w przypadku pszenicy pod wpływem Aminopieliku D i Granstaru 75 DF i jęczmienia opryskanego Chwastoxem D, gdzie różnice były istotne w odniesieniu do kontroli. W przypadku pszenżyta jarego odnotowano tylko tendencję w kierunku wydłużenia

kłosów wskutek użycia herbicydów. Kłosa wszystkich gatunków zbóż zawierały większą liczbę ziarniaków, które były bardziej dorodne niż wariantów kontrolnych, przez to ich MTZ była wyższa. Podobne efekty uzyskali Klimont i Dul (1998) stosując Lintur 70 WG i Chwastox D w jęczmieniu oraz Adamczewski i wsp. (1991) w pszenżycie jarym po oprysku łąnu preparatami z grupy MCPA, 2,4 D i Granstarem 75 DF.

WNIOSKI

1. Redukcja zachwaszczenia spowodowana przez zastosowane w doświadczeniu herbicydy skutkowałą zwiększeniem liczby źdźbeł kłosonośnych.
2. Najbardziej aktywny w zwalczaniu chwastów w łanie pszenicy ozimej i pszenżyta okazał się Granstar 75 DF, a najmniej skuteczny był Chwastox D w pszenicy i Aminopielik D w pszenżycie, z kolei w jęczmieniu najbardziej ograniczał zachwaszczenie Aminopielik D, na drugim miejscu był Granstar 75 DF, a najmniej skuteczny był Chwastox D.
3. Uwzględniając wpływ zastosowanych herbicydów na plon nasion, należy stwierdzić, że najkorzystniej na plon ziarna pszenicy i pszenżyta działał Granstar 75 DF odpowiednio 4,59 i 3,40 t/ha, następnie Aminopielik D w pszenicy — 4,36 t/ha i Chwastox D w pszenżycie — 2,85 t/ha (plon kontrolny dla pszenicy — 3,80 t/ha, dla pszenżyta 2,26 t/ha). W przypadku jęczmienia Aminopielik D i Granstar 75 DF najkorzystniej i podobnie oddziaływały na plon ziarna — 3,30 i 3,19 t/ha, a słabiej Chwastox D — 2,93 t/ha przy plonie kontrolnym 2,76 t/ha.
4. Wszystkie herbicydy zastosowane w doświadczeniu ograniczały wysokość roślin badanych gatunków zbóż, z wyjątkiem Granstaru 75 DF w jęczmieniu i pszenżycie, oddziałując korzystnie w kierunku zwiększenia długości kłosów z wyłączeniem Aminopieliku w jęczmieniu i pszenżycie, liczby ziarniaków w kłosie i masy 1000 ziarniaków.

LITERATURA

- Adamczewski R., Praczyk T., Szwed R. 1991. Dobór herbicydów do zwalczania chwastów w uprawie pszenżyta jarego. Mat. XXXI Sesji Nauk. IOR Cz. I. Referaty, Poznań: 131 — 136.
- Adamczewski R., Augiewicz U., Urban M. 1995. Reakcja odmian jęczmienia na herbicydy. Mat. XXXV Sesji Nauk., IOR Cz. II Postery, Poznań: 221 — 223.
- Grzesiuk S. 1973. Uboczny wpływ pestycydów na wartość biologiczną nasion. Post. Nauk Rol., 3/140: 45 — 60.
- Klimont K., Dul S. 1998. Ocena chwastobójczego działania preparatu Lintur 70 WG oraz jego wpływ na plon i wartość siewną ziarna jęczmienia jarego. Biul. IHAR 207: 93 — 98.
- Krażel K. 1992. Wpływ sposobu pielęgnowania na zachwaszczenie i plony pszenżyta ozimego. Mat. XXII Sesji Nauk. IOR Cz. I. Referaty, Poznań: 93 — 98.
- Lista Opisowa Odmian — Rośliny Rolnicze. 2002. COBORU. Słupia Wielka.
- Mazurek I., Grabiński I. 1996. Plonowanie odmian pszenżyta ozimego w warunkach ograniczonego nawożenia i zużycia pestycydów. Symp. Nauk. „Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta”. Międzyzdroje: 65.
- Murkowski A., Maciorowski R., Piech M. 1995. Reakcja odmian pszenżyta ozimego na herbicydy mocznikowe oceniane przy zastosowaniu metod luminiscencyjnych. Biul. IHAR 195/196: 177 — 182.

- Nowicka B., Rola J. 1993. Reakcja odmian pszenicy ozimej Almari, Kamila, Nike, Oda, Parada, Rada na herbicydy. Mat. XXXIII Sesji Nauk. IOR Cz. II. Postery, Poznań: 176 — 179.
- Noworolnik R. 1998. Wpływ właściwości odmian i czynników siedliskowych na reakcję jęczmienia jarego na gęstość siewu i nawożenie azotem. Biul. IHAR 207: 63 — 68.
- Pawłowska I. 1989. Reakcja odmian zbóż na preparat chwastobójczy Glean 75 DF. Mat. XXIX Sesji Nauk. IOR Cz. II. Postery, Poznań: 217 — 221.
- Podolska G. 1997. Reakcja nowych odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Cz. II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Biul. IHAR 204: 163 — 167.
- Pruszyński S. (red.). 1993. Zalecenia ochrony roślin na rok 1993–1994. IOR Poznań.
- Rola J., Nowicka B. 1989. Reaction of winter wheat varieties to herbicides. British Crop Protect. Conf. Weeds: 389 — 392.
- Rola J. 1991. Ekologiczno-ekonomiczne podstawy chemicznej walki z chwastami na polach uprawnych. Mat. XXXI Sesji Nauk., IOR Cz. I. Referaty, Poznań: 110 — 124.
- Rola J., Domoradzki K., Sobczak T. 1993. Przydatność herbicydu Compete 240 EC do odchwaszczania zbóż. Mat. XXX Sesji Nauk., IOR Cz. I Referaty, Poznań: 114 — 121.

JANUSZ BOGDAN^{1,2}BARBARA ZAGDAŃSKA^{1,3}¹ Katedra Biochemii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa² Katedra Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Publicznego, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa³ Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Odporność pszenicy jarej na suszę w fazie kiełkowania i wzrostu siewki

Drought resistance of spring wheat during germination and seedling growth

Załamanie zdolności do tolerowania odwodnienia przez siewki wybranych losowo 10 odmian i rodów pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.) przypada na 5 dzień kiełkowania. Zbiega się to z okresem intensywnego wycofywania rezerw pokarmowych z ziarniaka i akumulacji suchej masy w organach wegetatywnych. Ponowne uwodnienie siewek 4-dniowych prowadzi do odzyskania prawie całkowitej przeżywalności, podczas gdy w przypadku roślin 6-dniowych — do jej drastycznej redukcji. Zjawisko to wydaje się mieć genetycznie utrwalony charakter.

Słowa kluczowe: kiełkowanie, pszenica jara, tolerancja odwodnienia, wzrost siewki.

Dehydration tolerance of seedlings of ten cultivars and strains of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) was drastically lowered on the 5th day of germination. The “break” in dehydration tolerance is coincident with intensive mobilisation of seed grain reserves and accumulation of dry mass in vegetative organs. Following rehydration, survival of 4-day old seedlings was almost complete, whereas survival of 6-day old seedlings was drastically reduced. The observed phenomenon seems to be genetically determined.

Key words: dehydration tolerance, germination, seedling growth, spring wheat.

WSTĘP

Odwodnienie komórki jest jednym z podstawowych następstw wspólnym wielu stresom środowiskowym takim jak zasolenie, susza, chłód, mróz czy przegrzanie (Bohnert i in., 1995; Bohnert i Jensen, 1996), na które narażona jest niemal każda roślina, i które w wielu regionach Ziemi stanowią czynnik — jeśli nie uniemożliwiający, to znacznie ograniczający produkcję roślinną (Boyer, 1982). Wydaje się jednak, iż podstawowym — zwłaszcza w ostatniej dekadzie — czynnikiem ekologicznym warunkującym powodzenie upraw polowych jest rozkład i częstotliwość opadów atmosferycznych. Tereny o niedostatecznej wilgotności zajmują obecnie blisko 20% powierzchni użytków rolnych,

i odsetek ten — zdaniem wielu klimatologów badających następstwa „efektu cieplarnianego” — będzie wzrastał w nadchodzącym dziesięcioleciu. W warunkach klimatu Polski okresowy niedobór wody jest również jednym z ważniejszych czynników środowiska ograniczających plon roślin uprawnych, w tym zbóż — szczególnie jarych, które nie korzystają z zimowych zapasów wody w glebie (Zagdańska, 1997). Wydaje się zatem, iż stopień odporności na okresowy niedobór wody w podłożu, a tym samym odwodnienie tkanek stanowić będzie jedno z podstawowych kryteriów, decydujące o wprowadzeniu danej odmiany na rynek.

Zdolność roślin do tolerowania deficytu wody zależy od ich wieku i stadium rozwoju ontogenetycznego, a także czasu trwania oraz nasilenia suszy (Palta, 1990; Bray, 1997). Tolerancja odwodnienia wśród okrytozalążkowych jest zjawiskiem stosunkowo rzadkim; tylko nasiona i ziarna pyłku kwiatowego większości gatunków tych roślin dobrze znoszą warunki suszy (Blum, 1996; Bray, 1997). Dlatego dotychczasowe badania nad zdolnością roślin do tolerowania głębokiego odwodnienia koncentrują się głównie na mchach (Oliver, 1996), „roślinach zmartwychwstających” (ang. resurrection plants, Ingram i in., 1997) oraz pęczniących nasionach (Bewley, 1997).

Zdolność kielkujących zarodków do tolerowania odwodnienia w miarę postępującej imbibicji stopniowo maleje (Kermode, 1990; Blum, 1996). Kielkowanie, to zespół następujących po sobie procesów indukowanych podaniem wody, których wynikiem jest aktywacja zarodka prowadząca do elongacji osi zarodkowej (Bewley i Black, 1994; Bewley, 1997). Rozpoczyna się ono od imbibicji. Proces ten jest zjawiskiem czysto fizycznym, wynikającym z niskiego potencjału macierzowego suchych nasion (Welbaum i Bradford, 1990; Bewley i Black, 1994). Stadium imbibicji charakteryzuje się gwałtownym wzrostem oddychania — początkowo beztlenowego, ustępującego miejsca tlenowemu (Ehrenschaft i Brambl, 1990; Botha i in., 1992; Bewley i Black, 1994). W tym czasie rozpoczyna się intensywne uruchamianie rezerw nasiennych na skutek wzrostu siewki (Bewley, 1997). Oceniając morfologicznie, inicjacji wzrostu odpowiada pojawienie się korzenia zarodkowego; w tym momencie kończy się kielkowanie, a rozpoczyna wzrost siewki. W praktyce rolniczej, zgodnie z normami ISTA (2002), kryterium zakończenia kielkowania jest ukazanie się liścieni lub pierwszego liścia właściwego (PN, 1994).

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie, czy w obrębie pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.) istnieje zróżnicowanie pod względem zdolności siewek do tolerowania odwodnienia i określenie etapu w rozwoju siewki, podczas którego traci ona zdolność do tolerowania odwodnienia.

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny

Doświadczenia przeprowadzono na 11 odmianach i rodach pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.). Przed wysiewem ziarniaki pszenicy były powierzchniowo sterylizowane poprzez 20-minutowe traktowanie 1% NaOCl, a następnie kilkakrotnie przepłukiwane wodą destylowaną. Celem zapewnienia równomiernych wschodów materiał siewny poddawano 24-godzinnej imbibicji w wodzie o temp. 4°C.

Warunki kiełkowania i wzrostu siewek

Napęczniałe ziarniaki wykładano na wilgotną, jałową gazę, rozpiętą na szklanych cylindrach usytuowanych w plastikowych pojemnikach. Naczynia wypełniano do ⅓ wysokości wodą destylowaną.

Doświadczenia przeprowadzono w fitotronie w następujących warunkach: temperatura 22/18°C (dzień/noc); wilgotność względna powietrza 60%–70%; długość dnia/nocy — 16/8 godz. lub 0/24 godz.; natężenie napromieniowania 100 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$; ciągła, wymuszona aeracja systemu korzeniowego.

Począwszy od imbibicji, aż do 8 dnia kiełkowania siewki poddawane były 4-dobowemu odwodnieniu poprzez ich wyjęcie z wody, przy jednoczesnym utrzymaniu pozostałych warunków doświadczenia na niezmiennym poziomie.

Oznaczenie deficytu wody

Deficyt wodny siewek określono metodą Stockera (1929). Uwadnianie siewki (odciętej od pozostałości ziarniaka) do pełnego turgoru prowadzono w ciemności przez 24 godz. w komorze wysyczonej parą wodną w temperaturze 18°–20°C. Wielkość deficytu wodnego wyliczono ze wzoru:

$$WSD = \frac{z_w - a_{zwt}}{(z_w - s_{mt})} \times 100\%$$

gdzie:

z_w — zawartość wody przy pełnym turgorze,

a_{zwt} — aktualna zawartość wody w tkance,

s_{mt} — sucha masa tkanki.

Oznaczanie zdolności do tolerowania odwodnienia

Zdolność siewek do tolerowania odwodnienia oceniano na podstawie przeżywalności siewek, rozumianej jako procent roślin, które podjęły wzrost po 24-godzinym nawodnieniu, następującym bezpośrednio po 4-dobowej suszy.

Oznaczenie suchej masy

Suchą masę oznaczano przez ważenie próbek materiałowych bezpośrednio po wyjęciu z suszarki, w której przebywały przez 24 godz. w temp. 105°C.

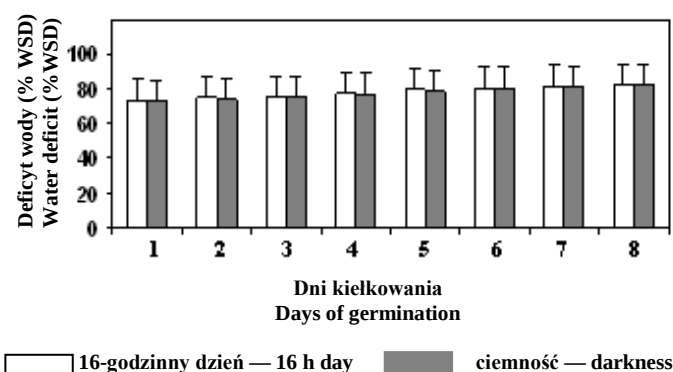
Opracowanie statystyczne wyników

Uzyskane wyniki poddano 2- lub 3-czynnikowej analizie wariancji. Zilustrowane na wykresach wartości stanowią średnią z trzech powtórzeń biologicznych i trzech powtórzeń chemicznych ($n = 9$). Interpretację danych przeprowadzono w oparciu o wartość NIR wyliczoną według testu Tukeya przy poziomie istotności $P < 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

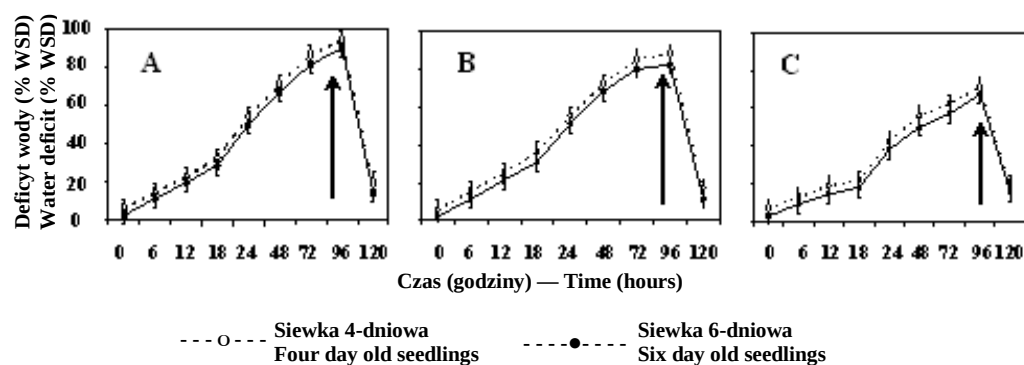
Przeprowadzone doświadczenia wstępne wykazały, iż siewki pszenicy jarej odmiany Eta poddane 4-dobowemu odwadnianiu osiągały porównywalny deficyt wody (75%–85% WSD) niezależnie od wieku i warunków fotoperiodycznych (rys. 1). Stopień odwodnienia (wyrażony w % WSD) korzeni (rys. 2 A), koleoptyla (rys. 2 B) i ziarniaka (rys. 2 C) roślin 4- i 6-dniowych w kolejnych godzinach suszy był porównywalny.

Siewki pszenicy jarej odmiany Eta w przyjętych warunkach doświadczenia zachowywały zdolność do tolerowania odwodnienia (wyrażoną jako przeżywalność [%], czyli zdolność młodych roślin do wznowienia wzrostu po ich ponownym uwodnieniu) znacznie dłużej, tj. do czwartego dnia kiełkowania (rys. 3). W tym czasie po ustąpieniu suszy wzrost podjęło 90–95% roślin. Spostrzeżenie to wskazuje, że nie istnieje bezpośrednia zależność pomiędzy głębokim odwodnieniem rośliny (rys. 1 i 2) oraz jej przeżywalnością w okresie kiełkowania i wschodów.



Rys. 1. Wpływ 96-godzinnej odwodnienia na wielkość deficytu wody (wyrażonego w % WSD) siewek pszenicy jarej odm. Eta rosnących w warunkach 16-godzinnej dnia lub w ciemności

Fig. 1. Effect of 96 h dehydration on water deficiency (expressed as % WSD) of spring wheat seedlings of Eta cv. grown at 16 h day or in darkness

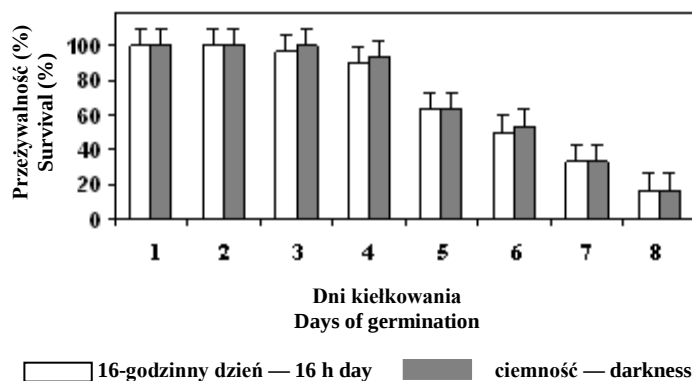


Rys. 2. Stopień odwodnienia tkanek (wyrażony jako % WSD) korzenia (A), koleoptyla (B) i ziarniaka (C) siewek 4- oraz 6-dniowych poddanych 96-godzinnej suszy i ponownemu uwodnieniu. Moment dodania wody wskazano strzałką

Fig. 2 Water deficiency (expressed as % WSD) in roots (A), coleoptile (B) and grain (C) of 4 day old and 6 day old seedlings subjected to 96 h drought and rewatering. Arrow indicates the time of rewatering

Stwierdzona utrata zdolności tkanek do tolerowania odwodnienia wydaje się być bardziej związana ze stadium wzrostu siewki. Gwałtowne załamanie tolerancji

odwodnienia miało miejsce wraz z pojawieniem się pierwszego liścia właściwego, tj. 5. dnia kiełkowania, kiedy to siewki przeżywały w ok. 65%. Wielkość ta malała z każdą kolejną dobą wzrostu, aby 8 dnia kiełkowania osiągnąć wartość bliską 20%.

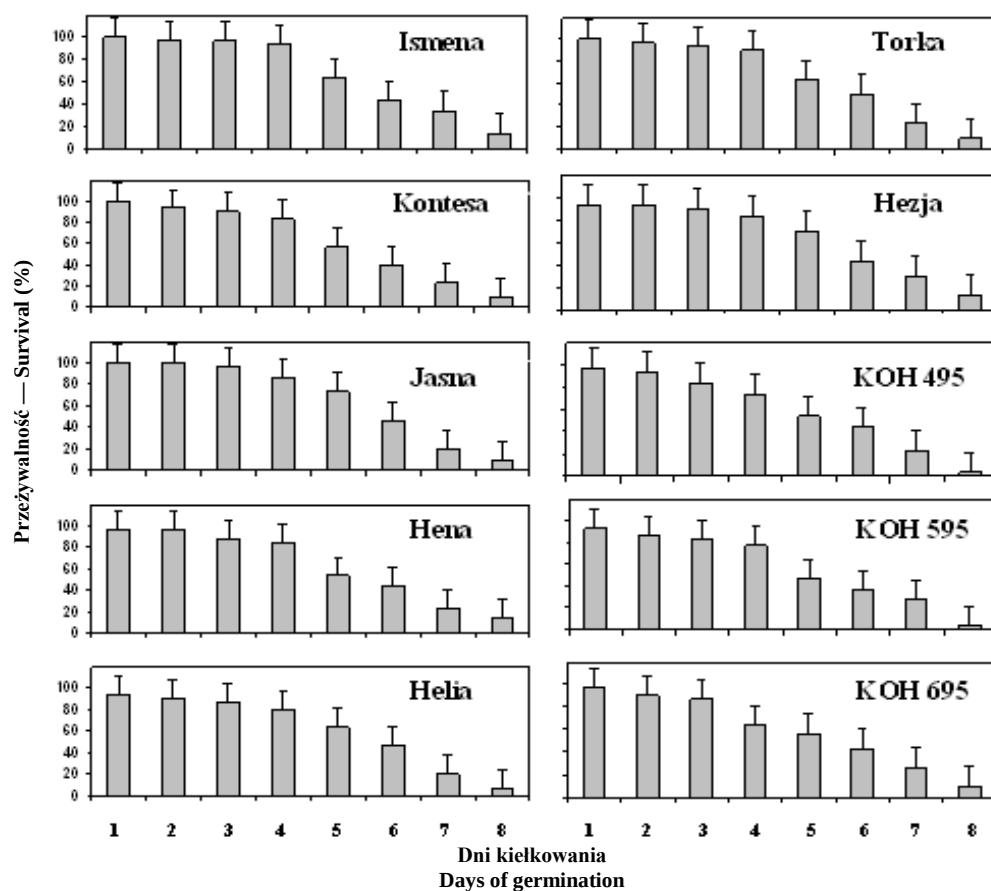


Rys. 3. Tolerancja odwodnienia (wyrażona w % przeżywalności roślin po 4-dobowej suszy) siewek pszenicy jarej odm. Eta rosnących w warunkach 16-godzinnej doby lub w ciemności
Fig. 3. Dehydration tolerance (expressed as % plant survival of 4 day drought) of spring wheat of Eta cv. grown at 16 h day or in darkness

Fotosynteza przypuszczalnie nie ma na tym etapie rozwoju większego znaczenia, na co wskazują wyniki eksperymentów przeprowadzonych na kukurydzy dowodzące, że nawet w drugim liściu właściwym ekspresja genów odpowiedzialnych za intensywność asymilacji CO₂ jest niska (Loza-Tavera i in., 1990). Tak więc, podstawowym źródłem związków węgla dla 1–8-dniowych siewek pszenicy pozostają materiały zapasowe endospermy (Bewley i Black, 1978), których wyczerpywanie, przy jeszcze nie w pełni funkcjonalnym aparacie fotosyntetycznym może w znacznym stopniu wpływać na utratę zdolności siewek do tolerowania głębokiego odwodnienia (Miazek i in., 2001).

Punkt krytyczny utraty tolerancji odwodnienia został potwierdzony na siedmiu innych, obecnie uprawianych odmianach pszenicy jarej oraz na dwóch rodach będących w doświadczeniach Centralnego Ośrodka Badań Odmian Roślin Uprawnych (rys. 4). Spośród przebadanych rodów tylko u KOH 695 załamanie tolerancji następowało dobie wcześniej. Wyniki te potwierdzają obserwacje Milthorpe (1950), Bluma i in. (1980) oraz Guedira i wsp. (1997), że zwiększoną wrażliwość pszenicy jarej na niedostatek wody obserwuje się dopiero w momencie wykształcania się pierwszego liścia właściwego. Cecha ta jest charakterystyczna dla większej ilości odmian i rodów pszenicy jarej o różnym pochodzeniu, co wskazuje, iż forma jara pszenicy charakteryzuje się genetycznie zdeterminowaną zdolnością tolerowania odwodnienia do 4 dnia wzrostu.

Pomimo opublikowania w ostatnim dziesięcioleciu ponad 5000 prac dotyczących kiełkowania nasion, ciągle nie jest dostatecznie jasne, dlaczego większość gatunków roślin obniża zdolność do tolerowania głębokiego odwodnienia zazwyczaj tuż po przebicciu okryw nasiennych przez kiełkujący zarodek (Bartels i in., 1996; Bewley, 1997).



Rys. 4. Porównanie zdolności do tolerowania odwodnienia (wyrażonej w % przeżywalności) siewek wybranych odmian i rodów pszenicy jarej

Fig. 4. Comparison of dehydration tolerance (expressed as % of survival) of seedlings of various cultivars and strains of spring wheat

Tym bardziej nie jest zrozumiałe, dlaczego siewki pszenicy jarej tracą tę zdolność znacznie później. Można przypuszczać, że krytyczny moment w tolerancji odwodnienia zbiega się z zakończeniem intensywnych podziałów i różnicowania się komórek oraz rozpoczęciem fazy wzrostu elongacyjnego (Wiedenroth i in., 1990), procesu najbardziej wrażliwego na niedobory wody (Hsiao, 1973). Ponadto, przechodzenie siewki z heterotrofizmu na autotrofizm wiąże się z gruntowną przebudową metabolizmu węglowodanów (Turgeon, 1989), a jej intensywny wzrost i rozwój oraz sprawna osmoregulacja zapobiegająca utracie wody z tkanek zależą w dużym stopniu od metabolitów pochodzących z sacharozy, które dostarczają zarówno szkieletów węglowych jak i energii do syntezy różnorodnych związków (Thomas i Rodriguez, 1994). Wyjaśnienie przyczyn gwałtownego załamania zdolności siewek do tolerowania odwodnienia wymaga więc dalszych badań.

WNIOSKI

1. Siewki pszenicy jarej tracą zdolność do tolerowania głębokiego odwodnienia znacznie później niż siewki większości przebadanych pod tym kątem gatunków, tj. w fazie wykształcania pierwszego liścia właściwego.
2. Obniżenie zdolności siewek pszenicy do tolerowania odwodnienia jest cechą gatunkową, a nie odmianową.

LITERATURA

- Bartels D., Furini A., Ingram J., Salamini F. 1996. Responses of plants to dehydration stress: a molecular analysis. *Plant Growth Regul.* 20: 111 — 118.
- Bewley J. D. 1997. Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9: 1055 — 1066.
- Bewley J. D., Black M. 1978. *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*. Springer-Verlag, Berlin.
- Bewley J. D., Black M. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. Plenum Press, New York.
- Blum A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regul.* 20: 135 — 148.
- Blum A., Sinmena B., Ziv O. 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat. *Euphytica* 29: 727 — 736.
- Bohnert H. J., Jensen R. G. 1996. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. *Trends Biotechnol.* 14: 89 — 97.
- Bohnert H. J., Nelson D. E., Jensen R. G. 1995. Adaptation to environmental stresses. *Plant Cell* 7: 1099 — 1111.
- Botha F. C., Potgieter G. P., Botha A. M. 1992. Respiratory metabolism and gene expression during seed germination. *Plant Growth Regul.* 11: 211 — 224.
- Boyer J. S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218: 444 — 448.
- Bray E. A. 1997. Plant responses to water deficit. *Trends Plant Sci.* 2: 48 — 54.
- Ehrenschaft M., Brambl R. 1990. Respiration and mitochondrial biogenesis in germinating embryos of maize. *Plant Physiol.* 93: 295 — 304.
- Guedira M., Shroyer J. P., Kirkham M. B., Paulsen G. M. 1997. Wheat coleoptile and root growth and seedling survival after dehydration and rehydration. *Agron. J.* 89: 822 — 826.
- Hsiao T. C. 1973. Plant responses to water stress. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 24: 525 — 532.
- Ingram J., Chandler J. W., Gallagher L., Salamini F., Bartels D. 1997. Analysis of cDNA clones encoding sucrose-phosphate synthase in relation to sugar interconversion associated with dehydration in the resurrection plant *Craterostigma plantagineum*. *Hochst. Plant Physiol.* 115: 113 — 121.
- International Seed Testing Association (ISTA). *International Rules for Seed Testing*. Edition 2002. Przepisy ISTA. 2002 + uzupełnienia. Wyd. IHAR, Radzików.
- Kermode A. R. 1990. Regulatory mechanism involved in the transition from seed development to germination. *Crit. Rev. Plant Sci.* 9: 155 — 195.
- Loza-Tavera H., Martinez-Barajas E., Sanchez-de-Jimenez E. 1990. Regulation of ribulose-1.5-bisphosphate carboxylase expression in second leaves of maize seedlings from low- and high-yield populations. *Plant Physiol.* 93: 541 — 548.
- Miazek A., Bogdan J., Zagdańska B. 2001. Effects of water deficit during germination of wheat seeds. *Biol. Plant.* 44: 397 — 403.
- Milthorpe F. L. 1950. Changes in the drought resistance of wheat seedlings during germination. *Ann. Bot.* 14: 79 — 89.
- Oliver M. J. 1996. Desiccation tolerance in vegetative plant cells. *Physiol. Plant.* 97: 779 — 787.
- Palta J. P. 1990. Stress interactions at the cellular and membrane levels. *Hort. Sci.* 25: 1377 — 1381.
- Polska Norma. 1994. PN-94/R-65950. Wyd. Norm. Warszawa.
- Stocker O. 1929. Das Wasserdefizit von Gefäßpflanzen in verschiedenen Klimazonen. *Planta* 7: 382 — 387.

- Thomas B. R., Rodriguez R. L. 1994. Metabolite signals regulate gene expression and source/sink relations in cereal seedlings. *Plant Physiol.* 106: 1235 — 1239.
- Turgeon R. 1989. The sink-source transition in leaves. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 40: 119 — 138.
- Wiedenroth E. M., Wernicke G., Hoffmann P. 1990. Morphological and anatomical characterization of the coleoptile of *Triticum aestivum* with regard to the evolution of forms with different ploidy levels. *Ann. Bot.* 66: 531 — 540.
- Welbaum G. E., Bradford K. J. 1990. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Water relations of imbibition and germination. *Plant Physiol.* 92: 1046 — 1062.
- Zagdańska B. 1997. Mechanizmy odporności zbóż na suszę glebową: metabolizm energetyczny pszenicy jarej w nabywaniu odporności. *Biul. IHAR* 203: 41 — 55.

KRYSTYNA KOLASIŃSKA**LECH BOROS**

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wpływ sposobu zbioru i uszlachetniania na wartość siewną nasion jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego Komunikat

The effect of a harvest effect and processing on seed sowing value of hulled and hull-less spring barleys Short communication

Celem przeprowadzonych badań było określenie przyczyn obniżonej wartości siewnej nasion jęczmienia jarego nieoplewionego — Rastik w porównaniu z oplewionym — Rataj. Zbiór i omłotu ziarna z produkcyjnych plantacji nasiennych dokonywano w 2002 roku przy użyciu kombajnu poletkowego i polowego. Wartość siewną nasion obu odmian zbieranych kombajnem poletkowym i polowym badano bezpośrednio po zbiorze i po wstępnym czyszczeniu, tj. doczyszczeniu na wialni (po wstępnej obróbce). Natomiast partia nasion zbierana kombajnem polowym oceniana była jeszcze raz po przechowywaniu i przeprowadzeniu na wiosnę kompleksowych zabiegów czyszczenia (po przerobie). Oceniano wilgotność, rodzaj i ilość uszkodzeń, czystość, zdolność kiełkowania i wigor nasion. Ziarniaki nieoplewione częściej ulegały uszkodzeniom niż oplewione. Wzrost uszkodzeń stwierdzono po przechowywaniu nasion i po zastosowaniu kompleksowych zabiegów czyszczenia (po przerobie). Zdolność kiełkowania nasion bezpośrednio po zbiorach kombajnem poletkowym i kombajnem Bizon wynosiła odpowiednio 90,7 i 81,7%. Zdolność kiełkowania nasion odmiany oplewionej Rataj zbieranej kombajnem poletkowym wynosiła 89,5% a kombajnem polowym o 6% mniej. Jeszcze większe różnice (13%) stwierdzono w przypadku oceny nasion odmiany nieoplewionej Rastik. Wigor nasion młóconych kombajnem poletkowym był lepszy niż zbieranych kombajnem Bizon. Zabiegi czyszczenia oraz warunki przechowywania spowodowały dalsze pogorszenie wartości siewnej nasion odmiany nieoplewionej.

Słowa kluczowe: jęczmień nieoplewiony, jęczmień oplewiony, wartość siewna nasion

The aim of the research was to determine the factors causing lower seed quality of hull-less barley cv. Rastik as compared with that of hulled barley cv. Rataj. Barley harvesting was done in seed production fields in 2002 using a plot combine and a regular combine. The seeds harvested with plot and regular combines were evaluated immediately after harvest, and then after processing. The seeds harvested with a regular combine were additionally evaluated after storage and final processing. The

following parameters were estimated: moisture content, purity, proportion of damaged seeds and damage type, germination ability and seeds vigour. The hull-less barley grains were found damaged at the higher rate than those of the hulled barley. Even higher proportion of damaged grains was observed in seed lots sampled after final processing. The germinating power of seeds sampled immediately after harvesting with a plot combine and regular combine was 90.7% and 81.7%, respectively. Germination of seeds of cv. Rataj harvested with a plot combine was 89.5%, whereas that of seeds harvested with a regular combine was lower by 6%. Higher differences (up to 13%) were found in the case of hull-less cv. Rastik. The vigour of seeds harvested using a plot combine was greater than that of seeds harvested with a regular combine. The treatments during seed processing as well as storage conditions resulted in further decrease of sowing value of the hull-less barley cultivar.

Key words: hull-less barley, hulled barley, seed sowing value

WSTĘP

W krajowym Rejestrze znajduje się 37 odmian jęczmienia jarego w tym 1 odmiana o ziarnie nieoplewionym — Rastik (COBORU, 2002). Nowe odmiany o ziarnie nieoplewionym, dzięki małej zawartości włókna pokarmowego, dobremu składowi aminokwasowemu białka, są głównie przeznaczone na paszę i dla przemysłu spożywczego (Boros *in.*, 1998). Odmiany te wyróżniają się dobrą plennością, zwiększoną odpornością na wyleganie, niektóre są odporniejsze na choroby (rdzę) i wcześniej dojrzewają. Wnoszą one jednak zupełnie nową jakość, ale również niepożądane problemy związane z wartością siewną nasion. Z informacji zebranych od producentów i hodowców wynika, że nasiona jęczmienia i owsa pozbawione łuski częściej bywają dyskwalifikowane w ocenie laboratoryjnej z powodu za niskiej czystości i zdolności kiełkowania niż nasiona odmian oplewionych. Wydaje się, że budowa nasienia i brak plewek sprawiają, że ziarniaki nagie są bardziej narażone na zgniatanie i ściskanie w czasie zbioru i uszlachetniania niż oplewione. Nie bez znaczenia jest termin zbioru, dobór parametrów kombajnu, czyszczalni i suszarni. Obniżona wartość siewna może być związana także z większą podatnością na choroby wynikającą z łatwiejszego dostępu patogenów do ziarniaków, które stają się ogniskami rozwoju mikroflory i fauny i wydatnie zmniejszają zdolność przechowalniczą (Błaszczkowski i Piech, 2002; Wiewiórka, 2002).

Celem pracy było rozpoznanie przyczyn obniżonej wartości siewnej nasion jęczmienia jarego nieoplewionego w porównaniu z oplewionym. Ponadto próbowano ustalić okoliczności powstawania uszkodzeń oraz ich wpływ na zdolność kiełkowania, wzrost i rozwój siewek.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia prowadzono z użyciem nasion oplewionych odmiany Rataj i nieoplewionych Rastik, uprawianych na polach Zakładu Doświadczalnego HAR w Radzikowie zebranych w 2002 roku. Nasiona obu odmian to nasiona elitarne, kategorii bazowe. Zbioru i omłotu dokonywano przy użyciu kombajnu poletkowego firmy Hege i polowego Bizon. Wartość siewną nasion obu odmian zbieranych kombajnem poletkowym i polowym badano bezpośrednio po zbiorze (po zbiorze) i po wstępnym czyszczeniu, tj. doczyszczeniu na wialni (po wstępnej obróbce). Natomiast nasiona

zbierane kombajnem polowym oceniano jeszcze raz po przechowywaniu i przeprowadzeniu na wiosnę kompleksowych zabiegów czyszczenia (po przerobie). Nasiona zbierane kombajnem polowym przechowywano przez okres około 5 miesięcy w silosach, w zmiennej temperaturze i wilgotności względnej powietrza. Następnie przed umieszczeniem w pojemnikach „big bag”, poddano je ostatecznemu czyszczeniu. Pojemnikami „big bag” nazywane są worki jutowe o pojemności około 1000 kg. Oceniano wilgotność, czystość, zdolność kiełkowania i wigor nasion stosując zalecenia ISTA (1995, 1999, 2001). Ponadto oceniano udział ziarniaków uszkodzonych, wyodrębniając makrouszkodzenia zarodka, bielma i plew używając 16-krotnego powiększenia. Analizowano 400 sztuk nasion. Ocenę zdolności kiełkowania nasion przeprowadzano na podłożu bibułowym w temperaturze stałej 20°C. W celu przełamania spoczynku późniejszego stosowano wstępne chłodzenie. Wigor nasion oceniano przy zastosowaniu testu przyspieszonego starzenia — AA-test, w którym nasiona doprowadzone do wilgotności 20%, poddane były działaniu temperatury 40°C i wilgotności względnej powietrza 95% przez okres 24 godzin (ISTA, 1995). Wszystkie analizy oceny kiełkowania i wigoru przeprowadzano w trzech powtórzeniach po 100 sztuk nasion. Analizę statystyczną wykonano za pomocą programu Statgraphics Plus 4.1, przeprowadzając wieloczynnikową analizę wariancji.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Wilgotność nasion podczas zbioru zarówno kombajnem poletkowym, jak i polowym była wyrównana i wynosiła od 12,1% dla nasion odmiany Rastik do 12,7% dla odmiany Rataj. Masa tysiąca ziaren odmiany Rataj wynosiła 43g, a ziarniaków nieoplewionych Rastik była o 4 g wyższa. Udział nasion oplewionych w próbie odmiany nieoplewionej zbieranej kombajnem Hege był niski (4%), a w próbie nasion pobranej ze zbiornika polowego kombajnu, procent nasion oplewionych był 3-krotnie wyższy i przekraczał dopuszczalną wielkość określoną standardach jakości dla materiału elitarnego (Dz.U., 2001). Ziarniaki obu odmian młócone kombajnem Bizon były częściej uszkodzane niż młócone kombajnem poletkowym. Nieoplewione ziarniaki uszkodzane były częściej niż oplewione, a zwłaszcza zbierane kombajnem polowym. Procent nasion odmiany Rastik zupełnie pozbawionych zarodka w próbach pochodzących ze zbioru Bizonem wynosił 3,8%, a z Hege tylko 1%. Ziarniaki odmiany Rastik zbierane polowym kombajnem miały najczęściej odłamany fragment ziarniaka wraz z częścią zarodka. Uszkodzenia ziarniaków oplewionych odmiany Rataj dotyczyły najczęściej braku części plewek, popękania, połamania (tab. 1). Nasiona z wymienionymi uszkodzeniami, zgodnie z „definicją nasion czystych”, są zaliczone do nasion czystych obniżając wartość siewną. Frakcję nasion czystych zbóż stanowią ziarniaki całe, nieuszkodzone lub części ziarniaków większe od połowy pierwotnej wielkości, niezależnie od tego czy jest to część nasienia z zarodkiem czy bez (ISTA 1999, 2001), co oznacza że decydującą rolę odgrywa nie rodzaj ani miejsce, a wielkość uszkodzenia. Stopień i charakter uszkodzeń zależy od wielu czynników, w tym także od fizyko-chemicznych właściwości samych nasion, od konstrukcji i ustawienia maszyn i od rodzaju procesu technologicznego (Grzesiuk i Kulka, 1981; Grzesiuk

i Górecki, 1994). Moś i współpracownicy (informacja ustna) oraz Opaku i Gamble (1995) wykazali wyraźny wzrost liczby makrouszkodzeń ziarniaków owsa pozbawionego plew przy wzroście liczby i szybkości obrotów bębna. Także wilgotność nasion podczas zbioru ma decydujący wpływ na powstawanie uszkodzeń. Liczba uszkodzeń ziarniaków pszenżyta zmniejszała się wraz ze spadkiem wilgotności do poziomu 13%–16%, ale dalszy spadek wilgotności do 11% powodował ponowny, gwałtowny wzrost liczby uszkodzeń (Strzelecki, 1990).

Tabela 1

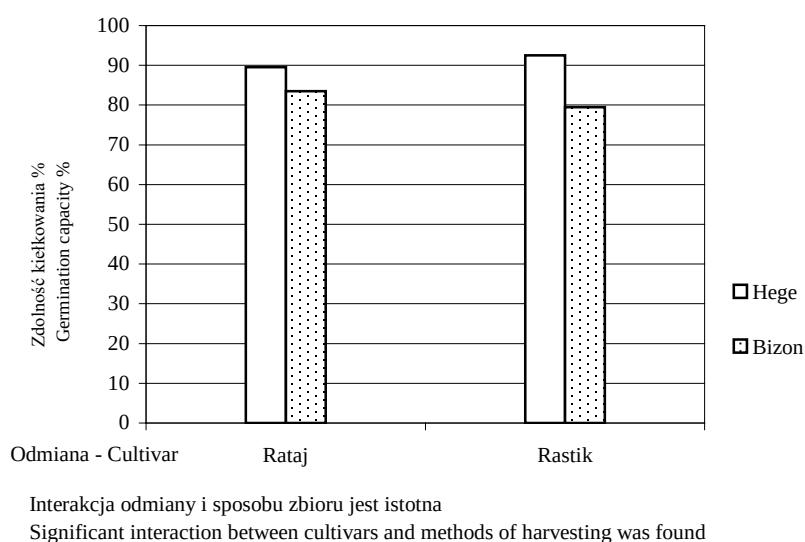
Cechy oplewionych i nieoplewionych ziarniaków jęczmienia jarego w zależności od sposobu zbioru i procesów uszlachetniania
Characteristics of hulled and hull-less grains of spring barley cultivars depending on the methods of harvesting and seed processing

Sposób zbioru i uszlachetniania Methods of harvesting and processing	Rataj			Rastik				
	czystość purity (%)	MTZ TCM (g)	uszkodzenia ogółem damages (%)	czystość purity (%)	oplewione chaffy (%)	MTZ TCM (g)	uszkodzenia ogółem damages (%)	brak zarodka no embryo (%)
Kombaj poletkowy Hege Plot combine Hege	98,9	43	32,0	97,2	4	47	37,0	1,0
Kombaj polowy Bizon Regular combine Bizon	97,8	43	40,3	93,4	12	46	46,5	3,8
Po wstępnej obróbce - Hege After treatment - Hege	99,9	46	22,8	99,7	5	49	25,0	2,5
Po wstępnej obróbce - Bizon After treatment - Bizon	99,2	44	42,8	94,1	13	44	55,3	1,5
Po przerobie - Bizon After treatment - Bizon	99,7	43	39,5	99,1	10	48	56,0	6,0

Czystość nasion oplewionych odmiany Rataj niezależnie od sposobu zbioru i zastosowanych zabiegów uszlachetniających była wysoka od 97,8% do 99,7%. Standardowe zasady uszlachetniania materiałów nasiennych polegają głównie na selekcji i separacji osobników najlepszych, stosowania zabiegów fizycznych (czyszczenia, suszenia) i chemicznych (zaprawiania, odkażania, osmo- i hydrokondycjonowania) i innych, które mają na celu poprawę wartości siewnej, a w szczególności poprawę czystości gatunkowej i odmianowej, odczyszczeniu nasion chwastów i diaspor uszkodzonych oraz wyrównaniu rozmiarów (Górecki i Grzesiuk, 1994). Analizy laboratoryjne przeprowadzane bezpośrednio po zbiorach wykazały około 1% mniej nasion czystych w przypadku zbioru i omłotu przeprowadzanego polowym kombajnem niż poletkowym. Czystość nasion odmiany nieoplewionej była niższa niż oplewionej, a młóconej Bizonem aż o 4,4%. W omawianym doświadczeniu ziarno odmiany Rastik bezpośrednio po zbiorach oraz po wstępnej obróbce zbierane kombajnem Bizon nie spełniało wymagań stawianych dla nasion bazowych zarówno pod względem czystości jak

też udziału nasion oplewionych (Dz.U., 2001). Jednakże na wiosnę, po starannym doczyszczaniu nasion wymagania jakościowe zostały osiągnięte, pomimo że procent nasion uszkodzonych zwiększył się. Zgodnie z definicją nasion czystych były to jednak niewielkie uszkodzenia i w tym 6% nasion pozbawionych zarodka. Po wstępnej obróbce stwierdzono, że nasiona oplewione uszkodzane były rzadziej niż nieoplewione. Procent nasion uszkodzonych, niezależnie od wielkości i rodzaju uszkodzenia po przerobie wynosił od 39,5 dla odmiany Rataj i 56% dla odmiany Rastik.

Liczba siewek kiełkujących po 4 dniach dla nasion zbieranych kombajnem Hege i Bizon wynosiła odpowiednio 83,3 i 76,2%, a po 7 dniach 90,7 i 81,7% (tab. 2). Nasiona jęczmienia zbierane małym kombajnem kiełkowały szybciej niż zbierane Bizonem. Zdolność kiełkowania nasion odmiany Rataj zbieranej kombajnem Hege wynosiła 89,5% a połowym o 6% mniej. Jeszcze większe różnice (13%) stwierdzono w przypadku oceny nasion odmiany Rastik (rys. 1).



Rys. 1. Zdolność kiełkowania oplewionych i nieoplewionych nasion jęczmienia jarego w zależności od sposobu zbioru

Fig. 1. Germination capacity of hulled and hull-less spring barley cultivars depending on the method of harvesting

Wymagania minimalne określone w standardach jakości dla zdolności kiełkowania jęczmienia wynoszą 85% (Dz.U., 2001). Udział siewek nienormalnych, obniżających kiełkowanie w próbach nasion zbieranych kombajnem Bizon był prawie dwukrotnie wyższy niż w próbach młóconych kombajnem Hege. Obserwowano też kilkakrotnie więcej nasion martwych. Stwierdzono różnice pomiędzy wynikami zdolności kiełkowania nasion ocenianych bezpośrednio po zbiorze i po wstępnej obróbce. Nasiona poddane wstępnej

obróbce kielkowały lepiej niż oceniane bezpośrednio po zbiorze, a ilość siewek nienormalnych była o 3,5% niższa. Po wstępnym czyszczeniu nadal sposób zbioru nasion z pola miał wpływ na wyniki zdolności kielkowania i występowanie siewek nienormalnych (tab. 2).

Tabela 2

Zdolność kielkowania nasion jęczmienia jarego w zależności od sposobu zbioru i wstępnych zabiegów czyszczenia

Seed germination of spring barley depending on the method of harvesting and seed preprocessing

Czynniki Factors		Kielkowanie po 4- dniach First count (%)	Kielkowanie po 7 dniach Final count (%)	Siewki nienormalne Abnormal seedlings (%)	Nasiona martwe Dead seeds (%)
Odmiana Cultivar (A)	Rataj	77,8	86,2	10,8	1,7
	Rastik	81,7	86,2	8,3	5,0
Sposób zbioru Method of harvest (B)	Hege	83,3	90,7	7,7	0,7
	Bizon	76,2	81,7	11,4	6,0
Obróbka Processing (C)	po zbiorze after harvesting	77,7	83,7	11,3	3,7
	po wstępnej obróbce after preprocessing	81,8	88,7	7,8	3,0
podsumowanie analizy — summary of ANOVA					
Odmiana — Cultivar (A)		ni.-ns.	ni.-ns.	ni.-ns.	*
Sposób zbioru — Method of harvest (B)		*	**	*	**
Obróbka — Processing (C)		ni.-ns.	*	*	ni.-ns.
A × B		ni.-ns.	*	ni.-ns.	*
B × C		ni.-ns.	*	*	ni.-ns.
A × C		ni.-ns.	ni.-ns.	ni.-ns.	ni.-ns.

* i ** Różnica istotna dla $P < 0,05$ i $0,01$; ni. — Nieistotne* and ** Difference significant at $P < 0.05$ and 0.01 ; ns. — Not significant

Podobne zależności stwierdzono podczas oceny wigoru nasion poddanych przyspieszonej degradacji w stresowym teście przyspieszonego starzenia (AA-test). Wigor nasion zbieranych małym kombajnem był wyższy niż polowym; procent nasion normalnie skielkowanych wynosił odpowiednio 89,2% i 76,2%. Ponadto stwierdzono, że ziarniaki nieoplewione lepiej kielkowały po zabiegu starzenia niż oplewione, a wynik końcowy był analogiczny jak podczas oceny nasion przed zabiegiem — 86,2% (tab. 3). Brak różnicowania kielkowania w AA-teście i zdolności kielkowania może mieć związek z przyjętymi warunkami procesu starzenia. Dla pszenicy Modaressi i wsp. (2002) podnosząc temperaturę procesu starzenia o 2°C uzyskali wyraźny rozdział prób pod względem wskaźnika wigoru, podczas gdy w warunkach zalecanych przez ISTA (1995) takiego różnicowanie nie było.

Wigor nasion oceniany na podstawie szybkości gromadzenia suchej masy w siewkach okazał się wyższy dla nasion nieoplewionych niż oplewionych, ale już szybkość wzrostu liścia była nieistotna. Nie udowodniono wpływu sposobu zbioru i wstępnych zabiegów uszlachetniania nasion na poziom wigoru (tab. 3).

Istotne różnice wartości siewnej pomiędzy nasionami odmiany oplewionej i nieoplewionej ujawniły się dopiero na wiosnę po przechowywaniu i po przeprowadzeniu

kompleksowych zabiegów uszlachetniania. Należy zaznaczyć, że po przerobie badano tylko nasiona zbierane kombajnem Bizon. Zdolność kiełkowania nasion po przerobie wynosiła dla odmiany Rastik 65, a dla nasion odmiany Rataj 83%. Po wstępnej obróbce odpowiednio 85 i 88%, a zaraz po zbiorach 74 i 81% (rys. 2).

Tabela 3

Wigor nasion jęczmienia jarego w zależności od sposobu zbioru i wstępnych zabiegów czyszczenia
Seed vigour of spring barley depending on the method of harvesting and seed preprocessing

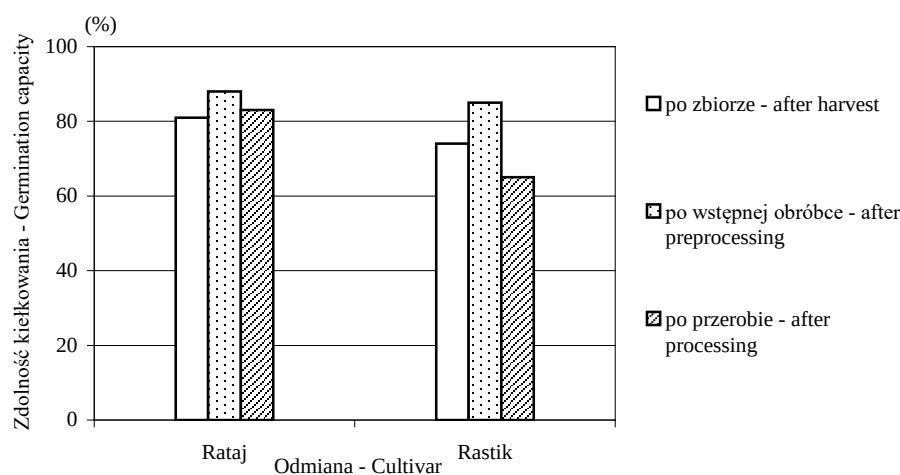
Czynniki Factors		AA-test (%)	Średnia długość plumuli Mean plumule length (mm)	Sucha masa siewek Seedling dry weight (g)
Odmiana Cultivar (A)	Rataj	79,2	7,7	0,301
	Rastik	86,2	8,3	0,344
Sposób zbioru Method of harvest (B)	Hege	89,2	8,1	0,317
	Bizon	76,2	7,8	0,328
Obróbka Processing (C)	po zbiorze after harvesting	84,2	7,8	0,314
	po wstępnej obróbce after preprocessing	81,2	8,2	0,331
podsumowanie analizy — summary of ANOVA				
Odmiana — Cultivar (A)		*	ni.-ns.	*
Sposób zbioru — Method of harvest (B)		**	ni.-ns.	ni.-ns.
Obróbka — Processing (C)		ni.-ns.	ni.-ns.	ni.-ns.
A × B		ni.-ns.	ni.-ns.	ni.-ns.
B × C		ni.-ns.	ni.-ns.	ni.-ns.
A × C		ni.-ns.	ni.-ns.	ni.-ns.

* i ** Różnica istotna dla $P < 0,05$ i $0,01$; ni. — Nieistotne* and ** Difference significant at $P < 0.05$ and 0.01 ; ns. — Not significant

Liczba nasion nienormalnie kiełkujących była ponad dwukrotnie wyższa w próbach po przerobie niż po wstępnej obróbce (odpowiednio 17% i 8%). Liczba nasion martwych w próbach po przerobie wynosiła średnio 9%. Należy podejrzewać, że przyczyną słabego kiełkowania nasion odmiany Rastik po przerobie mogło być występowanie patogenów powodujących deformację siewek. Potwierdzają to wyniki Wiewióry (2002), która wykazała większą podatność nasion nieoplewionych na choroby grzybowe, zwłaszcza fuzariozę, niż odmian o ziarnie oplewionym. Ponadto liczba ziarniaków pozbawionych zarodka po przerobie wzrosła do 6% i najczęściej nasiona takie trafiały do frakcji nasion czystych, a następnie do analiz zdolności kiełkowania i wigoru, podczas których były oceniane jako nasiona martwe. Wydaje się, że przyczyną dyskwalifikacji nasion odmian nieoplewionych, z powodu niskiej zdolności kiełkowania mogą być także uszkodzenia ziarniaków.

Wigor nasion oceniany na podstawie AA-testu (ISTA, 1995) był zdecydowanie niższy dla ziarniaków nieoplewionych, ocenianych na wiosnę po przechowywaniu i po doczyszczaniu niż oceniany bezpośrednio po zbiorach i po wstępnej obróbce. Natomiast wigor nasion oplewionych był wyższy po przerobie niż bezpośrednio po zbiorach i po wstępnej obróbce. Liczba siewek skiełkowanych po zabiegu przyspieszonego starzenia nasion dla odmiany Rastik wynosiła 67, po zbiorach 81, a po wstępnych zabiegach

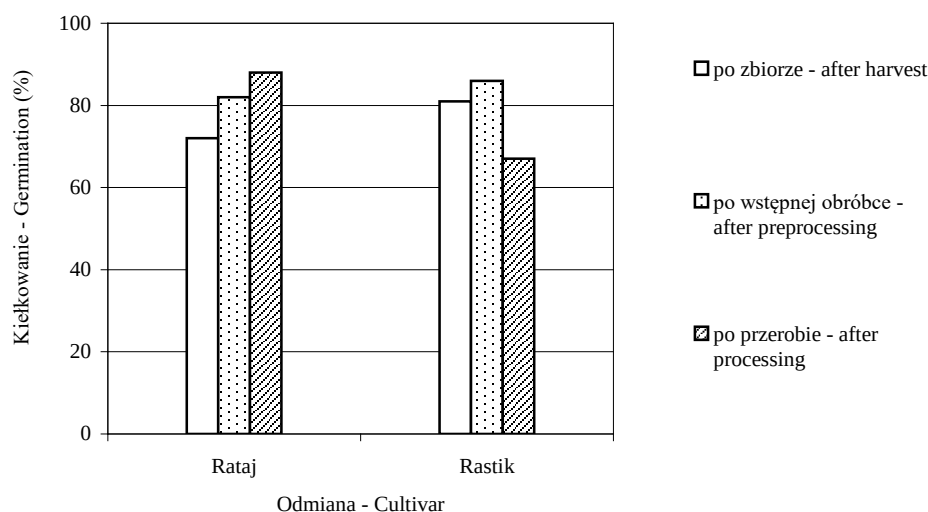
uszlachetniania 86%. Wstępna obróbka nasion przeprowadzona w tym samym dniu co zbiór, wpływała korzystnie na wigor nasion zarówno odmiany Rataj, jak i Rastik. Wyniki uzyskane po wstępnych zabiegach uszlachetniania nasion były wyższe o 10 dla odmiany Rataj i o 5% dla odmiany Rastik, w porównaniu do wyników uzyskanych bezpośrednio po zbiorach (rys. 3). Oddzielenie ziarniaków uszkodzonych, połamanych spowodowało wzrost czystości nasion do ponad 99% i tym samym poprawę wartości siewnej. Jednak przechowanie nasion do wiosny i zastosowanie kompleksowych zabiegów czyszczenia spowodowało wyraźne obniżenie zdolności kiełkowania i wigoru nasion odmiany Rastik. Zdolność kiełkowania nasion odmiany Rataj pozostała na podobnym poziomie, a wigor wzrósł (rys. 2, 3). W świetle wyników przedstawionych w tej pracy, potwierdziła się opinia White i wsp. (1999), że nasiona nieoplewione jęczmienia i owsa magazynowane w niskiej temperaturze i wilgotności względnej powietrza przechowują się tak samo dobrze jak oplewione. Natomiast w niekorzystnych warunkach nasiona form nieoplewionych szybciej tracą wartość siewną. Niska zdolność kiełkowania wynikająca z dużego porażenia nasion może być podwyższona przez zaprawianie. Na podstawie „Informacji o wynikach oceny nasion” wystawionej dla producenta przez Wojewódzki Inspektorat Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa dla zaprawianych nasion odmiany Rastik wiadomo, że zdolność kiełkowania wynosiła 87%, siewki nienormalne 7% i nasiona martwe 6%, co pozwoliło stwierdzić: partia nasion zgodna z wymaganiami.



Interakcja odmiany i sposobu uszlachetniania nasion jest istotna
Significant interaction between cultivars and seed processing was found

Rys. 2. Zdolność kiełkowania oplewionych i nieoplewionych nasion jęczmienia jarego zbieranego kombajnem polowym

Fig. 2. Germination capacity of hulled and hull-less spring barley cultivars harvested using a regular combine



Interakcja odmiany i sposobu zbioru jest istotna
Significant interaction between cultivars and seed processing was found

Rys. 3. Wigor oplewionych i nieoplewionych nasion jęczmienia jarego zbieranego kombajnem polowym
Fig. 3. Vigour of hulled and hull-less spring barley cultivars harvested using a regular combine.

PODSUMOWANIE

Podczas zbioru, omlotu i czyszczenia nasion odmiany nieoplewionej Rastik należy starannie dobierać parametry pracy urządzeń, niż w przypadku ziarna oplewionego odmiany Rataj. Wartość siewna nowej odmiany nieoplewionej jest potencjalnie wysoka pod warunkiem stosowania właściwych warunków zbioru, uszlachetniania i przechowywania.

LITERATURA

- Błaszkowski J., Piech M. 2002. Comparison of seed-borne fungal communities of naked and husked oats and barley, *Phytopathologia Polonica* 24: 73 — 76.
- Boros D., Cyran M., Rek-Cieply B. 1998. A note on the nutritive value of hull-less barley. *J. Anim. Feed Sci.* 10: 497 — 504.
- COBORU 2002. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze, zbożowe, okopowe, strączkowe, oleiste. Słupia Wielka.
- Dz.U. 2001. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej 2001. Nr 108. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 sierpnia 2001 r. poz. 1184.
- ISTA 1995. International Seed Testing Association. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd Edition, 1995, ISTA PO Box 412, 8046 Zurich, Switzerland.
- ISTA 1999. International Seed Testing Association. International Rules For Seed Testing. Seed Sci. Technol. 27, Supplement, Rules: 335.

- ISTA. 2001. International Seed Testing Association. Rules Amendments. Seed Sci. Technol. 29, Supplement 2: 132.
- Grzesiuk St., Górecki R. J. 1994. Fizjologia plonów. Wprowadzenie do przechowywania. Wyd. Akademii RT Olsztyn: 234 — 335.
- Grzesiuk St., Kulka K. 1981. Fizjologia i biochemia nasion. PWRiL, Warszawa: 480 — 505.
- Modarresi M., Rucker M. TeKrony D. M. 2002. Accelerating ageing test for comparing wheat seed vigour. Seed Sci. Technol. 30: 683 — 687.
- Opaku G., Gamble E. E. 1995. Seed quality of normal and naked OAC Kippen barley. Plant Varieties and Seeds. 8: 73 — 80.
- Strzelecki A.W. 1990. Uszkodzenia nasion i niedomłoty pszenżyta ozimego w zależności od odmiany i warunków zbioru kombajnem. Biul. IHAR 173 — 174: 211 — 218.
- White N. D. G., Hulasare R. B., Jayas D. S. 1999. The effect of storage conditions on quality loss of hullless and hulled oats and barley. Can J. Plant Sci. 79 (4): 475 — 482.
- Wiewióra B. 2002. Plon i wartość siewna jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej. VI Międzynarodowe Sympozjum. Genetyka Ilościowa Roślin Uprawnych. Duszniki Zdrój: 130 — 131.

BOGDAN DUBIS

Katedra Produkcji Roślinnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Produkcyjne skutki regulacji liczby pędów roślin jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego

Productive effects of stem number control in hulless and hulled spring barley

W doświadczeniu wazonowym, przeprowadzonym w latach 2000–2002, porównano plonowanie roślin jednopędowych, dwupędowych i swobodnie krzewiących się jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego na jednakowej powierzchni wazonu, w kontrolowanych warunkach wilgotnościowych. Stwierdzono, że największą produktywność z powierzchni wazonu, forma nagoziarnista i oplewiona uzyskiwały w przypadku roślin naturalnie krzewiących się, głównie dzięki większej liczbie źdźbeł kłosonośnych (średnio ponad 5 pędów z rośliny). Sztuczne, mechaniczne ograniczenie liczby pędów na roślinie do dwóch lub jednego powodowało spadek plonowania jęczmienia od 44% do 49%. Tak, więc ograniczanie krzewistości u obu form jęczmienia było czynnikiem obniżającym ich produktywność. Nie stwierdzono specyficznej, odmianowej reakcji jęczmienia na liczbę pozostawionych pędów produktywnych.

Słowa kluczowe: forma nagoziarnista, forma oplewiona, jęczmień jary, odmiana, plon ziarna, struktura plonu, typ rośliny

In the pot experiment, performed during 2000–2002 yielding ability of hulless and hulled barley forms was compared in the conditions of controlled water supply. It was found that the highest yield per pot area was obtained from intact barley plants, as well hulless as hulled ones. It resulted from higher number of ear bearing shoots (average more than 5 per plant). Induced reduction of stem number per plant to one or two shoots resulted in yield reduction by 44 to 49 per cent. Thus reduction of tillering for the both barley forms appeared to be a factor of yield reduction. No cultivar response to the number of productive shoots left was stated.

Key words: cultivars, hulled barley, hulless barley, grain yield, plant type, spring barley, yield structure

WSTĘP

Wydajność łanu jęczmienia jarego zależy w dużej mierze od jej prawidłowej struktury i architektury. Odpowiednia architektura łanu stwarza roślinom optymalne warunki do różnicowania się podstawowych elementów kłosa, decydujących o plonie ziarna (Nalborczyk, 2000). Z niektórych badań (Kozłowska-Ptaszyńska, 1998; Pecio, 1995) wynika, że jęczmień jary największy efekt produkcyjny uzyskuje z roślin 3–4 pędowych,

charakteryzujących się wyrównaną wysokością. Większe krzewienie pogarsza architekturę łanu oraz powoduje spadek produktywności pojedynczych kłosów, w tym szczególnie pędu głównego.

W ostatnich latach został wprowadzony do uprawy jęczmień nagoziarnisty, odmiana Rastik, którego wymagania agrotechniczne są mało poznane. W dotychczasowej literaturze brakuje prac na temat produktywności tej kreacji w zależności od budowy przestrzennej łanu. Wiadomo jedynie, że odmiana ta wymaga gęstszego siewu (COBORU, 2002; Liszewski, 2000). Można, zatem oczekiwać, że zbyt duży udział pędów bocznych jest mało korzystny dla wielkości plonu ziarna. W związku z tym, że nie ma odmian niekrzewiących się, stworzono sztucznie typy roślin jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego składających się z jednego i dwóch pędów, a następnie przeprowadzono badania, których celem było określenie i porównanie plonu ziarna oraz elementów jego struktury jęczmienia oplewionego i nagoziarnistego prowadzonych w formie roślin jednopędowych i dwupędowych z typem roślin naturalnie krzewiących się.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie wazonowe przeprowadzono w latach 2000–2002, w hali wegetacyjnej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Badania dwuczynnikowe prowadzono metodą serii niezależnych, w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu była forma (odmiana) jęczmienia jarego: oplewiony (odmiana Stratus) i nagoziarnisty (odmiana Rastik). Czynnikiem II rzędu był typ rośliny: jednopędowy, dwupędowy i naturalnie krzewiący się. Dla uzyskania takich kombinacji, do każdego wazonu wysiano po 25 ziarniaków, a po przerywce, wykonanej w fazie 2-liścia, pozostawiono po 10 roślin do swobodnego krzewienia się, bądź formowanych jako dwupędowe, a w wariantach roślin jednopędowych pozostawiono po 20 roślin. Pożądaną ich liczbę utrzymywano poprzez usuwanie pędów bocznych w początku strzelania w źdźbło. Zabieg ten wykonywano systematycznie co 4 dni, praktycznie do końca wegetacji roślin. Pęd główny i pierwszy boczny ustalono w oparciu o kolejność wytwarzania ich przez roślinę. Doświadczenie realizowano w wazonach typu Kick-Brauckman, wypełnionych glebą (9 kg), zaliczoną do kompleksu żyniego dobrego. Zasobność gleby w fosfor i potas była wysoka, w magnez średnia (17,4 mg P_2O_5 , 12,1 mg K_2O , 3,5 mg MgO / 100 g gleby), a jej odczyn lekko kwaśny (pH w 1 M KCL — 5,8). Przed siewem zastosowano nawożenie mineralne w następującej ilości czystego składnika na wazon: 1,8 g N, 1,0 g P_2O_5 , 1,5 g K_2O i 0,5 g MgO . Wilgotność gleby w wazonach utrzymywano na poziomie 65%–70% maksymalnej pojemności wodnej. Jęczmień wysiewano w II dekadzie kwietnia na głębokość 3 cm. W okresie wegetacji rośliny jęczmienia chroniono przed mączniakiem prawdziwym zbóż i traw za pomocą Amistaru 250 SC stosowanego w fazie strzelania w źdźbło oraz zwalczano mszyce przy użyciu preparatu Decis 2,5 EC. Po zbiorze (III dekada lipca) roślin wykonano, oddzielnie dla każdego pędu, podstawowe pomiary morfometryczne: długość pędu i kłosa, liczbę ziaren z kłosa i rośliny, masę ziaren z pojedynczego kłosa, masę 1000 ziaren. Plon ziarna określono na jednakowej powierzchni wazonu. Otrzymane dane opracowano statystycznie, a istotność różnic oszacowano testem t-Duncana. Wyniki przedstawione

w pracy ograniczono do efektów głównych (brak interakcji między badanymi czynnikami) i stanowią wartości średnie z trzech lat, ze względu na identyczną reakcję jęczmienia w latach badań.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane odmiany jęczmienia wykazywały istotne zróżnicowanie w długości pędu (tab. 1). Jęczmień nagoziarnisty wykształcał o około 7% dłuższe źdźbła niż oplewiony. Potwierdzają to również doświadczenia przeprowadzone przez COBORU (2002).

Usuwanie wszystkich pędów bocznych (typ jedнопędowy) lub pozostawienie jednego bocznego (typ dwupędowy) powodowało, w stosunku do roślin pochodzących z obiektu kontrolnego, zwiększenie długości źdźbeł (o 22%) u badanych form jęczmienia (tab. 1).

Tabela 1

Długość pędu i kłosa (średnie z 3 lat)
Length of shoot and ears (means for 3 years)

Cecha Traits	Odmiana Cultivars		Typ rośliny Plant type		
	oplewiona hulled	nieoplewiona hulless	jedнопędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears
Długość pędu (cm) Length of shoot	59,3	63,4	65,3	65,2	53,6
NIR (P = 0,05)	1,0		2,5		
LSD (P = 0,05)					
Długość kłosa (cm) Length of ear	8,4	8,9	8,8	9,7	7,4
NIR (P = 0,05)	0,3		0,3		
LSD (P = 0,05)					

W obiektach z naturalnym krzewieniem jęczmień charakteryzował się znacznie większym stopniem rozkrzewienia (tab. 2). W wariancie tym wystąpiły rośliny cztero-, pięcio-, sześć- i siedmiopędowe.

W badaniach Kozłowskiej-Ptaszyńskiej (1998) jęczmień jary dwurzędowy najdłuższe pędy uzyskiwał z roślin jedno- i trzypędowych, pszenżyto zaś z typu jedno- i dwupędowego. Natomiast owies i pszenica nie wykazywały istotnego zróżnicowania względem długości źdźbła w zależności od modelu rośliny.

Najdłuższe kwiatostany obie odmiany uzyskały z roślin dwupędowych (tab. 1). Długość kłosa roślin naturalnych była istotnie mniejsza niż jedno i dwupędowych. Kłosa pochodzące z obiektów jedнопędowych, w porównaniu do dwupędowych, były krótsze o 10%, a swobodnie krzewiących się o 23%. Forma nagoziarnista Rastik w porównaniu do oplewionej Stratus wykształcała istotnie dłuższy kłos, w której jednak zawiązywało się mniej ziarniaków. Kozłowska-Ptaszyńska (1998) stwierdziła, że najdłuższe kłosa jęczmień dwurzędowy, w porównaniu do roślin kontrolnych, uzyskuje z modeli trzypędowych, zaś pszenica z roślin dwupędowych. Pszenżyto w tychże samych badaniach nie wykazywało

w tej cesze istotnego zróżnicowania, natomiast długość wiechy owsa, na skutek mechanicznej regulacji liczby pędów ulegała istotnemu skróceniu.

Tabela 2

Współczynnik krzewienia produkcyjnego jęczmienia (średnie z 3 lat)
Coefficient of productive tillering for barley (means for 3 years)

Odmiany Cultivars	Liczba roślin w wazonie Number of plants per pot			Średnio Mean
	20	10	10	
	typ rośliny plant type			
	jednopędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears	
Oplewiona Hulled	1,0	2,0	5,6	2,9
Nieoplewiona Hulless	1,0	2,0	5,5	2,8
Średnio Mean	1,0	2,0	5,6	—

Jęczmień nagoziarnisty w stosunku do oplewionego wykształcał w kłosie oraz z całej rośliny o 8% mniej ziarniaków (tab. 3). Obie odmiany jęczmienia na zabieg usuwania pędów (typ jedno- i dwupędowy) reagowały zwiększeniem liczby ziaren w kłosie, odpowiednio o 19 i 25%, w porównaniu do roślin naturalnie krzewiących się. Podobną reakcję w badaniach modelowych z pszenżytem ozimym uzyskała Podolska i Wielgo (1997), a z pszenicą ozimą Podolska (1999). W innym doświadczeniu (Podolska i Wielgo, 2001) wykazano, że ograniczenie liczby pędów u pszenżyta, żyta i pszenicy ozimej na ogół sprzyjało zwiększaniu liczby ziaren w kłosie, choć nie zawsze były one potwierdzone statystycznie.

Liczba ziarniaków wytworzona przez całą roślinę była istotnie największa w obiekcie kontrolnym, a więc w wariancie bez usuwania pędów bocznych. O takim układzie wartości liczbowej decydowała głównie większa liczba pędów kłosonośnych wytworzona przez pojedynczą roślinę (tab. 2). Potwierdzają to również badania Podolskiej i Wielgo (1997; 2001) przeprowadzone z pszenżytem ozimym, żytem i pszenicą ozimą, z których wynika, że najkorzystniejszą liczbę ziaren z rośliny uzyskano z wariantu o typie naturalnym. Kozłowska-Ptaszyńska (1998) badając jęczmień i pszenicę najwięcej ziarniaków w kwiatostanie uzyskała z roślin składających się z trzech pędów, w przypadku pszenżyta był to model dwupędowy, a owsa – dwu i trzypędowy. W badaniach Podolskiej (1999) liczba ziaren z rośliny dwóch odmian pszenicy ozimej wykazywała istotne współdziałanie modelu rośliny z ich zagęszczeniem na jednostce powierzchni. Odmiana Koda wysiewana w obsadzie 400 i 600 ziaren/m² największą liczbę ziaren uzyskała z roślin o naturalnym krzewieniu, zaś przy zagęszczeniu 800 ziaren/m² z roślin kontrolnych i dwupędowych. Natomiast u odmiany Lama, wysiewanej w ilości 400 ziaren/m², najkorzystniejszą wartość liczbową tej cechy stwierdzono u roślin kontrolnych i dwupędowych, przy zagęszczeniu

600 ziaren/m² na roślinach naturalnych, a przy ilości 800 ziaren/m² nie wykazywała istotnego zróżnicowania w zależności od typu rośliny.

Masa ziaren z kłosa jęczmienia nagoziarnistego była o 11% mniejsza niż oplewionego (tab. 3). Największą masę ziarna z pojedynczego kłosa obie formy jęczmienia uzyskiwały z roślin o typie dwupędowym. Prowadzenie roślin jednopędowych skutkowało zmniejszeniem wartości liczbowej tej cechy o 5%, a naturalnie krzewiących się aż o 26% (tab. 3). W badaniach Podolskiej i Wielgo (1997) pszenżyto ozime, istotnie większą masę ziaren z kłosa uzyskiwało z roślin jednopędowych w porównaniu z dwupędowymi i naturalnymi. Z innych doświadczeń tych samych autorów (2001) wynika, że masa ziaren z kłosa pochodząca z roślin jedno i dwupędowych żyta i pszenicy jest na ogół podobna, ale istotnie większa niż roślin kontrolnych. Podolska (1999) badając dwie odmiany pszenicy ozimej stwierdziła istotne współdziałanie zagęszczenia roślin z ich modelem w kształtowaniu masy ziaren z kłosa. Odmiana Koda, przy gęstości 400 ziaren/m², istotnie wyższą wartość tej cechy uzyskiwała z roślin jednopędowych, zaś w siewach zagęszczonych (600 i 800 ziaren/m²) nie zanotowano pod tym względem żadnego zróżnicowania. Natomiast odmiana Lama, dla każdej ze stosowanych gęstości, największą masę ziaren z kłosa wydała z roślin składających się z jednego pędu.

Tabela 3

Liczba ziaren w kłosie, z rośliny, masa ziaren z kłosa oraz masa 1000 ziaren (średnie z 3 lat)
Number of grains per ear, per plant, weight of grain per ear and weight of 1000 grains
(means for 3 years)

Cecha Traits	Odmiana Cultivars		Typ rośliny Plant type		
	oplewiona hulled	nieoplewiona hulless	jednopędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per ear	20,3	18,7	20,3	21,3	17,0
NIR (P = 0,05)	1,3		1,5		
LSD (P = 0.05)	1,3		1,5		
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	54,2	50,1	20,3	42,3	94,0
NIR (P = 0,05)	1,1		3,9		
LSD (P = 0.05)	1,1		3,9		
Masa ziaren z kłosa (g) Weight of grain per ears	1,27	1,13	1,27	1,34	0,99
NIR (P = 0,05)	0,04		0,08		
LSD (P = 0.05)	0,04		0,08		
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains	60,7	58,0	62,4	63,7	52,0
NIR (P = 0,05)	1,1		0,9		
LSD (P = 0.05)	1,1		0,9		

Brak łuski u jęczmienia nagoziarnistego powodowało obniżkę masy 1000 ziaren o około 5% w stosunku do oplewionego (tab. 3). Znamienne jest, że obie formy najdorodniejsze ziarno wykształcały z roślin o typie dwupędowym. Masa 1000 ziaren pochodząca z roślin jednopędowych była mniejsza o 2%, a swobodnie krzewiących się

o około 18%. W badaniach Podolskiej i Wielgo (1997) pszenżyto ozime najwyższą masę 1000 ziaren uzyskiwało z roślin jedнопędowych. Rośliny dwupędowe obniżały wartość liczbową tej cechy o 5%, a naturalne, o swobodnym krzewieniu, aż o 11%. Z innych doniesień (Podolska 1999; Podolska i Wielgo 2001) wynika, że masa 1000 ziaren pszenżyta, żyta i pszenicy ozimej nie ulegała istotnej modyfikacji w zależności od modelu rośliny

Plon ziarna z wazonu był istotnie różnicowany formą i typem rośliny jęczmienia (tab. 4). W warunkach kontrolowanych wyższy plon ziarna uzyskała odmiana oplewiona Stratus. Plenność nagoziarnistej odmiany Rastik była niższa o 11%, co jest porównywalne z danymi COBORU (2002).

O takim ukształtowaniu plonu decydowała korzystniejsza u odmiany oplewionej liczba i masa ziaren z kłosa oraz lepsza dorodność ziarna. Po usunięciu plewki, która stanowiła 11,6% masy całego ziarniaka, plon ziarna odmiany oplewionej ukształtował się na poziomie zbliżonym do plonu ziarna odmiany nagoziarnistej (tab. 4).

Tabela 4

Plon ziarna jęczmienia (g z 1 wazonu) (średnie z 3 lat)
Yield of barley grain (g per pot) (means for 3 years)

Cecha Traits	Odmiana Cultivars		Typ rośliny Plant type		
	oplewiona hulled	nieoplewiona hulless	jedнопędowa 20 kłosów one-shoot 20 ears	dwupędowa 20 kłosów two-shoot 20 ears	kontrola 56 kłosów control 56 ears
Plon ziarna z łuską Yield of grain with chaff	35,6	31,8	24,9	27,5	48,9
NIR (P = 0,05)	1,3		1,6		
LSD (P = 0.05)					
Plon ziarna bez łuski Yield of grain without chaff	32,6	31,8	23,7	26,2	46,7
NIR (P = 0,05)	r.n.		1,5		
LSD (P = 0.05)					

Reakcja odmian jęczmienia na mechaniczne usuwanie pędów bocznych była jednakowa (tab. 4). Najwyższy poziom plonowania obie formy, pomimo gorszych parametrów struktury plonu, a więc mniejszej liczby i masy ziaren z kłosa oraz mniejszej masy 1000 ziaren, uzyskały z wazonów z roślinami o typie naturalnie krzewiącym się. O takim układzie plonu decydowała w głównej mierze liczba wykształconych pędów kłosonośnych (z 1 rośliny ponad 5 pędów). W wazonach z roślinami dwupędowymi plon ziarna był niższy aż o 44%. Najmniejszy plon uzyskano z wazonów, w których prowadzono 20 jedнопędowych roślin, dających taką samą liczbę kłosów jak z 10 roślin dwupędowych (20 kłosów). Obniżka plonu w tym obiekcie wynosiła ponad 49%. Tak, więc przy takim samym zwarcie kłosów korzystniejszy dla plonu okazał się model dwupędowy. Świadczyłoby to o tym, że u obu form jęczmienia produktywność pędu głównego pochodząca z roślin nierozkrzewionych zmniejsza się w porównaniu z pędem głównym rozkrzewionym, a dążenie do ograniczenia pędów jest w tym przypadku mało korzystne.

Kozłowska-Ptaszyńska (1998) w swoich badaniach wykazała, że jęczmień jary na zabieg usuwania pędów bocznych reaguje wzrostem plenności pozostałych pędów produktywnych na roślinie w wyniku zwiększonej liczby i masy ziaren z kłosa. Jednakże na skutek mniejszej liczby kłosów z jednej rośliny, szczególnie w wariantcie jedno- i dwupędowym plon ziarna z wazonu był istotnie niższy niż w obiekcie kontrolnym (bez usuwania pędów). Pecio (1995) twierdzi, że największy efekt produkcyjny u jęczmienia jarego można uzyskać z roślin o wyrównanej wysokości i wykształcających co najmniej cztery pędy. Natomiast Benbelkacem i wsp. (1984) uważają, że zbyt duża krzewistość wpływa na gorsze plonowanie, ponieważ obniża się liczba i masa ziaren z kłosa. Podobne zależności wykazali Lauer i Simmons (1988) oraz Simmons i wsp. (1982).

WNIOSKI

1. Odmiana jęczmienia nagoziarnistego Rastik, w wazonach, w porównaniu do oplewionej Stratus, plonowała o 11% niżej. Decydowała o tym istotnie mniejsza liczba i masa ziaren z kłosa oraz mniejsza dorodność ziarna.
2. Krzewistość formy nagoziarnistej Rastik kształtowała się na poziomie krzewistości formy oplewionej Stratus
3. Największą produktywność z obu form jęczmienia uzyskiwano z roślin naturalnie krzewiących się, głównie dzięki większej liczbie wytworzonych źdźbeł kłosonośnych (średnio ponad 5 pędów z rośliny). Sztuczne, mechaniczne ograniczenie liczby pędów na roślinie do dwóch lub jednego powodowało spadek plonu ziarna od 44% do 49%. Tak, więc ograniczanie krzewistości zarówno u kreacji nagoziarnistej, jak i oplewionej, było czynnikiem obniżającym ich produktywność. Nie stwierdzono specyficznej, odmianowej reakcji jęczmienia na liczbę pozostawionych pędów produktywnych.
4. Jednopędowe i dwupędowe rośliny jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego charakteryzowały się istotnie większą liczbą ziaren w kłosie, masą ziaren z kłosa oraz masą 1000 ziaren w porównaniu do roślin kontrolnych, które wykształcały więcej ziaren z rośliny.

LITERATURA

- Benbelkacem A., Mekni S. M., Rasmusson C. D. 1984. Breeding for high tiller number and yield in barley. *Crop Sci.* 24: 968 — 972.
- COBORU. 2002. Lista opisowa odmian. Słupia Wielka.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1998. Określenie modeli wysokoplennych roślin zbóż jarych. *Pam. Puł.* 113: 39 — 51.
- Lauer J.G., Simmons S.R. 1988. Photoassimilate partitioning by tillers and individual tiller leaves in field-grown spring barley. *Crop Sci.* 28: 279 — 282.
- Liszewski M. 2000. Jęczmień nagi — nowe zboże. *Por. Gospod.* 1: 15.
- Nalborczyk E. 1991. Produkcyjność łanów uprawy polowej. *Fragm. Agronom. Zesz. Specjalny*, 2: 5 — 13.
- Pecio A. 1995. Studia nad modelem rośliny i łanu jęczmienia jarego. *IUNG Puławy, R* (325): 1 — 84.
- Podolska G. 1999. Budowa i wydajność łanu pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych i modelu rośliny. *Pam. Puł.* 116:1 — 131.

- Podolska G., Wielgo B. 1997. Produkcyjność pszenżyta ozimego w zależności od modelu morfologicznego rośliny. Zesz. Nauk. AR Szczec. 175: 341 — 347.
- Podolska G., Wielgo B. 2001. Produkcyjność wybranych zbóż ozimych w zależności od modelu morfologicznego rośliny. Pam. Puł. 128: 211 — 217.
- Simmons S. R., Rasmusson D. C., Wiersma J. V. 1982. Tillering in barley: genotype, row spacing and seeding rate effects. Crop Sci. 22: 801 — 805.

KAZIMIERZ NOWOROLNIK**DANUTA LESZCZYŃSKA**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Reakcja nagoziarnistego jęczmienia jarego na gęstość siewu w porównaniu z jęczmieniem oplewionym

The response of naked spring barley to sowing rate in comparison to husked barley

W doświadczeniu mikropoletkowym (1998–1999) i w doświadczeniu polowym (2000–2002) porównano plon ziarna i główne elementy jego struktury w zależności od gęstości siewu (250–450 ziaren na m²) jęczmienia jarego. Uwzględniono nagoziarnistą odmianę Rastik i kilka odmian oplewionych. Obserwowano tendencję do słabszej reakcji jęczmienia nagoziarnistego na gęstość siewu w stosunku do jęczmienia oplewionego. Na dobrych glebach wystarczająca dla odmiany Rastik jest obsada 300 roślin/m². Jęczmień nagoziarnisty plonuje niżej od oplewionego, ale posiada wyższą zawartość białka w ziarnie.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, gęstość siewu, odmiany, plon ziarna

Grain yield of spring barley and yield components, depending on sowing rate were examined in a microplot experiment (1998–1999) and in a field experiment (2000–2002). The Rastik naked cultivar and several husked cultivars were investigated. Tendency of the naked barley to weaker response to sowing rate, in comparison with the husked cultivars, was observed. By growing of naked barley under superior soil condition density of 300 plants per m² is optimal. The naked cultivar showed lower grain yield, but higher protein content in grain than the husked cultivars.

Key words: spring barley, sowing rate, cultivars, grain yield

WSTĘP

Gęstość siewu jest ważnym czynnikiem wpływającym na plon ziarna jęczmienia jarego i współdziałającym z właściwościami odmian oraz z czynnikami siedliskowo-agrotechnicznymi (Husajnov, 1986; Kulik, 1988; Lisunov, 1988; Noworolnik, 1998, 2003). Niejednakowa reakcja odmian jęczmienia na gęstość siewu wiąże się z różnicami pod względem ich wymagań świetlnych, zdolności do krzewienia się roślin i odporności na wyleganie (Noworolnik, 2003).

Wyhodowana niedawno w Radzikowie pierwsza nagoziarnista odmiana jęczmienia jarego Rastik posiada większą zawartość białka, a mniejszą zawartość włókna w ziarnie i dzięki temu cechuje się znacznie wyższą jakością na cele spożywcze (kasza, płatki), a także na cele pastewne. Inny jej genotyp może powodować odmienne wymagania odnośnie niektórych czynników agrotechnicznych w porównaniu z odmianami oplewionymi. W literaturze brakuje informacji na temat wpływu gęstości siewu na plonowanie odmiany Rastik.

Celem pracy jest zbadanie wpływu gęstości siewu na wielkość i strukturę plonu nagoziarnistej odmiany na tle oplewionych odmian jęczmienia jarego. Hipoteza robocza zakładała silniejszą dodatnią reakcję jęczmienia nieoplewionego na dużą gęstość siewu, ze względu na słabsze krzewienie się jego roślin stwierdzone w doświadczeniu wazonowym (Noworolnik, Leszczyńska, 2002).

MATERIAŁ I METODY

W latach 1998–1999 (w Puławach) na glebie kompleksu pszennego dobrego przeprowadzono doświadczenie mikropoletkowe metodą podbloków losowanych w 4 powtórzeniach. Czynnikami doświadczenia były wprowadzone w tym czasie do doboru odmiany jęczmienia jarego: Rastik, Madonna, Gwarek, Stratus i Poldek oraz gęstości siewu: 250, 350 i 450 roślin/m². Dla uzyskania wyżej wymienionej obsady roślin stosowano większą ilość wysiewu ziarna i ręczną przerywkę po wschodach. Przedplonem były ziemniaki. Nawożenie mineralne stosowano w ilości: N — 60, P₂O₅ — 50 i K₂O — 70 kg/ha. Stosowano mechaniczne zabezpieczenie roślin przed wyleganiem, ręczne usuwanie chwastów i chemiczne zwalczanie chorób i szkodników.

Doświadczenia polowe (powierzchnia poletka — 30 m²) przeprowadzono w latach 2000–2002 w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach, na glebie kompleksu pszennego dobrego. Uwzględniono dwie odmiany: Rastik i Rabel oraz cztery gęstości siewu: 250, 300, 350 i 400 ziaren/m². Warunki edaficzne i nawożenie były takie same jak w doświadczeniu mikropoletkowym.

W obu doświadczeniach określono plon ziarna, główne elementy jego struktury i zawartość białka w ziarnie (metodą Kjeldahla). Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji i testu Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Istotny wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian jęczmienia wystąpił w obu doświadczeniach, przy braku interakcji badanych czynników z latami. W doświadczeniu mikropoletkowym (tab. 1) stwierdzono dodatni wpływ wzrastającego zagęszczenia roślin na plon ziarna jęczmienia jarego; wszystkie odmiany plonowały najwyżej przy gęstości 450 roślin/m². Tendencje do nieco mniejszego wzrostu plonu w miarę zagęszczania wysiewu wykazały odmiany: Rastik i Gwarek.

Zwyżka plonu ziarna jęczmienia była efektem znacznego zwiększenia liczby kłosów w łanie wszystkich odmian (w szczególności Stratus) w miarę wzrostu ilości wysiewu.

Duża gęstość siewu wywierała ujemny wpływ na masę 1000 ziaren badanych odmian, w największym stopniu w przypadku odmiany Poldek, natomiast nie wpływała istotnie na liczbę ziaren w kłosie (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ gęstości siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia jarego (1998–1999, doświadczenie mikropoletkowe)
The effect of sowing rate on grain yield and yield components of spring barley cultivars (1998–1999, microplot experiment)

Wyszczególnienie Specification	Liczba roślin na m ² Plant number per m ²	Odmiany Cultivars					Średnio Mean
		Rastik	Madonna	Gwarek	Stratus	Poldek	
	250	651	708	798	816	687	732
Plon ziarna	350	744	813	893	957	795	840
Grain yield	450	804	894	962	1020	861	908
g/m ²	średnio mean	733	805	884	931	781	—
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — 62, odmian — 71, interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — 62, cultivars — 71, interaction — n.s.							
	250	696	840	828	783	789	787
Liczba kłosów na	350	813	971	984	990	954	942
m ²	450	918	1083	1098	1143	1068	1062
Ear number per m ²	średnio mean	809	964	970	972	937	—
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — 67, odmian — 78, interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — 67, cultivars — 78, interaction — n.s.							
	250	20,1	18,2	20,5	20,2	17,8	19,4
Liczba ziaren w	350	20,3	18,4	19,3	19,3	17,6	19,0
kłosie	450	19,7	18,3	18,9	17,8	17,4	18,4
Grain number per	średnio mean	20,0	18,3	19,6	19,1	17,6	—
ear							
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — r.n, odmian — 1,2, interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — n.s, cultivars — 1,2, interaction — n.s.							
	250	46,2	46,3	46,9	51,6	48,9	48,0
Masa 1000 ziaren	350	45,1	45,3	47,0	50,4	47,3	47,1
Weight of 1000	450	44,3	45,0	46,2	49,8	45,8	46,2
grains	średnio mean	45,2	45,5	46,7	50,6	47,3	—
(g)							
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — 1,6, odmian — 2,7, interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — 1.6, cultivars — 2.7, interaction — n.s.							

Nagoziarnista odmiana Rastik plonowała istotnie niżej od odmian: Stratus, Gwarek i Madonna wskutek mniejszej liczby kłosów na jednostce powierzchni. Liczba ziaren w kłosie odmiany Rastik była istotnie wyższa od odmian: Poldek i Madonna, a podobna jak u odmiany Gwarek. Wysoką masą 1000 ziaren wyróżniała się odmiana Stratus, a najniższą dorodnością ziarna charakteryzowały się odmiany: Rastik i Madonna (tab. 1). Nie stwierdzono współdziałania odmian z gęstością siewu dla plonu ziarna i elementów jego struktury.

W miarę wzrostu ilości wysiewu obserwowano zwiększanie wypadania roślin, zwłaszcza u odmiany Rastik, a także zmniejszenie stopnia rozkrzewienia produkcyjnego

roślin wszystkich odmian (tab. 2). Odmiana nagoziarnista odznaczała się większym wypadaniem roślin i słabszym rozkrzewieniem produkcyjnym niż odmiany oplewione.

Tabela 2

Wpływ gęstości siewu na wypadanie i rozkrzewienie produkcyjne roślin odmian jęczmienia jarego (1998–1999)

The effect of sowing rate on plant losses and productive tillering of spring barley cultivars (1998–1999)

Wyszczególnienie Specification	Liczba roślin na m ² Plant number per m ²	Odmiany Cultivars					Średnio Mean
		Rastik	Madonna	Gwarek	Stratus	Poldek	
Wypadanie roślin Plant losses (%)	250	13	10	9	11	12	11
	350	18	12	12	14	16	14
	450	27	17	18	19	22	21
	średnio mean	19	13	13	15	16	—
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	250	3,13	3,84	3,68	3,63	3,65	3,57
	350	2,63	3,06	3,04	3,24	3,15	3,01
	450	2,38	2,50	2,60	2,73	2,62	2,54
	średnio mean	2,71	3,13	3,11	3,20	3,14	—

Bezluskowa odmiana Rastik wykazała znacznie wyższą zawartość białka w ziarnie od wszystkich odmian oplewionych, a także wyższy plon białka w porównaniu z Madonną i Poldkiem (tab. 3). Najwyższym plonem białka wyróżniała się odmiana Stratus. Gęstość siewu nie wpłynęła na zawartość białka w ziarnie odmian jęczmienia, a jej wpływ na plon białka był podobny jak na plon ziarna.

Tabela 3

Wpływ gęstości siewu na zawartość i plon białka w ziarnie odmian jęczmienia jarego (1998–1999)
The effect of sowing rate on protein content and protein yield in grain of spring barley cultivars (1998–1999)

Wyszczególnienie Specification	Liczba roślin na m ² Plant number per m ²	Odmiany Cultivars					Średnio Mean
		Rastik	Madonna	Gwarek	Stratus	Poldek	
Zawartość białka (% s.m.) Protein content (% d.m.)	250	12,7	10,8	10,7	10,6	11,2	11,1
	350	12,5	10,5	10,6	10,4	10,9	11,0
	450	12,4	10,5	10,5	10,3	10,9	10,9
	średnio mean	12,5	10,6	10,6	10,4	11,0	11,0
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — r.n., odmian — 0,7 interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — n.s., cultivars — 0.7 interaction — n.s.							
Plon białka Protein yield (g/m ²)	250	82,7	76,5	85,4	86,5	76,9	81,6
	350	93,0	85,4	94,7	99,5	86,6	92,4
	450	99,7	93,9	101,0	105,1	93,8	98,9
	średnio mean	91,6	85,3	93,7	96,8	85,9	91,0

W doświadczeniu polowym (tab. 4) uzyskano istotny wzrost plonu ziarna badanych odmian jęczmienia jarego przy wysiewie 300 ziaren/m², a następnie obserwowano

tendencje do wzrostu plonu przy wysiewie 350 ziaren/m², wyraźniejszą u odmiany Rabel. Przy gęstości siewu 400 ziaren/m² plony obu odmian były podobne jak przy gęstości 350 ziaren/m². Wzrost plonu ziarna badanych odmian był spowodowany zwiększeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni, istotnym w miarę zagęszczania wysiewu do 350 ziaren/m². Obserwowano tendencję do obniżania liczby ziaren w kłosie i masy 1000 ziaren obu odmian pod wpływem wzrastającej gęstości siewu. Istotne zmniejszenie masy 1000 ziaren wystąpiło przy wysiewie 400 ziaren/m² w stosunku do 250 ziaren/m².

Tabela 4

Wpływ gęstości siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia jarego (2000–2002)
The effect of sowing rate on grain yield and yield components of spring barley cultivars (2000–2002)

Wyszczególnienie Specification	Odmiana Cultivars	Liczba ziaren na m ² Seed number per m ²				Średnio Mean
		250	300	350	400	
Plon ziarna Grain yield (t/ha)	Rastik	3,73	4,04	4,15	4,16	4,02
	Rabel	4,59	4,91	5,20	5,17	4,96
	średnio mean	4,16	4,48	4,68	4,67	—
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — 0,22, odmian — 0,29, interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — 0.22, cultivars — 0.29, interaction — n.s.						
Liczba kłosów na m ² Ear number per m ²	Rastik	438	487	505	520	487
	Rabel	516	571	619	638	586
	średnio mean	477	529	562	579	—
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — 28, odmian — 33, interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — 28, cultivars — 33, interaction — n.s.						
Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	Rastik	19,6	19,3	19,1	19,0	19,3
	Rabel	19,0	18,4	18,2	17,7	18,3
	średnio mean	19,3	18,9	18,6	18,3	—
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — r.n., odmian — r.n., interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — n.s., cultivars — n.s., interaction — n.s.						
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)	Rastik	43,8	43,3	42,5	41,6	42,8
	Rabel	45,1	44,5	44,0	43,3	44,2
	średnio mean	44,5	43,9	43,2	42,4	—
NIR _{0,05} dla: gęstości siewu — 2,0, odmian — r.n., interakcji — r.n. LSD _{0,05} for: sowing rate — 2.0, cultivars — n.s., interaction — n.s.						

Oplewiona odmiana jęczmienia plonowała istotnie wyżej od odmiany nagoziarnistej, dzięki znacznie większej liczbie kłosów o (20%) na jednostce powierzchni. Odmiana Rastik wykazała tendencję do większej liczby ziaren w kłosie, ale mniejszej masy 1000 ziarn w stosunku do odmiany Rabel (tab. 3). Nie stwierdzono interakcji odmian z gęstością siewu dla plonu ziarna i elementów jego struktury.

Zawartość białka w ziarnie jęczmienia zależała od odmiany (Rastik — 13,4% s.m., Rabel — 11,6% s.m.), natomiast gęstość siewu nie wpływała na tę cechę. Odmiana Rabel charakteryzowała się wyższym plonem białka (577 kg/ha) w stosunku do odmiany Rastik (539 kg/ha).

Omówione wyniki nie potwierdziły hipotetycznie zakładanego silniejszego wzrostu plonu odmiany Rastik przy dużej gęstości siewu (z uwagi na słabą zdolność roślin do

krzewienia) w porównaniu z odmianami oplewionymi. Powodem tego było zwiększone wypadanie roślin odmiany Rastik, szczególnie w warunkach gęstego siewu. Można to tłumaczyć przypuszczalnie większymi wymaganiami świetlnymi tej odmiany i gorszą jej tolerancją na zacieranie roślin.

Niższe plonowanie odmiany Rastik (w stosunku do odmian oplewionych) stwierdzono w serii doświadczeń polowych przeprowadzonych w Wojewódzkich Ośrodkach Doradztwa Rolniczego, w których badano reakcję odmian na poziom nawożenia azotem w różnych warunkach glebowych (Noworolnik i in., 2004). Przewaga plonu ziarna jęczmienia oplewionego nad nagoziarnistym była większa w dobrych warunkach glebowych (kompleksy pszenne) niż w gorszych (kompleksy żytnie), co świadczy o większej tolerancji odmiany Rastik odnośnie słabszych warunków edaficznych. Plon białka odmiany Rastik na glebach kompleksu żytniego dobrego był zbliżony do odmian oplewionych.

We wcześniejszych doświadczeniach mikropoletkowych przeprowadzonych z oplewionymi odmianami jęczmienia (Noworolnik, 2003; Noworolnik, Leszczyńska, 2000) stwierdzono niejednakową reakcję tych odmian na wzrastającą gęstość siewu. Najsilniejszą dodatnią reakcją na dużą gęstość siewu wykazały odmiany: Bies, Justina, Atol, Rasbet i Rataj, najslabszą zaś Bryl, Refren i Rabel. Inne odmiany (stanowiące większość) charakteryzowały się umiarkowaną reakcją na gęstość siewu.

W licznych doświadczeniach polowych (Husajnov, 1986; Kulik, 1988; Noworolnik, 1998, 2003) stwierdzono, że reakcja jęczmienia jarego na gęstość siewu zależała od warunków glebowych, terminu siewu, poziomu nawożenia azotem i stopnia zachwaszczenia. Gęściejszy wysiew jęczmienia okazał się czynnikiem łagodzącym skutki niekorzystnego układu czynników siedliskowo-agrotechnicznych (słabsza żyzność gleby, kwaśny odczyn gleby, opóźniony siew, niskie dawki azotu, znaczne zachwaszczenie pola).

WNIOSKI

1. Reakcja jęczmienia nagoziarnistego na gęstość siewu wyrażona wzrostem plonu nie odbiegała znacznie od reakcji jęczmienia oplewionego. W doświadczeniach mikropoletkowych obserwowano tendencję do słabszej reakcji odmiany nagoziarnistej (Rastik) na wzrastającą gęstość siewu do 450 ziaren/m².
2. W warunkach polowych, na dobrych glebach (kompleks pszenno-dobry) wystarczającą dla odmiany Rastik okazała się obsada 300 roślin/m².
3. Zmiany plonu ziarna odmian jęczmienia pod wpływem gęstości siewu były związane ze zróżnicowaniem liczby kłosów na jednostce powierzchni. Cechy produkcyjności kłosa w małym stopniu zależały od gęstości siewu.
4. Odmiana Rastik charakteryzowała się niższym plonem ziarna, wyższą zawartością białka w ziarnie oraz podobnym plonem białka w porównaniu z odmianami oplewionymi.

LITERATURA

- Husajnov H. 1986. Uroжайnost i kačestvo zerna jarovogo jačmenja v zavisimosti ot norm vyseva i uslovij mineralnogo pitanja. Agrot. i Fizjol. Faktory Povysz. Produk. Zernovych, Moskwa: 65 — 68.
- Kulik D. 1988. Vplyv predplodin, hnojenia i mnozstva vysevku na vynos jarneho jacmena. Rost. Vyroba, 34 (5): 483 — 490.
- Lisunov V. 1988. Vlijaniye udobrenij i norm vyseva na uroжайnost i kačestvo zerna različnych sortov jačmenja. Naučn. osnovy intens. sistem zemledelija, Sarańsk: 53 — 62.
- Noworolnik K. 1998. Wpływ właściwości odmian i czynników siedliskowych na reakcję jęczmienia jarego na gęstość siewu i nawożenie azotem. Biul. IHAR 207: 63 — 68.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja nowych odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. Biul. IHAR, 214: 159 — 192.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2002. Porównanie reakcji odmian jęczmienia jarego na poziom nawożenia azotem. Biul. IHAR, 221: 67 — 72.
- Noworolnik K. 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. IUNG, Monogr. i Rozpr. Nauk. 8.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., Dworakowski T. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna i białka jęczmienia jarego nagoziarnistego i oplewionego. Pam. Puł. 135: 203 — 211.

HENRYK J. CZEMBOR

JERZY H. CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) w Polsce w roku 2000

Pathogenicity of barley powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) in Poland in 2000

Badano chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) w Polsce w roku 2000. W badaniach wykorzystano porażone mączniakiem próbki liści odmiany podatnej Manchuria zebrane w 12 miejscowościach. Z próbek liści z każdej miejscowości izolowano 20 kultur jednozarodnikowych. Wirulencję poszczególnych izolatów jednozarodnikowych określano na podstawie reakcji odpornościowej na zestawie 32 odmian różnicujących. Najwyższą frekwencję występowania wykazały wirulencje *Vg* + *CP* (99,0%), *Va7* + *Ab* (99,5%), *Vh* (99,5%), *V(La)* (100%), *V(Ru2)* (100%), *V(Bo)* (98%), *Vra* (100%), *V(Kr)* + ? (90%). Wirulencjami, które występowały z niskimi frekwencjami (do 50%) były: *Va1* + ? (37%), *V(St1)* + *St2* (29%), *Vat* (47%), *Va9* + *k* (41,5%), *Va3* (40,5%), *Va22* (47%), *Va7* + *k* + ? (42,5%) i *Vp* (0,5%). Nie stwierdzono występowania genów wirulencji *Va23* i *Vo5*. Odnotowano duże oddziaływanie populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* z krajów sąsiednich na częstotliwość występowania takich wirulencji jak: *V(Bo)* i *V(La)*. Wirulencje *Mla1*, *Mla3*, *V(St1)* + *St2*, *Va1* i *Va3* + *Tu2* występowały w populacji mączniaka w Polsce, pomimo że w roku 2000 nie uprawiano w Polsce odmian z korespondującymi genami odporności.

Słowa kluczowe: analiza wirulencji, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, jęczmień, patogeniczność

Pathogenicity of barley powdery mildew (*B. graminis* f. sp. *hordei*) was investigated in Poland in 2000. In this investigation leaf samples of susceptible cultivar Manchuria, infected by powdery mildew collected in 12 locations, were used. From leaf samples collected in each location 20 single — spore isolates were obtained. Virulence of specific single — spore isolates was determined based on their resistance reaction on 32 differential cultivars. Virulences *Vg* + *CP* (99.0%), *Va7* + *Ab* (99.5%), *Vh* (99.5%), *V(La)* (100%), *V(Ru2)* (100%), *V(Bo)* (98%), *Vra* (100%), *V(Kr)* + ? (90%) were present in Poland in 2000 with frequency more than 90%. Virulences which were present with low frequency (below 50%) were: *Va1* + ? (37%), *V(St1)* + *St2* (29%), *Vat* (47%), *Va9* + *k* (41.5%), *Va3* (40.5%), *Va22* (47%), *Va7* + *k* + ? (42.5%) and *Vp* (0.5%). Virulences *Va23* and *Vo5* were not present. In 2000 the strong influence of population of *B. graminis* f. sp. *hordei* from neighbouring countries was observed on *V(Bo)* and *V(La)* frequencies. Virulences *Va3*, *V(St1)* + *St2*, *Va1* and *Va3* + *Tu2* were present in population of barley powdery mildew in Poland in spite of their corresponding resistances have not been used in cultivars grown in Poland in 2000.

Key words: barley, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, pathogenicity, virulence analysis

WSTĘP

W Europie Środkowej, włączając Polskę, mączniak prawdziwy, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, jest jedną z najgroźniejszych chorób jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.). Choroba ta powoduje straty plonu ziarna jęczmienia średnio rocznie ok. 10% (Zwatz, 1987; Schally i in., 1995). Występowanie tej choroby prowadzi do zmniejszenia masy tysiąca ziaren i zwiększenie w nich zawartości białka, co istotnie pogarsza jakość ziarna przeznaczonego na cele browarne (Balkema-Boomstra i Masterbroek, 1995).

Występowanie mączniaka na plantacjach jęczmienia można ograniczyć poprzez tzw. metodę ochrony integrowanej, stanowiącą kombinację ochrony chemicznej (zastosowanie fungicydów) oraz ochronę genetyczną (uprawa odmian odpornych) (Czembor, 1983; Gacek i Czembor, 1983, 1984; Czembor i Gacek, 1987, 1995; Gacek, 1998; Nieróbca i in., 2003). Metoda ochrony genetycznej (hodowla odpornościowa) polega na właściwym doborze źródeł odporności na mączniaka w zależności od struktury genetycznej populacji mączniaka jęczmienia w Polsce. Badania struktury i dynamiki zmian frekwencji genów patogeniczności były prowadzone w Polsce od końca lat 50. ubiegłego wieku (Ralski i Mikołajewicz, 1958, 1969, Czembor, 1976, 1981, Czembor i Kudła, 1984, Gacek, 1983, 1987, 1990, Gacek i Czembor, 1993). Przez pierwsze kilkadziesiąt lat chrobotwórczość *B. graminis* f. sp. *hordei* badano w Polsce w sposób jakościowy poprzez identyfikację ras fizjologicznych (Mains i Dietz, 1930; Honecker, 1934). W latach 90. ubiegłego wieku wprowadzono do badań chrobotwórczości *B. graminis* f. sp. *hordei* tzw. ilościową metodę analiz wirulencji zaproponowaną przez Wolfa i Schwarzbacha (1975). W metodzie tej frekwencje poszczególnych wirulencji są określane na podstawie kolonii mączniaka (typ infekcji 3–4) na pierwszym liściu siewek odmian z różnymi genami odporności w stosunku do podatnej odmiany kontrolnej (Gacek i Czembor, 1988, 1995; Gacek, 1990).

Celem przedstawionej pracy było określenie frekwencji wirulencji w populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* na terenie Polski w roku 2000.

MATERIAŁ I METODY

Do określenia frekwencji wirulencji *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce w roku 2000 wykorzystano próbki liści odmiany podatnej Manchurian wysianej w 12 miejscowościach na poletkach 10 m² w izolacji przestrzennej ok. 500 m od innych plantacji jęczmienia (rys. 1). Z próbek liści, z każdej miejscowości izolowano 20 kultur jednozarodnikowych. Wirulencję poszczególnych izolatów jednozarodnikowych określano na podstawie reakcji odpornościowej na zestawie 32 odmian różnicujących (tab. 1). Typ infekcji 4 (Mains i Dietz, 1930) stanowi granicę między wirulencją i awirulencją niezależnie od nasilenia infekcji i intensywności zarodnikowania. Frekwencje poszczególnych wirulencji były określane na podstawie kolonii mączniaka (typ infekcji 3–4) na pierwszym liściu siewek zestawu różnicującego w stosunku do podatnej odmiany kontrolnej Manchurian.



Rys. 1. Polska — miejscowości zbioru próbek mączniaka prawdziwego *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
 Fig. 1. Poland — locations of barley powdery mildew sampling

Tabela 1

Charakterystyka odporności odmian testowych na mączniaka
 Characteristics of resistance of tests cultivars for powdery mildew

Lp. No.	Odmiana Cultivar	Odporność Resistance	Kod Code	Geny odporności Resistance gene(s)	Wirulencja Virulence	Pochodzenie Origin
1	P1	Algerian	Al	<i>Mla1</i>	Va1	Algerian
2	P2	Ricardo	Ri	<i>Mla3</i>	Va3	Ricardo
3	P3	Spontaneum	Sp	<i>Mla6, Mla14</i>	Va6	Franger
4	P4A	Lyallpur, Kwan	Ly, Kw	<i>Mla7, Mlk, +?</i>	Va7 + k	Heine 4808
5	P4B	Lyallpur,	Ly, ...	<i>Mla7, +?</i>	Va7, +?	Heine 4808
6	P6	Lyallpur, Long Glumes	Ly, LG	<i>Mla7, MlLG2</i>	Va7	Multan
7	P7	Monte Cristo, Kwan	MC, Kw	<i>Mla9, Mlk</i>	Va9 + k	Monte Cristo
8	P8A	Monte Cristo, Kwan	MC, Kw	<i>Mla9, Mlk</i>	Va9 + k	Triple Awn Lemma
9	P8B	Monte Cristo	MC	<i>Mla9</i>	Va9	Triple Awn Lemma
10	P9	Durani	Du	<i>Mla10, MlDu2</i>	Va10 + DU2	Durani
11	P10	Arabische	Ar	<i>Mla12</i>	Va12	Arabische
12	P11	Rupée	Ru	<i>Mla13, MlRu3</i>	Va13	Rupée
13	P12			<i>Mla22</i>	Va22	Hor 1657
14	P13			<i>Mla23</i>	Va23	Hor 1657
15	P14	Ragusa	Ra	<i>Mlra</i>	Vra	Weihenstephan 41/154
16	P15	Rupée		<i>Ml(Ru2)</i>	V(Ru2)	Rupée
17	P17	Kwan	Kw	<i>Mlk</i>	Vk	Monte Cristo
18	P18			<i>MlInn</i>	Vnn	Nigrinudum
19	P19			<i>Mlp</i>	Vp	Psaknon
20	P20			<i>Mlat</i>	Vat	Coast, Atlas
21	P21	Weihenstephan	We	<i>Mlg, Ml(CP)</i>	Vg	Weihenstephan MR II
22	P22	Mlo	Mlo	<i>mlo5</i>	Vo	Mut. in Carlsberg II
23	P23	Laevigatum	La	<i>Ml(La)</i>	V(La)	H. Laevigatum
24	P24	Hauters	Ha	<i>Mlh</i>	Vh	Hanna
25	Benedicte	Monte Cristo, Ingrid M9	MC, IM9	<i>Mla9, Ml(IM9)</i>	Va9 + IM9	Monte Cristo, Ingrid M9
26	Lenka	Rupée, Abyssinian	Ru, Ab	<i>Mla13, Ml(Ab)</i>	Va13 + Ab	
27	Gunnar	Ricardo, Turkish	Ri, Tu2	<i>Mla3, Ml(Tu2)</i>	Va3 + Tu2	
28	Steffi		St	<i>Ml(St1), Ml(St2)</i>	V(St1) + St2	Steffi
29	Kredit		Kr	<i>Ml(Kr)</i>	V(Kr)	Kredit
30	Jarek		Kr, ...	<i>Ml(Kr), +?</i>	V(Kr) +?	
31	Triumph	Lyallpur, Abyssinian	Ly, Ab	<i>Mla7, Ml(Ab)</i>	Va7 + Ab	
32	Borwina			<i>Ml(Bw)</i>	V(Bw)	Borwina
33	Manchuria	—				

Doświadczenia infekcyjne prowadzono w warunkach szklarniowych, w temperaturze 16°C–20°C i przy użyciu sztucznego doświetlania w cyklu dobowym — 16 h — dzień i 8 h — noc. Zastosowano komory foliowe zapewniające izolację i odpowiednie warunki wilgotnościowe dla rozwoju patogena. Zakażenia dokonywano przez strząsanie zarodników konidialnych z siewek odmiany podatnej. Ocenę objawów porażenia dokonywano 8–10 dni od chwili zakażenia.

WYNIKI

W roku 2000 w Polsce z ponad 90% frekwencją występowały wirulencje *Vg* + *CP* (99,0%), *Va7* + *Ab* (99,5%), *Vh* (99,5%), *V(La)* (100%), *V(Ru2)* (100%), *V(Bo)* (98%), *Vra* (100%), *V(Kr)* + ? (90%) (tab. 2). Wirulencje, które występowały z częstością w przedziale 70%–90% było: *Va6* + *a14* (70%), *Va12* (83%), *Va7* + ? (87,5%), *Va13* + *Ru3* (76%), *Va9* + *IM9* (84%), *Va13* + *Ab* (79,5%), *V(Kr)* (79,5%). W przedziale 50%–70% notowano wirulencje *Va9* (55,5%), *Va7* + *LG2* (67,5%), *Vnn* (55,5%), *Va10* + *Du2* (68%), *Vk* (61,5%). Wirulencjami, które występowały z najniższymi frekwencjami (do 50%) były: *Va1* + ? (37%), *V(St1)* + *St2* (29%), *Vat* (47%), *Va9* + *k* (41,5%), *Va3* (40,5%), *Va22* (47%), *Va7* + *k* + ? (42,5%) i *Vp* (0,5%). Nie stwierdzono występowania genów wirulencji *Va23* i *Vo5*. Wirulencje *Va8*, *Vra*, *V(Bw)*, *V(La)*, *Vh*, *V(Ru2)*, *Vg* + *CP*, *Va7* + *Ab* wykazywały najniższe zróżnicowanie w obecności (współczynnik zmienności *Cv* do 20%). Wirulencje *Va7* + *LG2*, *Va7* + *k* + ?, *Va3*, *Va9*, *Vnn*, *Vat*, *Va1* + ?, *V(St1)* + *St2* i *Va3* + *Tu2*, charakteryzowały się najwyższym zróżnicowaniem w frekwencji wirulencji (współczynnik zmienności *Cv* powyżej 50%).

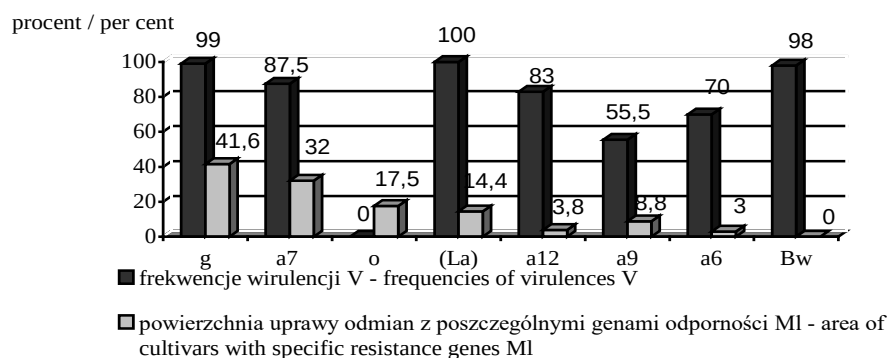
Tabela 2

Frekwencje wirulencji w poszczególnych miejscowościach
Virulence frequencies in the specified locations

Miejscowość Locations	Liczba badanych izolatów Number of tested isolates	Geny patogeniczności — a Pathogenicity genes — a																
		<i>Va8</i>	<i>Va1</i> , ?	<i>Va3</i>	<i>Va6</i> , <i>Va14</i>	<i>Va7</i> , <i>Vk</i> , ?	<i>Va7</i> , ?	<i>Va7</i> , <i>V(LG2)</i>	<i>Va9</i> , <i>Vk</i>	<i>Va9</i> , <i>Vk</i>	<i>Va9</i>	<i>Va10</i> , <i>V(Du2)</i>	<i>Va12</i>	<i>Va13</i> , <i>V(Ru3)</i>	<i>Va22</i>	<i>Va23</i>	<i>Vra</i>	<i>V(Ru2)</i>
Bąków	20	100	65	65	65	50	100	95	60	60	75	70	95	100	45	0	100	100
Grodkowo	20	100	50	65	65	60	100	85	60	65	85	75	85	95	55	0	100	100
Bonin	20	100	40	60	90	70	95	95	35	30	45	70	90	65	45	0	100	100
Jadwisin	20	100	0	0	5	0	0	5	0	0	0	90	10	5	0	0	100	100
Końce	20	100	20	45	70	5	95	95	55	55	55	70	85	95	60	0	100	100
Strzelce	20	100	65	45	60	75	85	75	30	30	35	75	85	55	70	0	100	100
Radzików	20	100	5	10	100	60	100	25	50	50	70	70	85	90	35	0	100	100
Borowo	20	100	20	65	85	0	100	25	20	20	25	30	95	90	75	0	100	100
Oleśnica	20	100	100	40	85	45	100	90	50	50	100	50	100	100	60	0	100	100
Mała	20	100	5	10	75	60	100	85	55	55	65	80	100	65	25	0	100	100
Zamarte	20	100	5	10	75	60	100	85	55	55	65	80	100	65	25	0	100	100
Srednia Mean		100	37	40,5	70	42,5	87,5	67,5	41,5	41,5	55,5	68	83	76	47	0	100	100
<i>Cv</i> (%)		0	88,8	62,3	37,4	69,3	35,6	51,7	47,9	49,9	54,0	24,6	31,8	39,2	47,9	0,0	0,0	0,0

Miejscowość Locations	Liczba badanych izolatów Number of tested isolates	Geny patogeniczności — a Pathogenicity genes — a															
		Vk	Vnn	Vp	Vat	Vg, V(CP)	Vo5	V(La)	Vh	Va9, V(IM9)	Va13, V(Ab)	Va3, V(Tu2)	V(St1), V(St2)	V(Kr)	V(Kr), ?	Va7, V(Ab)	V(Bo)
Baków	20	85	50	0	65	100	0	100	95	100	100	10	10	100	100	100	100
Grodkowo	20	55	50	0	55	100	0	100	100	100	95	15	50	100	100	100	100
Bonin	20	70	85	0	35	95	0	100	100	90	75	10	30	85	100	100	100
Jadwisin	20	5	95	0	0	100	0	100	100	5	5	0	5	5	100	95	100
Końce	20	65	65	0	30	100	0	100	100	85	95	5	10	95	95	100	100
Strzelce	20	70	0	0	60	95	0	100	100	80	80	5	65	55	20	100	100
Radzików	20	65	30	5	45	100	0	100	100	85	90	10	55	100	100	100	80
Borowo	20	70	90	0	55	100	0	100	100	95	90	5	20	85	90	100	100
Oleśnica	20	50	45	0	90	100	0	100	100	100	100	0	5	100	100	100	100
Mała	20	50	45	0	90	100	0	100	100	100	100	0	5	100	100	100	100
Zamarte	20	80	45	0	35	100	0	100	100	100	65	0	40	70	95	100	100
Średnia Mean		61,5	55,5	0,5	47	99	0	100	99,5	84	79,5	6	29	79,5	90	99,5	98
Cv (%)		36,4	52,8	-	51,4	2,1	0,0	0,0	1,6	34,2	35,9	86,1	77,0	38,0	27,6	1,6	6,5

Korespondującymi wirulencjami w stosunku do genów odporności w uprawianych odmianach jęczmienia w roku 2000 były Vg, Va7, Vo, V(La), Va12, Va9, Va6 i V(Bo) (rys. 2). Wszystkie te wirulencje, z wyjątkiem Vo, występowały z dużą częstotliwością, zwłaszcza wirulencje Vg, V(Bo) i V(La).



Rys. 2. Procent powierzchni upraw odmian jęczmienia z poszczególnymi genami odporności M1 oraz frekwencja korespondujących wirulencji V *B. graminis* f. sp. *hordei* w 2000 roku

Fig. 2. Area percentages for barley cultivars with specific resistance genes M1 and frequencies of the corresponding virulences V of *B. graminis* f. sp. *hordei* in 2000

DYSKUSJA

W celu właściwego doboru źródeł odporności w hodowli nowych odmian jęczmienia ważna jest wiedza o strukturze frekwencji genów wirulencji (Jørgensen, 1992, 1994; Czembor i Czembor, 1998, 1999). W roku 2000 korespondującymi wirulencjami w stosunku do genów odporności w uprawianych odmianach jęczmienia były: *Vg*, *Va7*, *Vo*, *V(La)*, *Va12*, *Va9*, *Va6* i *V(Bo)*. Odmiany z odpornością Weihenstephan — *We* (geny odporności *Mlg* + *CP*) były uprawiane podobnie jak w latach poprzednich na dużym obszarze kraju (41,6%), mimo że efektywność tej odporności jest bardzo niska ze względu na wysoki poziom frekwencji korespondującej wirulencji *Vg*. Odporność *We* wykorzystywana jest w hodowli nowych odmian już od lat 40-tych, a wynikiem tego jest występowanie frekwencji *Vg* na stałym i wysokim poziomie już w latach 80. (Gacek, 1990; Fischbeck, 2003).

Wyniki uzyskane w roku 2000 potwierdziły, że wirulencje *Va6* i *Va7*, podobnie jak *Vg*, mają utrwaloną wysoką frekwencję w populacjach *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce (Gacek, 1990). Pomimo niskiej efektywności odporności korespondujących do *Va6* i *Va7*, w roku 2000 w Polsce były wciąż uprawiane odmiany z tymi odpornościami. Odporność *Lyallpur* (geny odporności *Mla7* + ?) występowała u odmian uprawianych na areale ok. 32% a odporność *Spontaneum* (geny *Mla6*, *Mla14*) na powierzchni ok. 3%. Innymi wirulencjami korespondującymi do genów odporności występujących w uprawianych odmianach jęczmienia w roku 2000 były: *V(La)*, *Vo*, *Va12*, *Va9*, *Va6* i *V(Bo)*. Wszystkie te wirulencje, z wyjątkiem *Vo*, występowały z dużą frekwencją, pomimo że powierzchnia uprawy odmian z korespondującymi genami odporności była niewielka. Brak ścisłej zależności między tymi frekwencjami, a powierzchnią uprawy na terenie Polski odmian z korespondującymi genami odporności wynika z oddziaływania populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* z krajów sąsiednich. W Polsce przeważają wiatry wiejące z Zachodu, które w okresie wegetacji przenoszą dużą liczbę zarodników konidialnych *B. graminis* f. sp. *hordei* na plantacje jęczmienia w Polsce. Innymi czynnikami sprzyjającymi dużemu oddziaływaniu populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* z krajów sąsiednich takich jak Niemcy, Czechy i Dania jest duży udział uprawy jęczmienia ozimego w tych krajach oraz wcześniej rozpoczynający się okres wegetacji (Limpert i Fischbeck, 1987; Gacek, 1990; Limpert i in., 1990, 1999).

Uzyskane wyniki potwierdziły wcześniejsze badania prowadzone przez Gacka (1990), że wirulencje *Va7* + *Ab*, *V(Ru2)*, *V(Bw)*, *Vra*, *Vh* i *V(Kr)* + ? występują w Polsce z dużą frekwencją, pomimo braku w uprawie odmian z korespondującymi odpornościami. Występowanie wirulencji *Vra* i *Vh* z częstością bliską 100% w populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce w 2000 roku można wytłumaczyć faktem, że korespondują one z odpornościami Ragusa (*Ra*) i Hauters (*Ha*), które były wykorzystywane w hodowli jęczmienia ozimego już od drugiej połowy lat 40. (Fischbeck, 2003). Dlatego wirulencje *Vra* i *Vh* mają utrwaloną wysoką frekwencję w populacjach *B. graminis* f. sp. *hordei* w Europie i w Polsce (Gacek, 1987, 1990; Limpert i Fischbeck, 1987; Limpert i in., 1990, 1999; Czembor i Czembor, 2001).

Ponieważ nie zaobserwowano korespondujących genów wirulencji w populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* w 2000 roku w stosunku do genów *Mla23*, *Mlo* i *Mlp*, można stwierdzić, że należą one do najbardziej efektywnych genów odporności na terenie Polski. Szczególnie interesujący jest fakt ciągłego braku wirulencji korespondującej do odporności *Mlo*, pomimo że odmian z tą odpornością uprawiano w Polsce w roku 2000 około 17,5%. Odporność *Mlo* jest uważana za odporność trwałą, gdyż odmiany z tą odpornością są uprawiane w Europie od ponad 20 lat, a w Polsce od roku 1989 i nie zaobserwowano występowania w Europie wirulencji *Vo*, a jedynie opisano izolaty patogena z podwyższoną agresywnością w odniesieniu do tej odporności (Czembor i Czembor, 2003).

Stosunkowo niską frekwencję miały wirulencje *V(St1) + St2*, *Va1* i *Va3+ Tu2*. Wirulencje te występowały w populacji mączniaka, pomimo że w roku 2000 nie uprawiano w Polsce odmian z korespondującymi genami odporności. Występowanie tych wirulencji można tłumaczyć szeroką uprawą odmian z tymi genami, a zwłaszcza *Mla1* i *Mla3*, w wielu krajach Europy, głównie w Niemczech (Gacek, 1990; Fischbeck, 2003).

WNIOSKI

1. Metoda ilościowego badania chorobotwórczości populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* umożliwiła określenie frekwencji najważniejszych wirulencji tego patogena w Polsce w roku 2000.
2. W populacji *B. graminis* f. sp. *hordei* w Polsce mogą wystąpić geny patogeniczności, dla których brak korespondujących genów odporności w aktualnie uprawianych odmianach.
3. Nie zaobserwowano korespondujących wirulencji w stosunku do genów odporności *Mlo*, *Mla23* i *Mlp*.

LITERATURA

- Balkema-Boomstra A. G., Masterbroek H. D. 1995. Effect of powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) on photosynthesis and grain yield of partial resistant genotypes of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Breed.* 114: 126 - 130.
- Czembor H. J. 1976. Źródła odporności na mączniak jęczmienia *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. *Hod. Rośl. Aklim.* 5, 20: 467 — 490.
- Czembor H. J. 1981. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*) występujące w latach 1975—1979. *Hod. Roślin Aklim.* 25, 5/6: 215 — 226.
- Czembor H. J. 1983. Hodowla jęczmienia odpornego na choroby — stan badań i program. *Biul. IHAR* 150: 4 — 10.
- Czembor J. H., Czembor E. 2003. Odporność *Mlo* jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Cz. III. Trwałość odporności. (w druku).
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1998. Powdery mildew resistance in cultivars of spring barley from Polish Register. *Plant Breed. Seed Sci.* 42 (2): 87 — 99.
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1999. Powdery mildew resistance in cultivars of winter barley from Polish Register. *Plant Breed. Seed Sci.* 43 (1): 65 — 75.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2001. Resistance to powdery mildew in barley cultivars and breeding lines included in 1998–2000 Polish registration trials. *Plant Breed. Seed Sci.* 45(1): 19 — 28.
- Czembor H. J., Gacek E. 1987. Badania nad sposobami zwiększenia trwałości odporności genetycznej jęczmienia na mączniak i inne choroby. *Biul. IHAR* 163: 25—32

- Czembor H. J., Gacek E. 1995. Systemy zwiększania trwałości odporności odmian na choroby w hodowli i uprawie zbóż. W: 2-gie Krajowe Sympozjum "Odporność Roślin na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska", 12–14 wrzesień: 39 — 48.
- Czembor H. J., Kudła M. M. 1984. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* Marchal) występujące w Polsce w latach 1980–1982. Hod. Rośl. Aklim. 28, 3/4: 219 — 230.
- Fischbeck G. 2003. Diversification through breeding. In: Diversity in Barley (*Hordeum vulgare*), R. von Bothmer, Th. van Hintum, H. Knüpfner i K. Sato (eds.), Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands: 29 — 52.
- Gacek E. 1983. Analiza patogeniczności grzybów porażających jęczmień. Biul. IHAR 150: 11 — 19.
- Gacek E. 1987. Distribution of barley powdery mildew resistance and virulence in Poland in 1984–1986. In: Advances in Agricultural Biotechnology, M. S. Wolfe, E. Limpert (ed.), Martinus Nijhoff Publishers., Dordrecht, The Netherlands: 93 — 98.
- Gacek E. 1990. Studia nad sposobami wykorzystania odporności genetycznej jęczmienia w zwalczaniu mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei* Marchal.) Hod. Rośl. Aklim. 34 (5/6): 3 — 49.
- Gacek E. 1998. Strategie wykorzystania odporności genetycznej w zwalczaniu chorób roślin uprawnych. Postępy w Ochronie Roślin: 38 (1): 44 — 49.
- Gacek E., Czembor H. J. 1983. Problem wykorzystania genetycznej odporności w hodowli i uprawie zbóż, ze szczególnym uwzględnieniem jęczmienia. Biul. IHAR 151: 37 — 45.
- Gacek E., Czembor H. J. 1984. Prawidłowe wykorzystanie genetycznej odporności jęczmienia na choroby. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 305: 163 — 170.
- Gacek E., Czembor H. J. 1988. Analiza ilościowa struktury populacji mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). Biul. IHAR 167: 13 — 19.
- Gacek E., Czembor H. J. 1993. Evolution of barley powdery mildew population in Poland. Polnohospodarstvo — Bratislava 39: 373 — 379.
- Gacek E., Czembor H. J. 1995. Metody badań chorobotwórczości patogenów obligatoryjnych zbóż. W: 2-gie Krajowe Sympozjum "Odporność Roślin na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska", 12 — 14 wrzesień: 169 — 179.
- Honecker I. 1934. Über die Modifizierbarkeit des Befalles und als Auftreten verschiedener physiologischer Formen beim Mehltau der Gerste *Erysiphe graminis hordei* Marchal. Zeitschrift für Züchtung. A. Pflanzenzüchtung 19: 577 — 602.
- Jørgensen J. H. 1992. Durability of the resistance in the pathosystem: barley — powdery mildew. In: Proc. "Durability of Disease Resistance" Wageningen, The Netherlands: 159 — 176.
- Jørgensen J. H. 1994. Genetics of powdery mildew resistance in barley. Crit. Rev. Plant Sci. 13: 97 — 119.
- Limpert E., Fischbeck G. 1987. Distribution of virulence and of fungicide resistance in the European barley mildew population. In: Integrated Control of Cereal Mildews: Monitoring the pathogen, M.S. Wolfe, E. Limpert (ed.), Martinus Nijhoff Publishers., Dordrecht, The Netherlands: 9 — 30.
- Limpert E., Andrivon D., Knittel R., Fischbeck G. 1990. Barley mildew in Europe — patterns of the composition of the pathogen population during the period 1985–1988. Second European Workshop, Integrated Control of Cereal Mildew: Virulence Patterns and Their Change, Roskilde, Denmark, 23 — 25 January 1990, Abstr.:1.
- Mains F. B., Dietz S. M. 1930. Physiologic forms of barley mildew, *Erysiphe graminis hordei*, Marchal. Phytopathology 20: 229 — 299.
- Limpert E., Godet F., Muller K. 1999. Dispersal of cereal mildews across Europe. Agric. For. Meteorology 97: 293 — 308.
- Nieróbca A., Horoszkiewicz-Janka J., Czembor H. J. 2003. Ochrona roślin — ważny element technologii uprawy zbóż w UE. Pam. Puł. 132: 311 — 320.
- Ralski E., Mikołajewicz T. 1958. Z badań nad wrażliwością form jęczmienia na mączniaka właściwego. Hod. Rośl. Aklim. 2, 3: 313 — 332.
- Ralski E., Mikołajewicz T. 1969. Studia nad odpornością jęczmienia na mączniaka właściwego. Hod. Rośl. Aklim. 13, 5: 359 — 373.

- Schally H., Zedebrauer R., Zwatz B. 1995. Virulenzanalyse am Beispiel Sommergerste Mehltau in Österreich unter Nutzung der Kollektionssysteme Sporenfall und Pflanzendeposition. Pflanzenschutzberichte 55: 52 — 68.
- Wolfe M. S., Schwarzbach E. 1975. The use of virulence analysis in cereal mildews. Phytopathologische Zeitschrift 82: 297 — 307.
- Zwatz B. 1987. Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergarste-Sorten und Mehltau (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *hordei*) in Österreich. Die Bodenkultur 38: 341 — 349.

HENRYK J. CZEMBOR

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Odporność odmian jęczmienia na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku

Resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) in barley cultivars included to registration trials in Poland in 2002

Przedstawiono genetyczne uwarunkowania odporności na mączniaka (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) u 8 odmian jęczmienia ozimego i 13 jarego włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku. Badane odmiany ozime mają jeden lub więcej genów odporności związanych z locus *Mlra*, *Mla6*, *Mla14*, *Mlg* i *Mlh*. U odmian jarych stwierdzono obecność genów *Mla1*, *Mla9*, *Mla12*, *Mla13*, *Mlg*, *MI(Ab)*, *MI(IM9)*, *MI(St1)* i *mlo*. Na populację mączniaka występującą w Polsce odporne są tylko odmiany z genem *mlo*.

Słowa kluczowe: jęczmień, mączniak prawdziwy, odporność odmian

Genetic resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) of 8 winter barley cultivars and 13 spring ones from the Polish Registration trials was presented. All the winter cultivars have one or more genes for resistance in the loci *Mlra*, *Mla6*, *Mla14*, *Mlk* and *Mlh*. Nine different resistance genes: *Mla1*, *Mla9*, *Mla12*, *Mla13*, *Mlg*, *MI(Ab)*, *MI(IM9)*, *MI(St1)* and *mlo* were detected at spring varieties. Only cultivars with the gene *mlo* have high level of resistance to powdery mildew in Poland.

Key words: barley, powdery mildew, resistance of cultivars

WPROWADZENIE

Mączniak prawdziwy powodowany przez *Blumeria graminis* D.C. f. sp. *hordei* (Marchal) jest jedną z ważniejszych chorób liści jęczmienia w Polsce. Z większym lub mniejszym nasileniem występuje co roku w całym kraju powodując straty w plonach (Gacek i in., 1996). W sprzyjających warunkach dla rozwoju tej choroby straty w plonie ziarna mogą sięgać 25%, przeciętnie wynoszą ok. 10% (Zwatz, 1987; Atzema, 1998; Czembor i Czembor, 1998). Silniejsze porażenie mączniakiem plantacji jęczmienia browarnego prowadzi do pogorszenia wartości technologicznej ziarna jako

surowca dla przemysłu piwowarskiego, głównie z powodu podwyższenia zawartości białka (Pecio i Bichoński, 2003). Straty w plonie ziarna można ograniczyć przez stosowanie w produkcji odpowiednich fungicydów, uprawę odmian odpornych i wykorzystanie naturalnych mechanizmów współzależności roślin między sobą i środowiskiem (Czembor i Gacek 1990; Gacek, 1990; Nieróbca i in., 2003). Odporność uprawianych odmian na patogeny i możliwie zróżnicowana pod względem genetycznego jej uwarunkowania jest jednym z ważniejszych elementów nowoczesnej proekologicznej produkcji roślinnej. Znajomość genów odporności funkcjonujących w uprawianych odmianach jest konieczna do interpretacji współdziałania między populacją patogenną, a jego gospodarzem. Uwzględniając hipotezę Flora „gene-for-gene” można przez zakażanie roślin izolatami patogena o znanym zakresie wirulencji określić spektrum reakcji danej odmiany i na tej podstawie ustalić jej fenotyp odporności (Flor, 1956; Day, 1974; Wolfe i McDermott, 1994; Czembor i Czembor, 2001).

Celem podjętych badań było określenie genów odporności u nowych odmian jęczmienia przyjętych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku, tak aby w momencie wprowadzania do produkcji nowo zarejestrowanych odmian znane było ich spektrum odporności na mączniaka.

MATERIAŁ I METODY

Odmiany jęczmienia

Do badań wzięto 8 odmian jęczmienia ozimego (tab. 1) i 13 jarego (tab. 2) przyjętych do badań rejestrowych w 2001 roku przez Centralny Ośrodek Badania Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej (COBORU). Nasiona do badań otrzymano od hodowców poszczególnych odmian.

Tabela 1

Lista odmian jęczmienia ozimego włączona do badań COBORU w 2002 roku
List of winter barley cultivars included in 2002 to COBORU registration trials (Najewski, 2003)

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Hodowca Breeder
BKH 2601	PL	HR Smolice
MAD 701	PL	PHR Tulce
POA 2301	PL	HR Szelejewo
POA 2401	PL	HR Szelejewo
CE 4-9896-96	DE	Carsten
GW 2109 (Melorri)	DE	Nordsaat Saatzeitgesellschaft
LP 2-935	DE	Lochow Petkus
5747 WH	FR	Secobra

Tabela 2

Lista odmian jęczmienia jarego włączona do badań COBORU w 2002 roku
List of spring barley cultivars included in 2002 to COBORU registration trials (Najewski, 2003 a)

Odmiana Cultivar	Kraj pochodzenia Country of origin	Hodowca Breeder
MOB 2401	PL	HR Szelejewo
NAD 3101(Nadek)	PL	PHR Tulce
POA 2601	PL	HR Szelejewo
RAH 3301(Ryten)	PL	HR Smolice
STH 3901	PL	HR Strzelce
STH 4001	PL	HR Strzelce
STH 4101	PL	HR Strzelce
STH 4301	PL	HR Strzelce
CSBC 1838-30 (Class)	GB	Monsanto
CSBC 1847-18	GB	Monsanto
FDO 92013	FR	Desprez
NORD 95218D5 (Bolina)	DE	Nordsaat
NORD 95036D8	DE	Nordsaat

Izolaty różnicujące

W badaniach wykorzystano 21 izolatów *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* z kolekcji Pracowni Genetyki Stosowanej Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie (IHAR). Wybrane izolaty przechowywano i rozmnażano na podatnej odmianie Manchuria, a ich patogeniczność określono na siewkach zestawu linii izogenicznych Pallas (Kolster i in., 1986) i dodatkowo na 9 odmianach z innymi genami od obecnych w serii Pallas (tab. 3).

Tabela 3

Reakcja różnicujących odmian jęczmienia na zakażenie 22 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of differential set of barley varieties after inoculation with 22 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiana Cultivars	Geny Genes	Izolat Isolates																					
		1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	38	39	40	48	51	57	63
Pall	<i>Mla8</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
P01	<i>Mla1</i>	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0
P02	<i>Mla3</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	4	0	0	0	0
P03	<i>Mla6</i> , <i>Ml a14</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	4	4	4	4	4
P04	<i>Mla7</i> , <i>Ml lk</i>	4	4	4	0	0	2	0	4	4	0	0	0	4	4	4	0	4	2	0	2	4	4
P04	<i>Mla7</i> , ?	4	4	4	0	0	2	1	4	4	0	2	0	4	4	4	1	4	2	0	2	4	4
P06	<i>Mla7</i> , <i>Ml</i> <i>LG2</i>	4	4	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	2	4	4	0	4	0	0	1	4	4
P07	<i>Mla9</i> , <i>Mllk</i>	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
P08	<i>Mla9</i> , <i>Mllk</i>	4	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
P08	<i>Mla9</i>	4	0	4	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
P09	<i>Mla10</i> , <i>MlDu2</i>	4	4	4	0	0	4	0	4	0	0	4	0	4	4	4	0	4	0	0	4	4	4

c.d. Tabela 3

Odmiana Cultivars	Geny Genes	Izolat Isolates																							
		1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	38	39	40	48	51	57	63		
P10	<i>Mla12</i>	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	4	0	4		
P11	<i>Mla13</i> , <i>MIRu3</i>	4	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	4		
P12	<i>Mla22</i>	4	4	0	4	4	0	4	0	4	4	0	4	4	4	0	4	4	4	4	4	0	0		
P13	<i>Mla23</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
P14	<i>Mlra</i>	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
P15	<i>MIRu2</i>	2	2	4	2	2	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2		
P17	<i>Mllk</i>	4	4	4	2	0	2	2	4	2	2	1	1	4	4	4	0	4	2	2	4	4	4		
P18	<i>Mlnn</i>	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
P19	<i>Mlp</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
P20	<i>Mlat</i>	2	2	2	4	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	2		
P21	<i>Mlq</i>	4	4	4	0	0	0	4	0	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4		
P22	<i>mlo5</i>	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	3	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)	0(4)		
P23	<i>MILa</i>	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4		
P24	<i>Mlh</i>	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	0	4	4	4	4	4	4		
Benedicte	<i>Mla9</i> , <i>MlIM9</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	4	0	0	4	0	4	0	4		
Lenka	<i>Mla13</i> , <i>MlAb</i>	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0	4		
Gunar	<i>Mla3</i> , <i>MlTu2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0		
Steffi	<i>MlSt1</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	2	0	4		
Kredit	<i>MlKr</i>	4	2	0	0	0	1	0	1	4	1	0	0	2	4	2	2	2	2	0	4	1	4		
Jarek	<i>Ml1192</i> , ?	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	3	4		
Triumph	<i>Mla7</i> , <i>MlAb</i>	4	4	0	4	4	0	4	0	2	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Borwina	<i>MlBw</i>	2	3	3	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	3	4	4	4	4	3		
Peggy	<i>Ml SI-1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0		

Ocena odporności

Doświadczenia infekcyjne prowadzono w szklarni IHAR w Radzikowie w okresie od października 2002 do kwietnia 2003. Reakcję badanych odmian na zakażenie poszczególnymi izolatami oceniano na kilkunastu siewkach w stadium pierwszego liścia oraz odmianie Manchuria, kontrolnej dla podatności. Siewki testowanych roślin uprawiano w warunkach niezbędnego sztucznego doświetlania dla szesnastogodzinnego dnia przy temperaturach w granicach 16°C–22°C. Inokulacji siewek dokonywano przez strząsanie nad nimi zarodników konidialnych z roślin porażonych wybranym izolatem. Po 8–10 dniach od inkubacji oceniano porażenie roślin w skali Mainsa i Dieta uzupełnionej o stopień 0(4) charakteryzujący reakcję odmian z genem *mlo* (za Czembor i Czembor, 2001). Rośliny o reakcji 0–2 klasyfikowano jako odporne, 3–4 jako podatne, a 0(4) jako efekt obecności genu *mlo*.

Postulowanie genów odporności

Hipotezę o obecności w badanej odmianie specyficznego genu odporności sprawdzano na podstawie porównania jej reakcji z reakcją odmian różniących na zakażenie zestawem izolatów o znanym spektrum wirulencji. Identyfikacji genów

odporności dokonywano przez eliminację genów odporności nieobecnych w badanej odmianie. Dalsze postępowanie polegało na określeniu obecności możliwych genów odporności zgodnych z hipotezą genu dla genu. W przypadku, kiedy obserwowano porównywalną reakcję (ocena 3 i 4) na zakażenie danym izolatem można było przyjąć, że badana odmiana nie ma genów odporności, dla których użyty izolat był awirulentny. Natomiast w przypadku niezgodnej reakcji (ocena 0–2) na zakażenie izolatem mającym tylko jeden gen awirulencji w stosunku do pozostałych możliwych genów odporności oznacza to możliwość obecności w badanej odmianie postulowanego genu odporności (Flor, 1956; Brown i Jorgensen, 1991; Czembor i Czembor, 2001).

WYNIKI

Na podstawie reakcji siewek na zakażenie wybranymi izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* stwierdzono, że dwie z 8 badanych odmian jęczmienia ozimego ma co najmniej po jednym genie odporności, a sześć po dwa (tab. 4). Z porównania wyników oceny porażenia odmian różnicujących (tab. 3) z ocenami badanych odmian (tab. 4) można wysnuć wniosek, że: odmiany BKH 2601 i POA 2401 mają gen *Mlra*; MAD 701 i POA 2301 mają te same geny *Mlg* i *Mlra*; trzy odmiany: CE 9896.96, GW 2100 i LP 2-935 mają dwa geny blisko z sobą sprzężone *Mla6* i *Mla14*; odmiana 5747 WH ma dwa geny *Mlra* i *Mlh*.

Tabela 4

Reakcja odmian jęczmienia ozimego na zakażenie 21 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of winter barley varieties after inoculation with 21 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiany Cultivars	Izotaty Isolates																					Postulowane geny Postulated genes
	1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	39	40	48	51	57	63	
BKH 2601	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<i>MLra</i>
MAD 701	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4	<i>Mlg, MLra</i>
POA 2301	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	<i>Mlg, Mlra</i>
POA 2401	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	<i>Mlra</i>
CE 4-9896.96	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>
GW 2109 (Meloni)	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>
LP 2-935	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4	4	4	4	4	<i>Mla6, Mla14</i>
5747 WH	4	4	4	0	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	<i>Mlra, Mlh</i>

Wśród 13 badanych odmian jęczmienia jarego, 5 ma co najmniej jeden gen, 7 ma dwa, a jedna trzy geny odporności na porażenie przez użyte w badaniach izolaty *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* (tab. 5). Stwierdzono funkcjonowanie dziewięciu różnych genów, które są obecne pojedynczo lub w różnych kombinacjach dwóch i trzech genów, w 13 odmianach (tab. 5). Geny *mlo* jest w pięciu odmianach, *Mla12*, *Mla13*, *MI(Ab)*, *MI(St1)* w trzech, *Mla1*, *Mlg* w dwóch, *Mla9* i *MI(IM9)* w jednej.

Tabela 5

Reakcja odmian jęczmienia jarego na zakażenie 21 izolatami *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*
Reaction of spring barley varieties after inoculation with 21 isolates of *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*

Odmiany Cultivars	Izobaty Isolates																						Postulowane geny Postulated genes
	1	2	3	4	8	9	11	13	14	24	27	28	29	31	36	39	40	48	51	57	63		
MOB 2401	0	0	4	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mla12</i>	
NAD 3101 (Nadek)	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mlg, Mla12</i>	
POA 2601	0	0	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	<i>Mla1</i>	
RAH 3301 (Ryton)	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	4	<i>Mla13, MlAb</i>	
STH 3901	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo, MlSt1</i>	
STH 4001	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo, MlSt1</i>	
STH 4101	4	0	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mla12</i>	
STH 4301	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	<i>Mla1, Mlg</i>	
CSBC 1838-30	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0(4)	<i>mlo, Mla13, MlAb</i>	
CSBC 1847-18	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(4)	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>mlo</i>	
FDO 92013	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	4	<i>Mla13, MlAb</i>	
Nord 95218-D5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	<i>MlSt1</i>	
Nord 95036-D8	0	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	4	0	4	0	4	<i>Mla9, MlIM9</i>	

DYSKUSJA

W nowoczesnym rolnictwie, wśród wielu osiągnięć w technologii produkcji uprawia się na dużą skalę ujednolicone pod względem genetycznym odmiany i wciąż w praktyce stosuje się wysokie nawożenie azotem by uzyskać wysokie plony (Wolfe, 1984; Nieróbca i in., 2003). Uprawa mało zróżnicowanych genetycznie odmian sprzyja często szybkiemu rozprzestrzenianiu się chorób. W celu ograniczenia strat w plonach stosuje się fungicydy i wprowadza do produkcji nowe odmiany odporne na najważniejsze patogeny. Przyszłe technologie uprawy jęczmienia będą musiały uwzględniać w większym stopniu wymogi ograniczonego stosowania pestycydów i nawozów mineralnych. Istotnym elementem strategii rozwoju proekologicznego produkcji roślinnej jest hodowla odmian odpornych (Gulliano i Kuijpers, 1994; Czembor i Gacek, 1995; Jacobsen, 1997).

Wiele genów specyficznej odporności wykorzystano w hodowli odmian komercyjnych jęczmienia. Spośród 33 najpowszechniej wykorzystywanych genów, 28 jest ściśle ze sobą sprzężonych lub ma charakter alleliczny (Jorgenson, 1994). Prezentowane w tej pracy wyniki potwierdzają znaczącą przewagę genów z serii alleli Mla, stwierdzono ich obecność w prawie 60% badanych odmian (tab. 4 i 5). Tak duża liczba genów allelicznych, a dotyczy to przede wszystkim *locus* Mla, stanowi poważne ograniczenie w łączeniu ich w jednym genomie nowych odmian. Jak dotąd, wszystkie geny związane z *locus* Mla po wprowadzeniu do nowych odmian, sukcesywnie po jakimś czasie przestają być efektywne ponieważ w populacji *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* pojawiają się patotypy wirulentne w stosunku do nowo wprowadzonych genów (Czembor, 1976; Wolfe i Schwarzbach, 1978; Czembor, 1981; Gacek i Czembor, 1988; Czembor i Czembor, 1998; Hovmoller i in., 2000; Skinnes i in., 2000). W celu zwiększenia trwałości odporności hodowcy dążą do większego zróżnicowania materiałów wyjściowych do hodowli, wprowadzania większej liczby genów odporności do tworzonych odmian, wykorzystania genów warunkujących częściową odporność. Rolnicy również mogą w znacznym stopniu zwiększyć stabilność odporności przez właściwy z punktu widzenia zdrowotności dobór odmian, przestrzenne zróżnicowanie uprawy odmian o różnym uwarunkowaniu genetycznym odporności oraz w przypadku jęczmienia pastewnego uprawę mieszanek odpowiednio dobranych odmian (Czembor i Gacek, 1990; Gacek i in., 1996; Finckh i in., 1999).

W populacji mączniaka w Polsce występują z różnym nasileniem patotypy wirulentne w stosunku do wszystkich genów obecnych w zarejestrowanych w Polsce odmianach za wyjątkiem genu *mlo* (Czembor, 2003). W pięciu odmianach jęczmienia jarego obecny jest recesywny gen *mlo* (tab. 5). Odporność typu Mlo odgrywa bardzo ważną rolę w hodowli nowych odmian jęczmienia jarego w Europie, ponieważ jak dotąd nie stwierdzono w świecie występowania patotypów *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* wirulentnych w stosunku do genu *mlo* (Hovmoller i in., 2000; Czembor i Czembor, 2001). Odporność warunkowana genem *mlo* jest unikalną, monogeniczną i rasowo niespecyficzną odpornością. U pierwszych odmian komercyjnych z genem *mlo* występował dość duży efekt pleiotropowego działania tego genu objawiający się nekrotyczną plamistością liści. Cechę tą stosunkowo szybko wyeliminowano w procesie selekcji i obecnie obserwuje się

intensywny wzrost wykorzystywania tego typu odporności w polskiej i europejskiej hodowli. W ostatnich kilku latach w Polsce i w krajach UE w produkcji jest od 20%–30% odmian jęczmienia jarego z genem *mlo* (Jorgensen, 1994; Atzema, 1998; Czembor i Czembor, 2001, Anonymous, 2003, 2003 a).

WNIOSKI

1. Kandydujące do rejestracji odmiany mają różne geny warunkujące odporność w stosunku do *Blumeria graminis* f. sp. *hordei* i mogą być wykorzystane w tworzeniu strategii ochrony plantacji jęczmienia przed mączniakiem.

LITERATURA

- Anonymous 2003. Bundessortiment, Beschreibende Sortenliste 2003, Getreide, Mais, Ölfruchte, Leguminosen, Hackfruchte. Deutscher Landwirtschaft. GmbH: 40 — 42.
- Anonymous 2003 a. Lista odmian roślin rolniczych 2003. COBORU, Słupia Wielka: 78 — 79.
- Atzema J. L. 1998. Durability of *Mlo* resistance to barley against powdery mildew caused by *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. Ph. D. thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland.
- Brown J. K. M., Jorgensen J. H. 1991. A catalogue of mildew resistance genes in European barley varieties. In: Jorgensen J. H. ed., Integrated control of cereal mildews: virulence patterns and their change, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark: 263 — 286.
- Czembor H. J. 1976. Źródła odporności na mączniaka jęczmienia *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. Biul. IHAR t. 20, z. 5: 466 — 490.
- Czembor H. J. 1981. Rasy fizjologiczne mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* DC ex Merat f. sp. *hordei* Marchal) występujące w Polsce w latach 1975–1979. Biul. IHAR t. 25, z. 5/6: 215 — 226.
- Czembor H. J. 2003. Odporność krajowych odmian jęczmienia jarego na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Biul. IHAR 230: 327 — 334.
- Czembor J. H., Czembor H. J. 1998. Powdery mildew resistance in cultivars of spring barley from Polish Register. Plant Breeding and Seed Science 42 (2): 87 — 99.
- Czembor H. J., Czembor J. H. 2001. Resistance to powdery mildew in barley cultivars and breeding lines included in 1998–2000 Polish registration trials. Plant Breeding and Seed Science 45 (1): 21 — 41.
- Czembor H. J., Gacek E. 1990. Wybrane problemy hodowli odpornościowej zbóż na choroby. Biul. IHAR 173/174: 53 — 64.
- Czembor H. J., Gacek E. S. 1995. System for increasing durability of diseases resistance in cereals. In: Arseniuk E., Góral T., Czembor P. C. eds., Plant Resistance to Diseases, Pests and Unfavourable Environmental Conditions. IHAR Radzików, Poland: 39 — 48.
- Day P. R. 1974. Genetics of host-parasite interaction. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Flor H. H. 1956. The complementary gene systems in flexes and flax rust. Adv. Genet. 8: 29 — 54.
- Finckh M.R., Gacek E. S., Czembor H. J., Wolfe M. S. 1999. Host frequency and density effects on powdery mildew and yield in mixtures of barley cultivars. Plant Pathol. 48: 807 — 816.
- Gacek E. 1990. Studia nad sposobami wykorzystania odporności genetycznej jęczmienia w zwalczaniu mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* DC f. sp. *hordei* Marchal). Hod. Rośl. Aklim. 34, 5/6: 3 — 48.
- Gacek E., Czembor H. J. 1988. Analiza ilościowa struktury populacji mączniaka jęczmienia (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*). Biul. IHAR 167: 13 — 19.
- Gacek E., Czembor H. J., Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszkankach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. Biul. IHAR 200: 203 — 209.
- Gulliano M. L., Kuijpers L. A. M. 1994. Social and political implications of managing plant diseases with restricted fungicides in Europe. Annu. Rev. Phytopathol. 32: 559 — 579.

- Hovmoller M. S., Caffier V., Jalli M., Andersen O., Besenhofer G., Czembor J. H., Dreiseitel A., Flath K., Fleck A., Heinrichs F., Jonsson R., Limpert E., Mercer P., Plesnik S., Rashal I., Skinnies H., Slater S., Vronska O. 2000. The European barley powdery mildew virulence survey and disease nursery 1993–1999. *Agronomie* 20 (7): 729 — 744.
- Jacobsen B. J. 1997. Role of plant pathology in integrated pest management. *Annu. Rev. Phytopathol.* 35:373 — 391.
- Jorgensen J. H. 1994. Genetics of powdery mildew resistance in barley. *Plant Science* 13: 97 — 119.
- Kolster P., Munk L., Stolen O., Lohde J. 1986. Near-isogenic barley lines with genes for resistance to powdery mildew. *Crop Sci.* 26: 903 — 907.
- Najewski A. 2003. Jęczmień ozimy. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. *Zboża ozime*, 2002. COBORU. Z. 22: 49 — 58.
- Najewski A. 2003 a. Jęczmień jary. Synteza wyników doświadczeń rejestrowych. *Zboża jare*, 2002. COBORU. Z. 25: 19 — 36.
- Nieróbca A., Horoszkiewicz-Janka J., Czembor J. H. 2003. Ochrona roślin — ważny element technologii uprawy zbóż w UE. *Pam. Puł.* 132: 311 — 320.
- Pecio A., Bichoński A. 2003. Plon i jakość browarna ziarna jęczmienia jarego w zależności od sposobu ochrony roślin przed chorobami. *Biul. IHAR* 230: 317 — 326.
- Wolfe M. S. 1984. Trying to understand and control powdery mildew. *Plant Pathol.* 33: 451 — 466.
- Wolfe M. S., McDermott. 1994. Population genetics of plant pathogen interactions: the example of the *Erysiphe graminis* — *Hordeum vulgare* pathosystem. *Ann. Rev. Phytopath.* 32: 89 — 113.
- Wolfe M. S., Schwarzbach E. 1978. The recent history of the evolution of barley powdery mildew in Europe. In: *The powdery Mildews*, Spencer D. M., Academic Press, London, New York and San Francisco: 129 — 157.
- Zwatz B. 1987. Analyse der Resistenzfaktoren und Virulenzfaktoren im Wirt-Parasit-System Sommergerste-Sorten und Mehltau (*Erysiphe graminis* D.C. f. sp. *hordei*) in Österreich. *Die Bodenkultur.* 38: 341 — 349.

BOŻENA BARCZAK
WOJCIECH KOZERA

Katedra Chemii Rolnej

Wydział Rolniczy, Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Wpływ dolistnego nawożenia mikroelementami na zawartość i skład frakcyjny białka ziarna jęczmienia jarego i owsa

The influence of leaf dressing with microelements on the content and fractional composition of protein in barley and oat grain

W dwuletnim jednoczynnikowym doświadczeniu polowym porównywano zawartość i skład frakcyjny białka ziarna jęczmienia jarego oraz owsa, zbóż nawożonych dolistnie roztworami mikroelementów (Zn, Mn, Cu, Mo, B) w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz w postaci wieloskładnikowego nawozu, który zawierał składniki w formie schelatowanej (Mikrochelat Gama). Dolistne stosowanie mikroskładników na ogół korzystnie oddziaływało na kumulację azotu w ziarnie jęczmienia jarego i owsa. Mikroelementami, które istotnie zwiększały zawartość tego pierwiastka w ziarnie obydwu gatunków zbóż były cynk i mangan. Frakcją białkową, której zawartość w ziarnie badanych zbóż była największa, okazały się gluteliny; najniższy udział posiadały albuminy. Ziarno owsa w stosunku do ziarna jęczmienia jarego posiadało wyższą zawartość azotu albumin i globulin, frakcji o korzystnym składzie aminokwasowym. Mikroelementami, które zastosowane dolistnie istotnie zwiększały sumę azotu tych frakcji w ziarnie jęczmienia i owsa, były cynk i mangan. Wieloskładnikowy nawóz mikroelementowy oddziaływał mniej korzystnie na skład frakcyjny białka ziarna obydwu badanych gatunków zbóż niż mikroelementy stosowane w formie pojedynczych soli nieorganicznych.

Słowa kluczowe: albuminy, globuliny, białko, jęczmień jary, mikroelementy, owoce

In the two-year one-factor field experiment, total and fractional protein contents were compared in spring barley and oat seeds leaf-fertilized with solutions of microelements in form of individual inorganic salts and as a multi-component fertilizer that contained the components as chelates (Mikrochelat Gama). The leaf fertilizing with micro-components generally had advantageous effect on cumulation of nitrogen in spring barley and oat seeds. Zinc and manganese were the microelements that significantly increased the content of this element in the both crops. Glutelins appeared to be the most abundant protein fraction, whereas albumins showed the lowest level. The seeds of oat had higher nitrogen content of albumins and globulins (the fractions of advantageous amino acid contents) than the seeds of spring barley. Zinc and manganese were the leaf-applied microelements, which significantly increased total nitrogen of these fractions in seeds of spring barley and oat. The multi-component fertilizer had a less advantageous effect on the fractional protein content in seeds of the both species than the microelements applied in form of individual inorganic salts.

Key words: albumins, globulins, microelements, oat, protein, spring barley

WSTĘP

Wśród kryteriów jakości plonów roślin zbożowych szczególne znaczenie ma zawartość białka. Ze względu na rolę białka w żywieniu zwierząt i ludzi, jak również z uwagi na jego wpływ na wartość technologiczną ziarna, podstawową sprawą jest oznaczenie nie tylko ogólnej zawartości białka, ale także oszacowanie jego wartości biologicznej. Decyduje ona m. in. o możliwości wykorzystania białka w żywieniu zwierząt, zwłaszcza monogastrycznych (Peterson, 1976; Ziółek i in., 1992; Barczak, 1999). Ważnym kryterium oceny jakości białka zbóż jest, obok składu aminokwasowego, także proporcja między frakcjami białkowymi, oznaczona na podstawie zróżnicowanej rozpuszczalności poszczególnych agregatów białkowych (Michael i Blume, 1960; Łoginow i in., 1971). Zawartość białka w ziarnie zbóż oraz jego skład frakcyjny zależą od właściwości genetycznych gatunku (Łoginow i in., 1971; Krietovič, 1975), odmiany (Cwojdzinski, 1979; Barczak, 1999), warunków siedliskowych, czynników agrotechnicznych, a zwłaszcza od nawożenia (Domska, 1973; Cwojdzinski, 1979; Barczak, 1999), w tym mikroelementami (Krietovič, 1975; Krauze i in., 1983; Ziółek i in., 1992; Sztunder i Świerczewska, 2002; Warechowska i in., 2002 a). Jednakże niewiele badań w tym zakresie dotyczy ziarna owsa, co prawdopodobnie wiąże się z niewielkim jego spożyciem w Polsce w stosunku do innych zbóż. Zainteresowanie budzą raczej próby zwiększenia wysokości plonu owsa metodami agrotechnicznymi oraz poprzez odpowiednią rejonizację i dobór stosownych odmian (Gašiorowski, 1995), natomiast niewiele uwagi poświęca się badaniom dotyczącym możliwości podnoszenia jakości białka poprzez odpowiednie nawożenie.

Celem podjętych badań było porównanie zawartości i składu frakcyjnego białka ziarna jęczmienia jarego oraz owsa, zbóż nawożonych dolistnie roztworami mikroelementów w formie pojedynczych soli nieorganicznych oraz w postaci wieloskładnikowego nawozu, który zawierał składniki w formie schelatowanej.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1995–1996 w Terenowej Stacji Badawczej ATR w Wierzhucinku k. Bydgoszczy. Doświadczenie jednoczynnikowe założono metodą losowanych bloków, w trzech powtórzeniach, na glebie płowej typowej, należącej do klasy bonitacyjnej IIIb i do kompleksu żyniego dobrego. Zasobność gleby w przyswajalne formy fosforu, potasu, a także manganu, cynku, boru i molibdenu była średnia, natomiast zawartość przyswajalnych form miedzi — niska (tab. 1).

W obydwu latach badań przedplonem jęczmienia jarego odmiany Rambo był ziemniak, a przedplonem owsa odmiany Komes — jęczmień jary. Powierzchnia poletka wynosiła 20,25 m². Badanym czynnikiem był rodzaj zastosowanego nawozu mikroelementowego (n = 6). Dawki nieorganicznych soli i dawkę Mikrochelatu ustalono na takich poziomach, że zawartość odpowiednich mikroelementów w pojedynczych solach i w nawozie wieloskładnikowym była jednakowa. Poziom dawek poszczególnych mikroelementów

wynikał z zaleceń producenta Mikrochelatu Gama, który pod rośliny zbożowe polecał zastosowanie 5 dm³ nawozu na hektar. Roztwór nawozu przygotowano, rozpuszczając odpowiednie sole w objętości wody odpowiadającej 300 dm³·ha⁻¹. Wykorzystywano w tym celu wodę wodociągową o średnim stopniu twardości. Podczas sporządzania cieczy roboczej nie stwierdzono wytrącania chelatowanych mikroelementów.

Tabela 1

Zawartość przyswajalnych form makro- i mikroelementów w glebie przed założeniem doświadczenia (1995)

Contents of assimilable forms of macro- and microelements in soil before starting the experiment (1995)

pH _{KCl}	P	K	Cu	Zn	Mn	B
	mg·kg ⁻¹					
5,7	46	132	15	98	1333	31

W badaniach zastosowano następujące formy i dawki mikroelementów:

- 30 g Zn·ha⁻¹ w postaci ZnSO₄ × 7H₂O,
- 45 g Mn·ha⁻¹ w postaci MnSO₄ × 5H₂O,
- 25 g Cu·ha⁻¹ w postaci CuSO₄ × 5H₂O,
- 4,5 g Mo·ha⁻¹ w postaci (NH₄)₂MoO₄ × 2H₂O,
- 20 g B·ha⁻¹ w postaci Na₂B₄O₇ × 10H₂O,
- Mikrochelat Gama, w którego dawce 5 dm³·ha⁻¹ zastosowano: 30 g Zn·ha⁻¹, 45 g Mn·ha⁻¹, 25 g Cu·ha⁻¹, 4,5 g Mo·ha⁻¹ i 20 g B·ha⁻¹, a także 36 g Fe·ha⁻¹ i 19 g Mg·ha⁻¹.

Mikrochelat Gama to wieloskładnikowy nawóz mikroelementowy, zawierający pierwiastki w postaci schelatowanej. Przeznaczony jest do nawożenia dolistnego, podlewania roślin oraz wzbogacania w mikroelementy pożywek i podłoży. Oprysk roślin wykonano jednorazowo w fazie strzelania w źdźbło. W obydwu latach badań zastosowano nawożenie mineralne w dawkach: 70 kg N·ha⁻¹ w formie saletry amonowej, 20 kg P·ha⁻¹ w postaci superfosfatu potrójnego oraz 60 kg K·ha⁻¹ jako 60% sól potasową.

W ziarnie zbóż oznaczono zawartość azotu metodą Kjeldahla oraz przeprowadzono analizę składu frakcyjnego białka metodą Michaela i Bluma (1960) w modyfikacji Łeginowa i wsp. (1971). Frakcje białkowe różniące się rozpuszczalnością ekstrahowano kolejno: wodą destylowaną, 5% roztworem siarczanu (VI) potasu oraz 0,1 M roztworem NaOH w 70% etanolu, wyodrębniając odpowiednio: azotowe związki niebiałkowe i albuminy, globuliny oraz gluteliny i prolaminy. Albuminy od azotowych związków niebiałkowych oddzielano, strącając je 20% roztworem kwasu trichlorooctowego. Natomiast gluteliny wydzielano, zubożając alkoholowy ekstrakt zawierający również prolaminy, roztworem kwasu solnego wobec błękitu tymolowego jako wskaźnika. Osobną frakcję stanowił nierozpuszczalny azot pozostałości poekstrakcyjnej, tzw. białko pozostałe lub resztkowe. Zawartość poszczególnych frakcji obliczono na podstawie oznaczenia azotu w odpowiednich osadach lub ekstraktach metodą Kjeldahla.

Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji dla doświadczeń jednoczynnikowych prowadzonych metodą serii zależnych, wykorzystując do oceny istotności różnic test Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnia zawartość azotu ogólnego w ziarnie jęczmienia jarego wynosiła $20,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, a w ziarnie owsa — $21,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 2). W kolejnych latach zawartość omawianego składnika była zróżnicowana: w ziarnie owsa w 1995 roku wynosiła $25,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, podczas gdy w 1996 — $18,7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. W ziarnie jęczmienia jarego również stwierdzono wyższą zawartość azotu w próbach z pierwszego roku badań, jednak różnica ta była znacznie mniejsza.

Tabela 2

Zawartość azotu w ziarnie jęczmienia jarego i owsa ($\text{g N} \cdot \text{kg}^{-1} \text{s.m.}$)
Nitrogen content in grain of spring barley and oats ($\text{g N} \cdot \text{kg}^{-1} \text{d.m.}$)

Lata Years	Obiekty nawozowe Fertilization objects							Średnia Mean	NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	0	Gama	Cu	Zn	Mn	Mo	B		
jęczmień jary spring barley									
1995	20,7	21,5	21,1	22,1	22,2	20,5	21,0	21,3	1,54
1996	21,2	19,5	20,1	21,8	21,3	19,8	19,8	20,5	1,90
Średnia Mean	20,9	20,5	20,6	22,0	21,8	20,2	20,4	20,9	0,90
owies oats									
1995	24,1	23,3	23,8	25,4	25,2	24,6	24,4	25,0	n.i.
1996	18,6	15,4	19,8	19,8	20,2	18,6	18,7	18,7	2,22
Średnia Mean	21,3	19,3	21,8	22,6	22,7	21,6	21,6	21,6	1,28

Dla obydwu gatunków zbóż wykazano istotny wpływ nawożenia cynkiem i manganem na średnią zawartość azotu w ziarnie (tab. 2). Średni dla dwóch lat badań przyrost zawartości tego pierwiastka w ziarnie jęczmienia jarego w stosunku do obiektu kontrolnego pod wpływem cynku wynosił 5,3%, a w wyniku oddziaływania manganu — 4,3%. Dla ziarna owsa odpowiednie różnice to: 6,1% i 6,6%. Zwraca uwagę istotne obniżenie zawartości azotu w ziarnie owsa pod wpływem wieloskładnikowego nawozu mikroelementowego (Mikrochelat Gama); średnia dla dwóch lat różnica w porównaniu z wariantem bez nawożenia wynosiła 9,4%.

Wielu autorów (Ziółek i in., 1992; Domska i in., 1994; Gąsiorowski, 1995; Ruszkowska i Wojcieszka-Wyskupajtys, 1996; Sztunder i Świerczewska, 2002; Łabuda i Milczak, 2003; Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro, 2003) podkreśla rolę nawożenia mikroelementami w kształtowaniu zawartości azotu białkowego w roślinie. Grzywnowicz-Gazda (1983) zwraca uwagę na znaczenie cynku w metabolizmie azotu. Według autorki mikroelement ten uczestniczy w kumulacji N-białkowego prawdopodobnie na etapie syntezy peptydów oraz poprzez syntezę tryptofanu. Dostateczne zaopatrzenie roślin w cynk warunkuje odpowiedni poziom RNA i trwałość rybosomów. Przy niedoborze cynku, który jest kofaktorem wielu enzymów, słabnie — zdaniem Ruszkowskiej i wsp. (1996) — intensywność fotosyntezy i spada zawartość azotu białkowego. Rolę cynku w syntezie białka potwierdzają badania m.in. Warechowskiej i wsp. (2002 a), które

wykazały dla ziarna pszenżyta jarego pod wpływem nawożenia cynkiem zwiększenie zawartości azotu nawet o 13% w stosunku do obiektu nienawożonego. Także Krauze i wsp. (1983), stwierdzili na obiektach nawożonych związkami cynku podwyższenie zawartości azotu w ziarnie pszenicy do 7,4%.

Jak wykazały przeprowadzone badania, mikroelementem, który obok cynku, oddziaływał korzystnie na kumulację azotu był mangan (tab. 2). Według Szukalskiego (1979) pierwiastek ten przeciwdziała gromadzeniu się azotanów, oddziałuje na hydrolizę peptydów i amidów, a intensyfikując proces fotosyntezy, podnosi poziom białka w roślinie. Potwierdzają to nie tylko niniejsze badania, ale również wyniki Grzywnowicz-Gazdy (1983), Krauze i wsp. (1983) oraz Warechowskiej i wsp. (2002 b).

Mikroelementem zwiększającym zdolność roślin do pobierania azotu i wpływającym korzystnie na gromadzenie azotu białkowego, a tym samym na zawartość białka ogólnego, jest według niektórych autorów miedź (Grzywnowicz-Gazda, 1983; Domska i in., 1994). Szukalski (1979) wskazuje również na pozytywną rolę molibdenu, jako pierwiastka zwiększającego aktywność enzymów flawoproteidowych, dzięki czemu mikroelement ten uczestniczy w procesie syntezy aminokwasów i białek. Natomiast przeprowadzone badania, podobnie jak wyniki Warechowskiej i wsp. (2002 a), nie potwierdziły korzystnego wpływu miedzi i molibdenu na zawartość związków azotu.

O ile w dostępnym piśmiennictwie można spotkać doniesienia dotyczące wpływu mikroelementów na kształtowanie zawartości białka roślin zbożowych, tak zupełnie unikalne są badania dotyczące wpływu tych pierwiastków na jego skład frakcyjny. Analiza frakcyjna, pozwalająca ustalić wzajemne proporcje białek typu glutenowego i białek nieglutenowych, obok składu aminokwasowego, może być podstawą oceny żywieniowej i technologicznej ziarna. Od dawna wiadomo, że substancje białkowe ekstrahowane z ziarna określonymi rozpuszczalnikami nie są homogeniczne, lecz stanowią kompleks cząsteczek o zbliżonych właściwościach fizyko-chemicznych i strukturalnych (Kriščenko i Datdendev, 1978; Gąsiorowski, 1995). Frakcje białkowe, wyodrębnione z ziarna za pomocą metody Michaela-Bluma (1960) zawierają pewne ilości białek należących do pozostałych frakcji (Draper, 1973; Wieser i in., 1980). Peterson i Wineger (1976), autorzy wyczerpującego opracowania o białkach owsa, zwracają uwagę na zbyt niskie stężenie soli przy ekstrakcji globulin w metodzie Michaela i Bluma (1960), co może powodować ich niepełne wyodrębnienie. Pomimo pewnych niedoskonałości, metoda ta, niekiedy modyfikowana (Schiller, 1971; Draper, 1973), nadal jest często stosowana do frakcjonowania białek roślinnych na zasadnicze grupy (Peterson, 1976; Cwojdzinski, 1979; Ziółek i in., 1992; Barczak, 1999; Warechowska, 2002 a). Jej zaletą są stosunkowo niskie koszty, zwłaszcza w porównaniu z kosztami biologicznych metod weryfikacji wartości białka. Jednak zdaniem Rakowskiej i wsp. (1978), a także Rek-Cieplej i wsp. (1985), dopiero zastosowanie badań na zwierzętach jest optymalną metodą pozwalającą na całościową ocenę potencjalnej wartości odżywczej białka.

Przeprowadzone badania wykazały zbliżony skład frakcyjny białka ziarna obydwu zbóż (tab. 3, 4). Stwierdzono, podobnie jak Łoginow i wsp. (1971) oraz Wieser i wsp. (1980), że w porównywanych gatunkach zbóż frakcją dominującą były gluteliny. W ziarnie

jęczmienia jarego średnia dla dwóch lat zawartość N-glutelin wynosiła 6,57 g·kg⁻¹, a w ziarnie owsa — 8,93 g·kg⁻¹, co stanowiło odpowiednio 31 i 41% azotu ogólnego.

Tabela 3

Skład frakcyjny białka ziarna jęczmienia jarego (g N·kg⁻¹ziarna)
Protein fractions content in spring barley (g N·kg⁻¹ of grain)

Mikro- elementy- Micro- elements	N- niebiałkowy N-non protein	Albuminy Albumins	Globuliny Globulins	Alb+ Glob Alb+ Glob	Gluteliny Glutelins	Prolaminy Prolamins	Glut+ Prol Glut+ Prol	N-nie- rozpuszczalny N-insoluble
1995								
0	2,45	0,89	2,00	2,89	6,65	4,54	11,19	4,16
Gama	2,55	1,05	2,38	3,43	7,06	4,29	11,35	4,20
Cu	2,13	0,95	2,31	3,26	6,91	4,55	11,46	4,25
Zn	2,43	1,10	2,55	3,65	6,85	4,50	11,35	4,61
Mn	2,70	1,21	2,39	3,60	6,95	4,59	11,52	4,32
Mo	2,17	0,97	2,15	3,12	6,69	4,32	11,01	4,24
B	2,47	0,92	2,21	3,13	6,79	4,49	11,28	4,13
X	2,41	1,01	2,28	3,30	6,84	4,47	11,31	4,28
NIR _{0,05}	0,561	0,305	n.i.	0,777	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
LSD _{0,05}								
1996								
0	2,22	0,97	2,07	3,04	6,67	4,71	11,38	4,55
Gama	2,00	1,04	1,93	2,97	6,26	4,28	10,54	4,00
Cu	2,14	0,92	2,04	2,96	6,43	4,49	10,92	4,11
Zn	2,10	1,05	2,24	3,29	6,14	4,85	10,99	4,45
Mn	2,17	1,27	2,13	3,40	6,49	4,57	11,06	4,64
Mo	1,88	1,00	2,09	3,09	6,08	4,29	10,37	4,47
B	2,07	0,91	1,93	2,84	6,14	4,12	10,26	4,44
X	2,08	1,02	2,06	3,08	6,30	4,47	10,77	4,38
NIR _{0,05}	0,561	0,237	n.i.	0,546	n.i.	0,712	n.i.	0,396
LSD _{0,05}								
średnie z dwóch lat/ mean for two years								
0	2,34	0,93	2,04	2,97	6,66	4,63	11,29	4,36
Gama	2,28	1,05	2,16	3,21	6,66	4,29	10,95	4,10
Cu	2,14	0,94	2,18	3,12	6,67	4,52	11,19	4,18
Zn	2,27	1,08	2,40	3,48	6,50	4,68	11,18	4,55
Mn	2,44	1,24	2,26	3,50	6,72	4,58	11,30	4,49
Mo	2,03	0,99	2,12	3,11	6,39	4,31	10,70	4,36
B	2,27	0,92	2,07	2,99	6,47	4,32	10,79	4,29
X	2,25	1,02	2,17	3,19	6,57	4,47	11,04	4,33
NIR _{0,05}	0,222	0,113	0,165	0,193	n.i.	0,336	n.i.	0,186
LSD _{0,05}								

Tabela 4

Skład frakcyjny białka ziarna owsa (g N·kg⁻¹ziarna)
Protein fractions content in oats (g N·kg⁻¹ of grain)

Mikro- elementy Micro- elements	N- niebiałkowy N- nonprotein	Albuminy Albumins	Globuliny Globulins	Alb+ Glob Alb+ Glob	Gluteliny Glutelins	Prolaminy Prolamins	Glut+ Prol Glut+ Prol	N-nie- rozpuszczalny N-insoluble
1995								
O	3,00	1,60	3,41	5,02	10,41	1,78	12,19	3,89
Gama	2,66	1,86	3,38	5,24	9,97	1,63	11,60	3,83
Cu	2,89	1,90	3,47	5,37	9,90	1,66	11,56	3,98
Zn	2,80	2,05	3,65	5,69	9,69	1,81	10,75	3,95
Mn	3,11	1,86	3,93	5,79	10,47	1,77	13,07	4,07
Mo	3,12	1,64	3,41	5,04	10,48	1,80	12,28	4,16
B	3,01	1,74	3,36	5,10	10,50	1,70	12,20	4,05
X	2,94	1,81	3,52	5,32	10,20	1,74	11,95	3,99
NIR _{0,05}	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	0,734	n.i.	15,9	n.i.
LSD _{0,05}								
1996								
O	2,26	1,08	3,14	4,22	7,94	1,30	9,24	2,87
Gama	1,66	1,09	2,69	3,78	6,49	1,01	7,50	2,42
Cu	2,43	1,22	3,47	4,70	7,88	1,51	9,38	3,29
Zn	2,56	1,39	3,45	4,84	8,00	1,37	9,37	3,06
Mn	2,49	1,20	3,60	4,79	7,46	1,29	8,75	3,14
Mo	2,28	1,17	3,32	4,49	8,25	1,42	9,67	2,81
B	2,11	1,09	3,25	4,34	7,56	1,44	9,00	2,95
X	2,26	1,18	3,27	4,45	7,65	1,33	8,99	2,93
NIR _{0,05}	0,781	n.i.	0,669	n.i.	1,589	n.i.	1,444	0,726
LSD _{0,05}								
średnie z dwóch lat mean for two years								
O	2,63	1,34	3,28	4,62	9,17	1,54	10,72	3,38
Gama	2,16	1,47	3,04	4,51	8,23	1,32	9,55	3,13
Cu	2,66	1,56	3,47	5,03	8,89	1,59	10,47	3,64
Zn	2,68	1,72	3,55	5,27	8,85	1,59	10,06	3,51
Mn	2,80	1,53	3,76	5,29	8,96	1,53	10,91	3,61
Mo	2,70	1,40	3,36	4,77	9,36	1,61	10,97	3,49
B	2,56	1,42	3,31	4,72	9,03	1,57	10,60	3,50
X	2,60	1,49	3,39	4,89	8,93	1,54	10,47	3,47
NIR _{0,05}	0,464	0,328	0,423	0,607	0,887	n.i.	0,751	0,394
LSD _{0,05}								

Z kolei najniższy udział w ziarnie obydwu zbóż posiadały albuminy: dla jęczmienia jarego średnia zawartość N-albumin kształtowała się na poziomie 1,02 g·kg⁻¹ (tab. 3), a dla owsa — 1,49 g·kg⁻¹, stanowiąc odpowiednio 5 i 7% azotu ogólnego (tab. 4). Najbardziej różniła się zawartość frakcji prolamin w porównywanych gatunkach. Udział N-prolamin, frakcji rozpuszczającej się w alkoholu, w ziarnie jęczmienia jarego wynosił średnio 4,47 g·kg⁻¹, a w ziarnie owsa zaledwie — 1,54 g·kg⁻¹ (odpowiednio 21 i 7% azotu ogólnego).

W przeprowadzonych badaniach wykazano zbliżone wartości średnich sum zawartości azotu prolamin i glutelin w ziarnie jęczmienia i owsa (odpowiednio: 11,04 g·kg⁻¹ i 10,47 g·kg⁻¹ tab. 3, 4). Natomiast średnie sumy zawartości azotu albumin i globulin były bardziej zróżnicowane i wynosiły odpowiednio: 3,19 g·kg⁻¹ oraz 4,89 g·kg⁻¹. Albuminy i globuliny

białka pełniące w roślinie funkcje enzymatyczne i strukturalne, zlokalizowane przede wszystkim w tarczy zarodka i warstwie aleuronowej, mają korzystniejszy skład aminokwasowy (Schiller, 1971; Draper, 1973; Dexter i Dronzek, 1975; Wieser i in., 1980; Barczak i Nowak, 1995). Większy udział tych frakcji w ziarnie owsa wskazuje na wyższą wartość odżywczą białka tego gatunku i produktów jego przerobu. Fakt ten potwierdzają Robbins i wsp. (1971), którzy w badaniach obejmujących 289 odmian północnoamerykańskich odmian owsa wykazali, że w jego ziarnie występuje wyższa niż w innych zbożach zawartość lizyny, treoniny oraz fenyloalaniny i tyrozyny. Według Zarkadasa i wsp. cyt. za Gąsiorowskim (1995) ziarno owsa jest też bogatsze od ziarna innych gatunków zbóż pod względem zawartości tryptofanu i metioniny. Wobec wyższej średniej zawartości azotu, ziarno owsa stanowi szczególnie bogate źródło aminokwasów egzogennych i korzystnie pod względem żywieniowym wyróżnia się na tle innych zbóż. Fakt ten też potwierdza wyższy dla owsa procentowy udział sumy azotu czterech *strictae* białkowych frakcji (albumin, globulin, prolamin i glutelin) w azocie ogólnym ziarna. W przeprowadzonych badaniach wskaźnik ten dla jęczmienia jarego wynosił 68,4% a dla owsa — 71,1%.

Warto podkreślić, że zawartość frakcji azotu niebiałkowego, która obejmuje rozpuszczalne w wodzie związki azotu (oprócz albumin), czyli amidy, wolne aminokwasy, peptydy, zasady azotowe oraz mineralne formy tego pierwiastka, była dla obydwu gatunków zbóż zbliżona i wynosiła dla jęczmienia jarego 2,25 g·kg⁻¹ (tab. 3), a dla owsa — 2,60 g·kg⁻¹ (tab. 4). Wykazano wyższą zawartość azotu niebiałkowego w ziarnie obydwu gatunków zbóż w pierwszym roku prowadzenia badań. Był to rok, w którym ziarno posiadało wyższą zawartość azotu ogólnego w stosunku do ziarna z drugiego roku badań. A zatem, podobnie jak w badaniach Warechowskiej (2002 a), podwyższeniu zawartości azotu ogólnego towarzyszyło zwiększenie udziału frakcji azotu niebiałkowego.

Dolistne stosowanie mikroelementów na ogół istotnie oddziaływało na skład frakcyjny białek obydwu zbóż. Wyjątek stanowiły gluteliny ziarna jęczmienia jarego oraz prolaminę ziarna owsa.

Mikroelementami, które istotnie zwiększały średnią dla dwóch lat zawartość sumy azotu albumin i globulin w ziarnie obydwu gatunków zbóż były cynk i mangan. Odpowiednie różnice w stosunku do obiektu kontrolnego wynosiły dla jęczmienia jarego: 17,2% i 17,8%, a dla owsa — 14,1% i 14,5%. Podobny kierunek zmian zawartości azotu albumin i globulin stwierdziła Warechowska i wsp. (2002 b), wykazując istotny wpływ dolistnego stosowania cynku, manganu i miedzi na skład frakcyjny białka pszenżyta jarego. Szczególną rolę w tym zakresie autorzy przypisali manganowi.

Warto podkreślić, że globuliny owsa wykazują pewne odstępstwa od typowych właściwości białek zbóż. Na przykład Colyer i Luthe, cyt. za Gąsiorowskim (1995), przypisują globulinom tego gatunku charakter białka zapasowego, wskazując na podobieństwa do glutelin. Okazuje się, bowiem, że frakcje globulin i glutelin ziarna owsa zawierają identyczne polipeptydy, które trudno poddają się ekstrakcji kolejnych rozpuszczalników, prawdopodobnie ze względu na obecność licznych wiązań typu -S-S- lub tworzenie kompleksów ze składnikami błon cytoplazmatycznych.

Należy spodziewać się, że konsekwencją podwyższenia zawartości azotu albumin i globulin były korzystne zmiany w składzie aminokwasowym białka ziarna. Na pozytywną rolę cynku, a także miedzi, w kształtowaniu składu aminokwasowego ziarna jęczmienia jarego zwracają uwagę Grzywnowicz-Gazda (1983) oraz Krauze i wsp. (1983). Autorzy niezależnie od siebie wykazali zwiększenie, pod wpływem stosowania mikroelementów, zawartości wielu aminokwasów egzogennych, w tym lizyny i metioniny, uznawanych za tzw. aminokwasy ograniczające wartość biologiczną białka ziarna zbóż.

Suma średnich zawartości azotu glutenin i prolamin w ziarnie jęczmienia jarego wahała się — w zależności od zastosowanego mikroelementu — w granicach od 10,70 do 11,30 g·kg⁻¹, natomiast w ziarnie owsa mieściła się w przedziale od 9,55 do 10,97 g·kg⁻¹. Wartości te były w mniejszym stopniu zróżnicowane w wyniku zastosowanego nawożenia mikroelementami niż sumy azotu albumin i globulin. W badanych gatunkach zbóż zwraca uwagę stosunkowo wysoka zawartość obydwu frakcji w ziarnie obiektów kontrolnych. Mikroelementami, które powodowały wyraźne, choć niepotwierdzone statystycznie, obniżenie średnich zawartości azotu omawianych frakcji w stosunku do obiektu kontrolnego w ziarnie jęczmienia jarego były molibden i bor. Natomiast w ziarnie owsa istotne obniżenie zawartości sumy azotu glutelin i prolamin wywołało zastosowanie Mikrochelatu Gama. Warto podkreślić, że gluteliny i prolaminy są rozmieszczone głównie w bielmie ziarna, w postaci tzw. ciał białkowych (Rakowska i in., 1978). Na ogół uważa się, że są one łatwiej strawne niż białka warstwy aleuronowej, które otoczone grubą błoną komórkową, zbudowaną z trudnostrawnych polisacharydów, są mniej dostępne działaniu enzymów trawiennych.

Najwyższą średnią zawartość niebiałkowych form azotu dla ziarna obydwu gatunków zbóż stwierdzono w obiektach opryskiwanych roztworem manganu. Pierwiastek ten, wchodząc w skład enzymów, takich jak reduktaza azotanowa, peptydaza i arginaza, wpływa na procesy redukcji azotanów oraz hydrolizy amidów, peptydów i mocznika (Szukalski, 1979). Stąd, co potwierdzają niniejsze badania, dobre zaopatrzenie rośliny w ten składnik pokarmowy może powodować podwyższenie zawartości azotu niebiałkowego. Pozostałe mikroelementy natomiast, podobnie jak w badaniach Warechowskiej i wsp. (2002 a), na ogół obniżały zawartość azotu niebiałkowego w ziarnie zbóż, w porównaniu z wariantem bez nawożenia.

Frakcji azotu pozostałości poekstrakcyjnej, czyli tzw. azotu nierozpuszczalnego, niewiele dotąd poświęcono uwagi. Jest to dotychczas w najmniejszym stopniu zbadana grupa związków białkowych. Według Kretoviča (1975) białka tej frakcji to prawdopodobnie wysokocząsteczkowe gluteliny i albuminy. Przypuszcza się, że omawiana grupa białek, stanowiąca mieszaninę wielkocząsteczkowych substancji, pełni w ziarnie raczej rolę strukturalną niż zapasową (Dexter i Dronzek, 1975). Przeprowadzone badania wykazały, że średnia zawartość azotu nierozpuszczalnego w ziarnie jęczmienia jarego (4,33 g·kg⁻¹) jest porównywalna z zawartością prolamin (4,47 g·kg⁻¹) a w ziarnie owsa (3,47 g·kg⁻¹) — z zawartością azotu globulin (3,40 g·kg⁻¹). Wyniki te korespondują z badaniami Kriščenki i Datdendeva (1978), według których udział azotu nierozpuszczalnego w ziarnie czterech odmian jęczmienia jarego wahał się w granicach

2,3%–6,0%. Natomiast według Domskiej (1973) zawartość tej frakcji w ziarnie jęczmienia jest nieco niższa i wynosi od 1,0 do 2,0%.

Zdaniem Muncka (1972), wzrost udziału azotu pozostałości poekstrakcyjnej jest niepożądany z żywieniowego punktu widzenia. Jakkolwiek skład aminokwasowy tej frakcji jest korzystny ze względu na znaczną obecność limitującej wartość białka zbóż lizyny (Wieser i in., 1980; Barczak i Nowak, 1995), jednak frakcja ta ma mniejsze znaczenie odżywcze z powodu niskiej przyswajalności.

Zastosowanie wieloskładnikowego Mikrochelatu Gama, zawierającego schelatowane formy mikroelementów, na ogół działało mniej korzystnie niż nawożenie pojedynczymi solami. Najniższą zawartość azotu nierozpuszczalnego i azotu prolamin w ziarnie jęczmienia jarego, a także azotu globulin, glutelin, prolamin oraz azotu niebiałkowego i nierozpuszczalnego w ziarnie owsa, stwierdzono właśnie dla obiektów opryskiwanych Mikrochelatem. Również Kozera i Cwojdzinski (2002) w badaniach opierających się na analogicznym doświadczeniu, a dotyczących oddziaływania mikronawozów na skład aminokwasowy białka bulw ziemniaka, wykazali mniej korzystne działanie Mikrochelatu. Można sądzić, że między mikroelementami znajdującymi się w nawozie zachodzą niekorzystne interakcje, powodujące niewielką z punktu widzenia jakości białka, efektywność tej formy nawozów.

WNIOSKI

1. Dolistne stosowanie mikronawozów na ogół korzystnie oddziaływało na kumulację azotu w ziarnie jęczmienia jarego i owsa. Mikroelementami, które istotnie zwiększały zawartość tego pierwiastka w ziarnie obydwu gatunków zbóż w stosunku do obiektu nie nawożonego, były cynk i mangan.
2. Dominującą frakcją białkową w ziarnie badanych zbóż były gluteliny; najniższy udział posiadały albuminy.
3. Ziarno owsa w stosunku do ziarna jęczmienia jarego posiadało wyższą zawartość azotu albumin i globulin, frakcji o korzystniejszym składzie aminokwasowym. Mikroelementami, które zastosowane dolistnie istotnie zwiększały sumę azotu tych frakcji w ziarnie jęczmienia i owsa, były cynk i mangan.
4. Nawożenie Mikrochelatem Gama powodowało istotne obniżenie zawartości sumy azotu glutelin i prolamin w ziarnie owsa. Podobny efekt w ziarnie jęczmienia jarego nastąpił pod wpływem zastosowania boru i molibdenu.
5. Wieloskładnikowy nawóz mikroelementowy w postaci schelatowanej oddziaływał mniej korzystnie na skład frakcyjny białka ziarna obydwu badanych gatunków zbóż niż mikroelementy stosowane w formie pojedynczych soli nieorganicznych.

LITERATURA

- Barczak B., Nowak K. 1995. Wpływ nawożenia azotem na jakość białka ziarna jęczmienia ozimego Cz. II. Skład aminokwasowy frakcji. *Rocz. Nauk Rol. A*, 111 (1/2): 85 — 97.
- Barczak B. 1999. Rola nawożenia azotem w kształtowaniu wartości biologicznej białka ziarna jęczmienia ozimego. *Rocz. Nauk Rol. A*, 114(1/2): 205 — 218.

- Cwojdzinski W. 1979. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość i jakość białek ziarna różnych odmian jęczmienia ozimego. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, 79, Rolnictwo 10: 3 — 122.
- Dexter J. E., Dronzek B. L. 1975. Note on the amino acid composition of protein fractions from a developing triticale and its rye and wheat parents. Cereal Chem. 52 (4): 587 — 596.
- Domska D. 1973. Wpływ nawożenia na zawartość azotu i jakość białka ziarna pszenicy i jęczmienia. I. Frakcje azotowe. Zesz. Nauk. ART. Olsztyn, Rolnictwo, 3: 101 — 114.
- Domska D., Anchim W., Bobrzecka D., Procyk Z. 1994. Wpływ nawożenia azotem i miedzią na plon, zawartość skład aminokwasowy białka ziarna pszenicy ozimej. Frag. Agron., 3: 46 — 53.
- Draper S. R. 1973. Amino acid profiles of chemical and anatomical fractions of oat grains. J. Sci. Food Agric. 24: 1241 — 1250.
- Gąsiorowski H. 1995. Owies — chemia i technologia. PWRiL, Warszawa.
- Grzywnowicz-Gazda Z. 1983. Wpływ zróżnicowanego nawożenia cynkiem na wysokość i jakość plonu ziarna jęczmienia jarego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242: 201 — 209.
- Kozera W., Cwojdzinski W. 2002. Impact of fertilization with zinc and manganese on chemical content of potato tubers. Chemia Inżynieria Ekologia, 11, 9: 1397 — 1402.
- Krauze A., Domska D., Koter M. 1983. Wpływ wysokiego nawożenia azotowego i mikroelementów na plon białka w pszenicy oraz jego wartość biologiczną. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 238: 109 — 120.
- Krietović W. L. 1975. Rastitielnye belki i ich biosyntezy. Nauka, Moskwa.
- Kriščenko W. P., Datdendev D. D. 1978. Uslovija i chimiceskoj sostav jačmienija. Izv. Akad. Nauk ZSSR, ser. Biol. 1: 71 — 78.
- Łabuda H., Milczak M. 2003. Wpływ dokarmiania dolistnego mikroelementami na jakość nasion bobu w fazie dojrzałości technologicznej. Acta Agrophys. 85, 197 — 202.
- Łoginow W., Gulewicz K., Kłupczyński Z. 1971. Analiza frakcji białek i perspektywy jej stosowania. Pam. Puł. 50: 117 — 126.
- Michael G., Blume B. 1960. Über den Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Eisweisszusammensetzung des Gerstenkornes. Zeit. für Pflernäh. Düng. Bodenkd. 88 (3): 237 — 250.
- Munck L. 1972. Improvement of nutritional value in cereals. Hereditas, 72 (1): 1 — 128.
- Peterson D. M. 1976. Protein concentration, Concentration of protein fractions, and amino acid balance in oats. Crop Sci. 16: 663 — 667.
- Peterson D. M., Winegar A. C. 1986. Oat storage proteins. In: Oats chemistry and technology: AACCC, St. Paul: 153 — 203.
- Rakowska M., Szkiłłądziowa W., Kunachowicz H. 1978. Biologiczna wartość białka żywności. WNT, Warszawa.
- Rek-Ciepla B., Czembor H., Neumann M. 1985. Ocena niektórych cech jakościowych białka ziarna jęczmienia. Biul. IHAR 29, 516: 49 — 55.
- Robbins G. S., Pomeranz Y., Briggles L. 1971. Amino acid composition of oat grain. J. Agric. Food Chem., 19, 3: 536 — 539.
- Ruszkowska M., Wojcieszka-Wykupajtyś U. 1996. Mikroelementy — fizjologiczne i ekologiczne aspekty ich niedoborów i nadmiarów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 1 — 11.
- Schiller K., 1971. Untersuchungen über die Variabilität von Futtergerstenprotein. Landw. Forsch. 24, 1: 15 — 33.
- Sztunder H., Świerczewska M., 2002. Wpływ nawozów dolistnych na cechy jakościowe ziarna niektórych odmian pszenicy ozimej i jarej. Zesz. Nauk. Post. Nauk Rol., 484, II: 669 — 674.
- Szukalski H., 1979. Mikroelementy w produkcji roślinnej. PWRiL, Warszawa.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D., 2003. Wpływ wieloskładnikowych nawozów dolistnych na plonowanie i skład chemiczny owsa. Acta Agrophys. 65: 89 — 98.
- Warechowska M., Domska D., Bobrecka D. 2002 a. Wpływ techniki dokarmiania dolistnego na plon i jakość ziarna pszenżyta jarego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 484: 725 — 732.
- Warechowska M., Domska D., Wojtkowiak K., Raczkowski M. 2002 b. Wpływ dolistnego dokarmiania azotem i mikroelementami na zawartość i skład białka ziarna pszenżyta jarego. Zesz. Probl. Nauk Rol., 484: 733 — 741.

- Wieser H., Seilmeier W., Belitz H. 1980. Vergleichende Untersuchungen über partielle Aminosäuresequenzen von Prolaminen und Glutelinen verschiedener Getreidearten. I. Proteinfractionierung nach Osborne. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 170: 17 — 26.
- Ziótek E., Desoń-Barańska B., Szafranski W. 1992. Wpływ nawożenia makro- i mikroelementami na zawartość i skład aminokwasowy białka w ziarnie owsa i jęczmienia jarego w zależności od warunków siedliskowych. Zesz. Nauk. AR Kraków, 259, Sesja Nauk., 32: 375 — 395.

JERZY KSIEŻAK

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wpływ wydzielin korzeni siewek owsa i eksudatów z ziarna na kiełkowanie nasion roślin strączkowych oraz wyciągów z nasion grochu na ziarniaki owsa i jęczmienia

Influence of root excretions of oat seedlings and cereal grain exudates on germination of leguminous crops seeds and of extracts from pea seeds on oat and barley

Badano wpływ wydzielin korzeniowych siewek owsa na kiełkowanie nasion grochu siewnego, wyki siewnej, łubinu wąskolistnego i żółtego. Oceniano również oddziaływanie eksudatu z ziarna owsa i jęczmienia na nasiona grochu, a także wpływ wyciągu z nasion grochu na ziarniaki tych zbóż. Doświadczenia wykonano w warunkach laboratoryjnych. Silniejsze było oddziaływanie na nasiona roślin strączkowych wydzielin korzeniowych siewek owsa niż eksudatów z jego ziarna. Wydzieliny korzeniowe siewek owsa miały hamujący lub stymulujący wpływ na kiełkowanie nasion grochu, wyki i łubinu wąskolistnego i żółtego, rozwój kielka oraz korzeni zarodkowych. Po 4 dniach wydzieliny korzeniowe siewek owsa o stężeniu większym oddziaływały hamująco na rozwój korzenia zarodkowego wszystkich gatunków roślin strączkowych, a o mniejszym stężeniu ograniczały masę korzenia grochu, łubinu wąskolistnego i wyki siewnej (wyki także długość). Natomiast po 8 dniach wydzieliny te (niezależnie od stężenia) najsilniej ograniczały rozwój korzenia łubinu wąskolistnego. Po 4 dniach wyciągi z pęczniejących przez 72 godz. ziarniaków owsa oraz po 8 dniach z ziarniaków moczonych przez 24 godz. stymulowały kiełkowanie nasion grochu, nie obserwowano natomiast takiego wpływu roztworów z ziarna jęczmienia. Eksudaty z nasion grochu moczonych 72 godz. wpływały inhibitoryjnie na kiełkowanie ziarniaków owsa, silnie ograniczały kiełkowanie ziarniaków jęczmienia oraz rozwój kielków i korzeni zarodkowych ziarniaków obu gatunków.

Słowa kluczowe: eksudaty z ziarna, kiełkowanie nasion, wydzieliny korzeniowe

The influence of root excretions of oat seedlings on germination of pea, vetch, blue and yellow lupine seeds was investigated. The effect of oat and barley grain exudates on pea seeds and the influence of extracts from pea seeds on kernels of these cereals was additionally evaluated. The experiments were done in a laboratory. The influence of root excretions of oat seedlings on germination of leguminous crops seeds was stronger than the effect of grain exudates. Root extracts of oat seedlings stimulated or inhibited germination of pea, vetch, blue and yellow lupine seeds and development of germs and rootlets. After four days oats root excretions at higher concentration inhibited the rootlet development of all tested leguminous species and at lower concentration limited the root weight of pea, blue lupine

and vetch (also root length of vetch). On the other hand, after 8 days these excretions limited the root development of blue lupine most intensely independently of concentration. Extract of oat seeds soaked for 72 hours stimulated germination of pea seeds after 4 days and extract of oat seeds soaked for 24 hours stimulated pea seeds germination after 8 days. On the other hand such effect of barley seed extract on pea seeds germination was not observed. Pea seeds exudates soaked by 72 hours inhibited germination of oat kernels, strongly limited germination of barley kernels and retarded growth of sprouts and rootlets of the both cereals.

Key words: cereal grain exudates, roots excretions, seeds germination

WSTĘP

Wzajemne oddziaływanie na siebie roślin poznano już w starożytności, a informacje to potwierdzające można znaleźć w wielu pracach pochodzących z różnych okresów (Grodzinsky, 1965; Oleszek, 1995). W okresie średniowiecza w znaczącym zakresie poszerzono wiedzę dotyczącą tego zjawiska jak również jej praktycznego wykorzystania (Oleszek, 1995). Allelopatyczne oddziaływanie rozpoczyna się już w okresie kiełkowania nasion (Doboszyński, 1957; Grant i Sallans, 1964; Harkot, 1988) i trwa przez cały okres wzrostu i rozwoju roślin (Falkowski, 1958; Newman i Rovira, 1975; Takahashi i in., 1988). Bogate w związki allelopatyczne (głównie związki fenolowe i alkaloidy) są między innymi młode rosnące rośliny zbożowe oraz produkty ich rozkładu. Znaczne ilości tych związków znajdują się również w ziarniakach zbóż, o czym świadczy istotny ich wpływ na zdolność kiełkowania nasion wielu gatunków roślin (Grzesiuk, 1967). Występują one głównie w okrywie owocowo-nasiennej ziarniaków, a uaktywniają się podczas pęcznienia i kiełkowania. Z licznych badań wynika również, że związki allelopatyczne identyfikowane są również w wydzielinach korzeniowych roślin (Harkot i Lipińska, 1996; Stevens i Tang, 1987; Takahashi i in., 1994; Tang, 1986). Oddziaływanie wydzielin systemu korzeniowego siewek zbóż oraz eksudatów z ich ziarniaków na kiełkujące nasiona roślin strączkowych jest dotychczas mało poznana. Dlatego w niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki doświadczeń, w których dążono do określenia wpływu wydzielin korzeni siewek owsa na kiełkowanie nasion roślin strączkowych oraz wpływ eksudatów z ziarniaków owsa na kiełkowanie nasion grochu i wyciągów nasion grochu na kiełkowanie ziarna zbóż.

MATERIAŁ I METODY

Ocenę wpływu wydzielin korzeniowych siewek owsa na kiełkowanie nasion roślin strączkowych oraz wodnego roztworu eksudatu z ziarna owsa i jęczmienia na nasiona grochu wykonano w warunkach laboratoryjnych. W pierwszym doświadczeniu uwzględniono cztery gatunki roślin strączkowych: groch siewny, wykę siewną, łubin żółty i wąskolistny oraz dwa stężenia wydzielin:

- I. odpowiadające oddziaływaniu jednej siewki owsa na jedno nasienie roślin strączkowych,
- II. odpowiadające oddziaływaniu 5 siewek owsa na jedno nasienie roślin strączkowych.

W celu pozyskania wydzielin umieszczono ziarniaki owsa „na tetrze” w sitkach z tworzywa sztucznego (po 500 nasion dla otrzymania stężenia I i 2500 nasion dla stężenia II). Sitka z kolei umieszczano w naczyniach z tworzywa o ściankach nieprzepuszczających światła. Do każdego naczynia wlewano po 500 ml wody destylowanej. Utrzymywano w nich stały poziom wody w celu zapewnienia ciągłej wilgotności „tetry” w okresie kiełkowania nasion. Po wykiełkowaniu siewki owsa rozwijały się przez 14 dni, w tym czasie wykształciły listek, ich wysokość wynosiła około 10 cm, a długość korzonków kilkanaście centymetrów.

W drugim doświadczeniu oceniano wpływ na nasiona grochu wodnych roztworów eksudatów pęczniejących ziarniaków zbóż jarych: jęczmienia i owsa moczonych przez 24, 48, 72 godzin. Wyciągi sporządzono w stosunku 1 g ziarniaków zbóż na 5 ml wody destylowanej. Oceniano również wpływ wyciągu z nasion grochu na ziarniaki tych samych gatunków zbóż. Kontrolę w obu doświadczeniach stanowiła woda destylowana.

Ocenę wpływu wydzielin korzeniowych jak i eksudatów na nasiona roślin strączkowych i ziarniaki zbóż przeprowadzono w 4 powtórzeniach. W szalkach Petriego ($\varnothing$ 15 cm) na trzech warstwach bibuły chromatograficznej umieszczano po 100 nasion roślin strączkowych lub ziarniaków zbóż. Bibułę zwilżano pozyskanymi wcześniej wodnymi roztworami wydzielin korzeni siewek owsa lub eksudatami z ziarniaków zbóż i grochu. Kiełkowanie odbywało się w temperaturze 18°–20°C przy dostępie światła dziennego.

Celem określenia oddziaływania wydzielin korzeniowych siewek owsa oraz wyciągów nasion grochu i ziarniaków zbóż po 4 i 8 dniach oznaczono liczbę skielkowanych nasion roślin strączkowych (w nasionach łubinów wytworzenie korzenia zarodkowego uznano, iż jest ono zdolne wytworzyć również kiełek) zbóż (widoczny korzeń zarodkowy, długość około 2 mm poza okrywą nasienną), długość kiełka i korzenia zarodkowego (u zbóż najdłuższego) oraz ich masę (łącznie z 10 nasion). U zbóż oznaczono ponadto długość koleoptyla (wraz z pierwszym liściem) oraz liczbę korzeni zarodkowych. Istotność wpływu badanych czynników doświadczenia na obserwowane cechy oceniano za pomocą analizy wariancji wyznaczając półprzedziały ufności testem Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że nasiona łubinu wąskolistnego zwilżane wodnymi roztworami wydzielin korzeniowych siewek owsa o mniejszym jak i większym stężeniu charakteryzowały się istotnie gorszym kiełkowaniem w porównaniu do kontroli (tab. 1). Również gorsze kiełkowanie wykazały nasiona grochu, ale zwilżane tylko wyciągiem o mniejszym stężeniu, co jest nieco zaskakujące i trudne do wyjaśnienia. Wpływ omawianego wyciągu na kiełkowanie pozostałych gatunków nasion roślin strączkowych był niewielki (różnice nieistotne), chociaż zauważono niewielki stymulujący wpływ wyciągu o mniejszym stężeniu na kiełkowanie po 8 dniach nasion wyki siewnej. W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących reakcji nasion strączkowych na wydzieliny korzeniowe siewek zbóż.

Tabela 1

Wpływ wydzielin korzeniowych owsa na kiełkowanie nasion roślin strączkowych
Influence of excretions of oat roots on germination of leguminous crops seeds

Gatunek species	% nasion kiełkujących % of seed germination					
	po 4 dniach — after 4 days			po 8 dniach — after 8 days		
	kontrola control	stężenie A concentration	stężenie B concentration	kontrola control	stężenie A concentration	stężenie B concentration
Groch Pea	96,7 a	85,0 b*	95,5 a	96,7 a	86,7 b*	96,0 a
Wyka Vetch	93,7 a	92,7 a	92,2 a	95,7 a	97,0 a	95,5 a
Łubin żółty Yellow lupine	97,7 a	93,7 a	95,0 a	98,5 a	96,5 a	98,0 a
Łubin wąskolistny Blue lupine	85,7 b	80,2 c*	77,5 b*	86,5 b	81,5 c*	79,2 b*

Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie, a wierszach oznaczonych* różnią się istotnie
 Numbers within columns followed by the same letters do not differ significantly and those within lines, marked with *, differ significantly

Jedynie wiadomo, że zdolność kiełkowania nasion *Poa pratensis* zwilżanych wydzielinami *Dactylis glomerata* o większym stężeniu była o 19% gorsza w porównaniu do nasion zwilżanych wydzielinami o mniejszym stężeniu (Harkot i Lipińska, 1995). Te same autorki podają również, że nasiona *Bromus inermis* zwilżane wodnymi roztworami wydzielin o stężeniu większym, niezależnie od ich rodzaju, kiełkują istotnie lepiej niż zwilżane wydzielinami o stężeniu mniejszym. We wcześniej wykonanych doświadczeniach własnych najsłabszą reakcję na bezpośrednie sąsiedztwo nasion zbóż wykazały nasiona łubinu wąskolistnego (Księżak, 2000, 2001).

Wydzieliny korzeniowe siewek owsa miały istotny wpływ na rozwój korzenia zarodkowego ocenianych gatunków roślin strączkowych (tab. 2). Po 4 dniach obserwowano hamujący wpływ wyciągu o większym stężeniu (B) na rozwój korzenia (masa i długość) grochu siewnego, wyki siewnej i łubinu wąskolistnego oraz masę łubinu żółtego, a o mniejszym stężeniu na długość i masę korzenia wyki siewnej i masę łubinu wąskolistnego i grochu w porównaniu do kontroli. Po 8 dniach wydzieliny zarówno o mniejszym (A) i większym stężeniu (B) najsilniej ograniczały rozwój korzenia zarodkowego łubinu wąskolistnego (długość i masa) oraz masę korzenia grochu. Ponadto wydzieliny o większym stężeniu stymulowały długość korzenia łubinu żółtego.

Po 4, jak i po 8 dniach kiełek wytworzyły groch i wyka, natomiast nie stwierdzono ich u łubinów. Substancje wydzielane przez korzenie siewek owsa istotnie modyfikowały wzrost kielka nasion tych gatunków (tab. 3). W obu terminach oznaczeń wydzieliny siewek owsa o mniejszym i większym stężeniu zmniejszały masę kielka grochu po 8 dniach także długość, a po 4 dniach również masę i długość kielka nasion wyki. Ponadto po 8 dniach stymulowały masę kielka wyki wydzieliny o większym stężeniu. Brak kielków u łubinów (żółtego i wąskolistnego) po 4 dniach zanotowano również pod wpływem wydzielin ziarniaków zbóż pęczniejących i kiełkujących w ich bezpośrednim sąsiedztwie (Księżak, 2001). Jelinowska (1967) w swoich badaniach stwierdziła istnienie wzajemnego wpływu nasion lucerny i jęczmienia, który wyrażał się głównie hamowaniem wzrostu

elongacyjnego kiełków, co może powodować opóźnienie wschodów. Ponadto jak podaje Jaskulski (1997) zarówno inhibicja, jak i stymulacja początkowego wzrostu osobników w agrofloceniezie może doprowadzić do nierównomiernych wschodów, zróżnicowanego zaawansowania wzrostu roślin w łanie, a w konsekwencji do nasilenia konkurencji. Wyniki badań Białego (1990) i Oleszka (1987) wskazują, że czynnik allelopatyczny w mniejszym stopniu wpływa na zdolność kiełkowania nasion niż na początkowy wzrost siewek.

Tabela 2

Wpływ wydzielin korzeniowych owsa na korzeń zarodkowy roślin strączkowych (masa z10 szt.)
Influence of excretions of oat roots on leguminous crops seminal roots (mass of 10 roots)

Gatunek species	% nasion kiełkujących % of seed germination											
	po 4 dniach — after 4 days						po 8 dniach — after 8 days					
	kontrola control		stężenie A concentration		stężenie B concentration		kontrola control		stężenie A concentration		stężenie B concentration	
	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass
Groch Pea	37,6 a	0,067 a	32,7 a	0,055 a*	28,2 b*	0,044 b*	46,9 a	0,083 a	48,2 a	0,065 a*	53,1 a*	0,061b*
Wyka Vetch	41,2 a	0,034 a	31,2 b*	0,027 a*	34,6 b*	0,024 b*	88,3 a	0,062 a	82,5 a	0,063 a	86,4a	0,054 a
Łubin żółty Yellow lupine	37,9 a	0,113 a	32,0 a	0,100 a	38,5 b	0,094 b*	70,0 a	0,290 a	62,8 a	0,221 a	82,5b*	0,273 a
Łubin wąsko- listny Blue lupine	40,6 a	0,162 a	40,2 a	0,117 b*	34,9 b*	0,098 b*	82,6 a	0,505 a	67,8 b*	0,269 b*	64,8b*	0,232 a*

Zobacz tabela 1; See table 1

Tabela 3

Wpływ wydzielin korzeniowych owsa na kiełek roślin strączkowych (masa z10 szt.)
Influence of excretions of oat roots on leguminous crops germs (weight of 10 germs)

Gatunek Species	% nasion kiełkujących % of seed germination											
	Po 4 dniach — after 4 days						Po 8 dniach — after 8 days					
	kontrola control		stężenie A concentration		stężenie B concentration		kontrola control		stężenie A concentration		stężenie B concentration	
	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass
Groch Pea	4,5 a	0,030a	3,6b	0,014b*	4,7a	0,019b*	20,4a	0,083a	17,8a*	0,044b*	17,0a*	0,039b*
Wyka Vetch	28,7a	0,033a	17,8b*	0,024b*	18,2b*	0,026a*	100,7a	0,062a	95,6a	0,089a*	96,6a	0,087a*

Zobacz tabela 1; See table 1

Drugie doświadczenie przeprowadzono w dwóch seriach: w pierwszej dążono do określenia reakcji kiełkujących nasion grochu na eksudaty z ziarna owsa i jęczmienia,

natomiast w drugiej serii reakcję kiełkujących zbóż na wodne wyciągi z nasion grochu. Po 4 dniach roztwory wodne, w których uprzednio pęczniały ziarniaki owsa przez 72 godz. oraz po 8 dniach moczone 24 godz. stymulowały kiełkowanie nasion grochu w porównaniu do podlewanych wodą destylowaną (tab. 4). Nie zanotowano natomiast znaczącego wpływu roztworu z ziarna jęczmienia na kiełkowanie nasion grochu.

Tabela 4

Wpływ eksudatu z ziarna owsa i jęczmienia na kiełkowanie nasion grochu (%)
Influence of grain exudates from oat and barley on germination of pea seeds (%)

Eksudat z ziarna (godz.) Cereal and extraction time (h)		Kiełkowanie (po 4 dniach) Germination (after 4 days)	Kiełkowanie (po 8 dniach) Germination (after 8 days)
Kontrola Control		88,7 a	90,7 a
Owies Oat	24	89,7 a	95,5b
	48	88,7 a	94,7a
	72	93,2 b	94,5 a
Jęczmień Barley	24	90,7a	91,0 a
	48	88,7 a	93,2 a
	72	85,5 a	88,0 a

Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie
 Numbers within columns followed by the same letters do not differ significantly

Rozwój kielka i korzenia zarodkowego grochu był słabo modyfikowany roztworami z pęczniejących ziarniaków zbóż. Zanotowano tylko zmniejszenie długości kielka pod wpływem roztworu z ziarniaków owsa moczonych 48 i 72 godz. oraz lekko stymulujący wpływ na jego masę roztworu z ziarniaków moczonych 24 godz. (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ eksudatu z ziarna owsa i jęczmienia na kiełek i korzeń zarodkowy grochu (po 4 dniach, masa z 10 szt.)
Influence of grain exudates from oat and barley on pea germ and seminal root (after 4 days, weight of 10 roots)

Eksudat z ziarna (godz.) Cereal and extraction time (h)		Kiełek Germ		Korzeń zarodkowy Seminal root	
		długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass
Kontrola Control		6,2 a	0,171 a	32,1 a	0,510 a
Owies Oat	24	6,6 a	0,184 b	34,8 a	0,522 a
	48	5,0 b	0,160 a	36,4 b	0,538 b
	72	5,1 b	0,159 a	38,8 b	0,576 b
Jęczmień Barley	24	5,8 a	0,168 a	29,0 a	0,473 a
	48	5,9 a	0,168 a	29,3 a	0,453 b
	72	5,8 a	0,167 a	28,7 a	0,421 b

Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie
 Numbers within columns followed by the same letters do not differ significantly

Ujawnił się także stymulujący wpływ roztworu z ziarniaków owsa na masę i długość korzenia zarodkowego oraz inhibicyjny wpływ roztworu z ziarna jęczmienia moczonego 48 i 72 godzin na jego masę w porównaniu z obiektami z użyciem wody destylowanej.

W doświadczeniach Jaskulskiego (1995) siewki jęczmienia i pszenicy, w której uprzednio pęczniały ziarniaki zbóż osiągnęły zdecydowanie większą masę niż podlewane wodą destylowaną. Zdaniem tego autora może to wskazywać na zawartość składników pokarmowych i fitohormonów w wydzielinach pęczniejącego ziarna. Związki te mogą być pobierane i tą drogą włączane do metabolizmu rośliny już na etapie odżywiania mezotroficznego (Grzesiuk i Kulka, 1981; Jaskulski, 1995).

Zastosowany do podlewania ziarniaków jęczmienia i owsa wodny roztwór z nasion grochu z moczonych 48 i 72 godz. wpływał inhibicyjnie na kiełkowanie owsa oraz silnie hamująco (72 godz.) na kiełkowanie jęczmienia (tab. 6). Wyciąg z nasion grochu moczonych 72 godz. wykazał hamujące działanie na rozwój kielka ziarniaków obu ocenianych gatunków zbóż, a roztwór z moczonych krócej (24 i 48 godz.) oddziaływał korzystnie na jego wzrost (tab. 7). Ponadto zauważono, że roztwór z nasion moczonych najdłużej (72 godz.) powodował skrócenie długości i zmniejszenie masy korzeni zarodkowych zarówno owsa jak i jęczmienia w porównaniu z ziarniakami podlewanymi wodą destylowaną (tab. 8).

Tabela 6

Wpływ eksudatu z nasion grochu na kiełkowanie ziarna zbóż (%)
Influence of pea seeds exudates on germination of cereals grains (%)

Eksudat z nasion (godz.) Pea seeds extraction time (h)	Kiełkowanie (po 4 dniach) Germination (after 4 days)		Kiełkowanie (po 8 dniach) Germination (after 8 days)	
	owies oat	jęczmień barley	owies oat	jęczmień barley
Kontrola Control	71,5 a	83,0 a	76,5 a	85,5 a
Groch 24	70,2 a	86,7 a	72,5 a	88,2 a
Groch 48	65,7 a	80,0 a	70,0 b	83,2 a
Pea 72	63,0 b	44,0 b	65,0 b	45,7 b

Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie
 Numbers within columns followed by the same letters do not differ significantly

Tabela 7

Wpływ eksudatu z nasion grochu na kiełek zbóż (masa z10 szt.)
Influence of pea seeds exudates on cereal germ (weight of 10 germs)

Eksudat z nasion (godz.) Pea seeds extraction time (h)	Owies Oat		Jęczmień Barley	
	długość (mm) length	masa (g) mass	długość (mm) length	masa (g) mass
Kontrola Control	7,1 a	0,062 a	14,8 a	0,181 a
Groch 24	19,6 b	0,242 b	19,6 b	0,221 b
Groch 48	13,6 b	0,139 b	15,0 a	0,191 a
Pea 72	5,4 c	0,052 c	7,0 c	0,084 c

Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie
 Numbers within columns followed by the same letters do not differ significantly

Tabela 8

Wpływ eksudatu z nasion grochu na korzenie zarodkowe zbóż (masa z 10 szt.)
Influence of pea seeds exudates on cereals seminal roots (weight of 10 roots)

Eksudat z nasion (godz.) Pea seeds extraction time (h)	Owies Oat			Jęczmień Barley		
	długość (mm) length	liczba (szt.) number	masa (g) mass	długość (mm) length	liczba (szt.) number	masa (g) mass
Kontrola Control	32,9 a	3,3	0,190 a	40,5 a	5,9	0,391 a
Groch 24	33,2 a	3,2	0,217 a	42,5 a	6,0	0,344 a
Pea 48	26,5 a	3,1	0,174 a	33,4 b	5,8	0,325 a
Pea 72	19,7 b	3,1	0,140 b	22,0 b	5,5	0,186 b

Liczby w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie
 Numbers within columns followed by the same letters do not differ significantly

Wyniki tych badań nie upoważniają do stwierdzenia czy zróżnicowane oddziaływanie wyciągów korzeniowych siewek owsa oraz eksudatów z ziarna owsa i jęczmienia na nasiona roślin strączkowych, jak i odwrotnie było powodowane wyłącznie aktywnymi substancjami, gdyż nie dokonano ich izolacji ani charakterystyki chemicznej. Jednak zdaniem wielu autorów systemy korzeniowe roślin uwalniają w okresie wegetacji znaczne ilości materii wzbogacając glebę w związki allelopatyczne (Narwall, 1994; Takahashi in., 1994; Tang, 1986), wśród których dużą i różnorodną grupę stanowią kwasy fenolowe i ich pochodne (Guenzi i McCalla). Metabolity wtórne tych wydzielin mogą wywierać wpływ zarówno na organizmy rizosferyczne, jak i na rośliny sąsiednie (Narwall, 1994; Takahashi in., 1994; Tang, 1986).

WNIOSKI

1. Nasiona łubinu wąskolistnego zwilżane wodnymi roztworami wydzielin korzeni siewek owsa niezależnie od ich stężenia oraz nasiona grochu zwilżane roztworem o mniejszym stężeniu charakteryzowało mniejsze kiełkowanie. Wpływ wyciągów na kiełkowanie pozostałych gatunków nasion roślin strączkowych był niewielki.
2. Po 4 dniach wydzieliny korzeniowe siewek owsa o stężeniu większym oddziaływały hamująco na rozwój korzenia zarodkowego wszystkich gatunków roślin strączkowych, a o mniejszym stężeniu ograniczały masę korzenia grochu, łubinu wąskolistnego i wyki siewnej (wyki także długość). Natomiast po 8 dniach wydzieliny te (niezależnie od stężenia) najsilniej ograniczały rozwój korzenia łubinu wąskolistnego.
3. Wydzieliny siewek owsa niezależnie od stężenia ograniczały rozwój kielka grochu (długość i masa) oraz stymulowały masę kielka wyki siewnej.
4. Po 4 dniach wyciągi z pęczniejących przez 72 godz. ziarniaków owsa oraz po 8 dniach z ziarniaków moczonych przez 24 godz. stymulowały kiełkowanie nasion grochu, nie obserwowano natomiast takiego wpływu roztworów z ziarna jęczmienia.
5. Rozwój kielka i korzenia zarodkowego grochu był słabo modyfikowany wodnymi roztworami z ziarniaków owsa i jęczmienia, stwierdzono jedynie ograniczenie długości kielka pod wpływem roztworu z ziarniaków owsa moczonych 48 i 72 godz.

6. Wodny roztwór z nasion grochu moczonych 48 i 72 godz. wpływał inhibycyjnie na kiełkowanie owsa oraz silnie hamująco (72 godz.) na kiełkowanie jęczmienia.
7. Wodny wyciąg z nasion grochu moczonych 72 godz. wykazywał hamujące działanie na rozwój kielka i korzenia zarodkowego ziarniaków owsa i jęczmienia, a z moczonych 24 i 48 godz. oddziaływał korzystnie na wzrost kielka.

LITERATURA

- Biały Z., Oleszek W., Lewis J., Fenwick G. 1990. Allelopathic potential of glucosinolates (mustard oil glycosides) and their degradation products against wheat. *Plant and Soil* 129: 277 — 281.
- Doboszyński L. 1957. Obserwacje nad wzajemnym wpływem traw i komonicy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.) na przebieg kiełkowania. *Ekol. Pol. Seria B*, z. 1, 3: 63 — 65.
- Falkowski M. 1958. Starzenie się łąk. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 3, 13, 7 — 31.
- Grant E., Sallans W. G. 1964. Influence of plant extracts on germination and growth of eight forage species. *Journal of the British Grassland Society* 19, 2: 191 — 192.
- Grodzinsky A. M. 1965. Allelopathy in the life of higher plants. *Naukova Dumka, ZSSR, Kiev*.
- Grzesiuk S. 1967. *Fizjologia nasion*. PWRiL, Warszawa.
- Grzesiuk S., Kulka K. 1981. *Fizjologia i biochemia nasion*. PWRiL.
- Guenzi W., McCalla T. 1966. Phenolic acid in oats, wheat, sorghum and corn residues and their phytotoxicity. *Agron. J.* 58, 303 — 304.
- Harkot W. 1988. Kiełkowanie oraz początkowy wzrost i rozwój tymotki łąkowej w mieszkankach z kupkówką pospolitą i życią trwałą. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* 366: 200 — 207.
- Harkot W., Lipińska H. 1996. Wpływ wydzielin korzeni siewek niektórych gatunków traw i koniczyn na kiełkowanie ich nasion. *Mat. konf. „Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii”*. Puławy, K(10): 147 — 153.
- Jaskulski D. 1996. Reakcje kiełkujących zbóż na wydzieliny ziarniaków zbóż w okresie kiełkowania. *Mat. konf. nauk. „Biochemiczne interakcje w oddziaływaniach środowiskowych*. IUNG Puławy: 139 — 145.
- Jaskulski D. 1997. Przejawy oddziaływań allelopatycznych w agrofitycenozach. *Post. Nauk Rol.* 4: 3 — 14.
- Jelinowska A. 1967. Badania nad wpływem jęczmienia jako rośliny ochronnej na wsiewaną lucernę. *Pam. Puł.* 26: 119 — 179.
- Narwall S. S. 1994. *Allelopathy in crop production*. Scientific Publisher, Jodhpur, India.
- Książak J. 2000. Wzajemny wpływ komponentów mieszanek roślin strączkowych ze zbożami na energię i zdolność kiełkowania. *Mat. konf. nauk. „Biochemiczne interakcje w oddziaływaniach środowiskowych*. IUNG Puławy: 67 — 68.
- Książak J. 2001. Wzajemne oddziaływanie wydzielin nasion hubinu żółtego i wąskolistnego i ziarniaków zbóż w okresie kiełkowania. *Zesz. Nauk. AR Wrocław vol.* 426: 183 — 193.
- Newman E. L., Rovira A. D. 1975. Allelopathy among some British grassland species. *J. Ecol.* 63, 727 — 737.
- Oleszek W. 1987. Allelopathic effects of volatiles from some *Cruciferae* species on lettuce. *Barnyard grass and wheat growth*. *Plant and Soil*. 102: 271 — 273.
- Oleszek W. 1995. Allelopatia — rys historyczny, definicje, nazewnictwo. *Mat. konf. nauk. „Teoretyczne i praktyczne aspekty allelopatii”*. Puławy, K(10): 5 — 16.
- Stevens G., Tang C. S. 1987. Inhibition of crop seedling growth by hydrophobic root exudates of the weed *Bidens pilosa*. *J. Trop. Ecol.* 3: 91 — 94.
- Takahashi Y., Otani I., Uozumi S., Yoden Y., Igarashi. 1988. Studies on the allelopathic interactions among some grassland species. I. Effect of root exudates from some grass and legume species on the growth of their own species. *J. Jap. Soc. Grassl. Sci.* 33, 4: 338 — 344.
- Takahashi Y., Uozumi S., Ono S., Yoden Y. 1994. Italian ryegrass response to allelopathic effects of stubble-residues from several tropical grasses. *Proceedings of the XV IGC*: 382 — 384.
- Tang C. S. 1986. Continuous trapping techniques for the study of allelochemicals from higher plants. In: *The science of allelopathy*. A. R. Putnam; C. S. Tang (ed.). John Wiley and Inc. New York: 113 — 131.

ANDRZEJ WOŹNIAKKatedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Plonowanie pszenżyta jarego w zależności od sposobów regeneracji stanowiska w monokulturze

Yielding of spring triticale in monoculture depending on field regeneration system

Przedstawiono następczy wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia obornikiem na plonowanie pszenżyta jarego uprawianego w monokulturze. Wykazano, że uprawa pszenżyta w monokulturze powodowała istotny spadek plonu ziarna, w porównaniu z obiektem kontrolnym, tj. stanowiskiem po grochu siewnym. Przyorywana materia organiczna niwelowała zniżki plonu, chociaż w różnym stopniu. Mniej korzystnie na plon wpływała wsiewka życicy westerwoldzkiej niż seradela i przyorywanie obornika. Obniżka plonu ziarna spowodowana była wzrostem zachwaszczenia i porażenia roślin przez choroby podstawy źdźbła. Przyczyniło się to do zmniejszenia obsady kłosów na 1 m², a także liczby i masy ziaren w kłosie, w stosunku do obiektu kontrolnego, tj. po grochu siewnym.

Słowa kluczowe: pszenżyto jare, wsiewki poplonowe, nawożenie organiczne, plon ziarna, zachwaszczenie, zdrowotność

Four methods of field regeneration in spring triticale monoculture were investigated in a field experiment established at the Uhrusk Experiment Station of the Lublin Agricultural University, on a rendzina type soil formed on a light loam. The experiment was established in 1993 and the data (for four randomized blocks of 10 m² plots) were collected in the years 1997–2000. The first two treatments included yearly application of green manure, *Lolium multiflorum* var. *westervoldicum* Wittm. or *Ornithopus sativus* L., the other two based on farmyard manure (FYM) dosed 30 t/ha every four years or 10 t/ha every year. Triticale cultivated after pea served as the control. Monoculture caused a significant reduction of grain yield. The magnitude of the reduction was dependent on field regeneration method; it amounted 39.1% for the *Lolium* sown under the crop plant and varied from 35.6% to 36.7% for the remained regeneration variants. The number and dry matter of weeds were significantly higher after the green manures than after the FYM fertilizations. The triticale in monoculture was more severely infected by the *Gaeumannomyces graminis* and *Pseudocercospora herpotrichoides* fungi, when compared to the control objects. The weeds and diseases reduced tillering and mass of grain per spike in triticale.

Key words: FYM, *Gaeumannomyces graminis*, grain yield, green manure, monoculture, *Pseudocercospora herpotrichoides*, spring triticale, weed infestation

WSTĘP

Poplony (międzyplony) do niedawna traktowane były głównie jako źródło dodatkowej paszy w gospodarstwie, obecnie uważane są za ważny element proekologiczny zwłaszcza w zmianowaniach zbożowych. Zadaniem międzyplonów jest dostarczanie do gleby materii organicznej, regeneracja stanowiska, zwiększenie aktywności biologicznej oraz poprawa właściwości fitosanitarnych (Deryło, 1990; Kaszubiak i in., 1990; Woźniak, 1996; Lepiarczyk, 1999; Pawłowski i Woźniak, 2000; Woźniak, 2000). Spośród roślin regenerujących w zmianowaniach zbożowych ważną rolę odgrywają rośliny motylkowate, które oprócz właściwości fitosanitarnych dostarczają roślinom następczym dużych ilości azotu (Dzienia i Romek, 1993; Bleharczyk i in., 2000). Poplony złożone z roślin krzyżowych wykazują właściwości allelopacyjne, zaś ich wydzieliny korzeniowe hamują kiełkowanie nasion i wzrost niektórych chwastów (Oleszek, 1994). Obecność w glebie substancji biologicznie aktywnych pochodzących z wydzielin korzeniowych zmniejsza porażenie roślin przez choroby podstawy źdźbła, głównie przez ograniczenie liczebności *Gaeumannomyces graminis* i *Pseudocercospora herpotrichoides* (Bochniarz, 1998).

Celem prowadzonych badań była ocena plonowania pszenżyta jarego w zależności od sposobów regeneracji stanowiska w monokulturze.

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 uprawiano w monokulturze pszenżyto jare. Przedmiotem badań były sposoby regeneracji stanowiska w monokulturze pszenżyta, a mianowicie przyorywanie jesienią materii organicznej pochodzącej z:

- wsiewki życicy westerwoldzkiej (*Lolium multiflorum* v. *westervoldicum* Wittm.),
- wsiewki seradeli (*Ornithopus sativus* L.),
- obornika w ilości 30 t·ha⁻¹ przyorywanego co 4 lata,
- obornika w ilości 10 t·ha⁻¹ przyorywanego corocznie,
- obiekt kontrolny — stanowisko w zmianowaniu po grochu siewnym.

Życicę i seradelę wsiewano w pszenżyto wiosną w ilości 40 kg·ha⁻¹.

Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spłaszczonej, wykazuje odczyn zasadowy, wysoką zawartość fosforu i potasu oraz zaliczana jest do kompleksu żyniego bardzo dobrego.

Doświadczenie prowadzono metodą losowanych podbloków, w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m².

Uprawa roli pod pszenżyto jare była zgodna z zasadami systemu płuźnego. Nawozy fosforowe (60 kg P₂O₅) i potasowe (100 kg K₂O na 1 ha) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej, natomiast azotowe wiosną — 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) we wszystkich latach badań przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia. Do siewu użyto ziarno zaprawione preparatem Raxil. Pielęgnowanie zasiewów

polegało na chemicznym mszczeniu chwastów mieszaniną herbicydów Chwastox D (5 l·ha⁻¹) i Puma Super 069 EW (l l·ha⁻¹) w fazie krzewienia się pszenżyta jarego oraz na ograniczeniu występowania chorób grzybowych — na początku strzelania w źdźbło (fungicydem Alert 375 SC) oraz pod koniec kłoszenia -preparatem Tilt CB 37,5 WP.

W pracy przedstawiono cechy wynikowe: plon ziarna w t·ha⁻¹, obsadę kłosów na l m, masę i liczbę ziaren w kłosie, masę 1000 ziaren. Inne pomiary dotyczyły oceny liczby i powietrznie suchej masy chwastów oraz chorób podstawy źdźbła. Zachwaszczenie pszenżyta oceniono w ostatnim tygodniu przed zbiorem metodą ramkowo-wagową z powierzchni 1 m² z każdego poletka wyznaczonego losowo (dwukrotnie) ramką o wymiarach 1 m × 0,5 m. Porażenie pszenżyta przez patogeny podstawy źdźbła i korzeni oceniono w fazie dojrzałości młecznej (DC 72 wg Zadoksa) zgodnie z metodą przyjętą w pracy Woźniaka (2003). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, zaś zaistniałe różnice szacowano testem Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$.

Przebieg warunków pogodowych w latach badań, zwłaszcza w zakresie opadów atmosferycznych, ulegał dużym zmianom. Opady w okresie poprzedzającym siewy (marzec) były w 1997 roku niższe o ponad 40% niż w okresie wieloletnim (1951–1995), w latach 1998–1999 dorównywały średnim opadom z wielolecia, natomiast w 2000 roku okazały się ponad 3-krotnie wyższe. W okresie intensywnego wzrostu pszenżyta, zwłaszcza w maju 1997 roku spadło 2-krotnie więcej deszczu niż w okresie wieloletnim. Z kolei lata 1998–1999 były ubogie w opady, zaś rok 2000 nieznacznie przewyższał średnie. Czerwiec tylko w 1998 roku obfitował w opady, a lipiec w każdym roku przewyższał średnie z lat 1951–1995. Bardzo wysokie opady (ponad 230 mm) wystąpiły w lipcu 1997 roku.

WYNIKI

Pszenżyto jare uprawiane w monokulturze plonowało istotnie niżej niż na obiekcie kontrolnym, tj. po grochu siewnym (tab. I). Przyorywana materia organiczna w postaci wsiewek poplonowych lub obornika niwelowała zniżki plonu, chociaż w różnym stopniu. Mniej korzystnie wpływały na plon wsiewki życicy westerwoldzkiej niż przyorywanie seradeli i obornika. Zniżki plonu na tym obiekcie wynosiły 39%, natomiast po seradeli i oborniku 35%–36%, w stosunku do stanowiska po grochu siewnym. Należy jednak wyjaśnić, że wsiewki życicy i seradeli okazały się zawodne, natomiast wytworzona przez nie zielona masa wynosiła zaledwie 7,0–10 t·ha⁻¹. Zdaniem Demidowicza i Goneta (1976) Pagóry Chełmskie, tj. rejon w którym prowadzono niniejsze badania, cechuje się przeciętnymi warunkami klimatycznymi do uprawy międzyplonów. Warunki pogodowe w latach badań, zwłaszcza w zakresie opadów atmosferycznych, znacząco różnicowały plony pszenżyta jarego (rys. I). Zakres zmienności tej cechy w stanowisku po grochu wynosił od 3,33 t·ha⁻¹ (1997 r.) do 6,21 t·ha⁻¹ (1999 r.), natomiast w monokulturze od 2,76 t·ha⁻¹ (1997 r.) do 4,03 t·ha⁻¹ (1998 r.) — rysunek I.

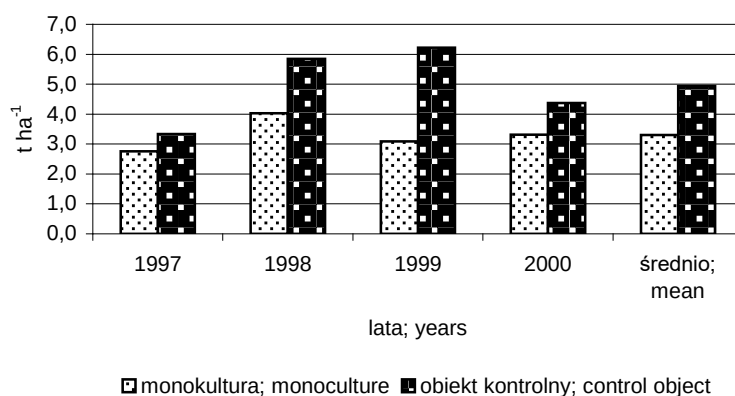
Tabela 1

Plon ziarna i elementy struktury plonu pszenżyta jarego w monokulturze (średnio z 1997–2000)
The yield of grain and its structure elements of spring triticale in monoculture (mean for 1997–2000)

Rodzaj przyoranej materii Kind of ploughed matter	Plon ziarna Grain yield (t·ha ⁻¹)	Liczba kłosów Number of head (1 m ²)	Masa ziarna w kłosie Mass of grain in heads (g)	Liczba ziaren w kłosie Number of grain per head	Masa 1000 ziaren Mass of 1000 grains (g)
Życica westerwoldzka Italian ryegrass	3,18 a*	426,1 a	0,75 a	22,0 a	34,9 a
Seradela Seradella	3,35 b	429,1 a	0,77 a	22,9 a	34,9 a
Obornik — 30 t·ha ⁻¹ FYM — 30 t·ha ⁻¹	3,30 b	436,1 a	0,77 a	23,3 a	35,5 a
Obornik — 10 t·ha ⁻¹ FYM — 10 t·ha ⁻¹	3,36 b	461,7 a	0,79 a	22,9 a	36,3 b
Obiekt kontrolny Control object	5,22 c	524,3 b	1,04 b	24,2 b	40,7 c
Średnio Mean	3,68	455,5	0,82	23,1	36,5

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

* Means followed by the same letter are not significantly different at p = 0.05



Rys. 1. Plon ziarna pszenżyta jarego w t·ha⁻¹

Fig. 1. The grain yield of spring triticale in t·ha⁻¹

Wyliczone współczynniki zmienności plonów (CV%) w monokulturze wynoszą od 17 do 19%, natomiast w obiekcie kontrolnym ponad 23% (tab. 2).

Obsada kłosów pszenżyta jarego była istotnie mniejsza w monokulturze niż w stanowisku kontrolnym (tab. 1). Przyorywana materia organiczna nie wpływała na wartość badanej cechy. W stanowisku z wsiewkami i obornikiem liczba kłosów była mniejsza o 12–19% niż na obiekcie kontrolnym. Warunki pogodowe w latach badań różnicowały obsadę kłosów na jednostce powierzchni, zaś współczynniki zmienności (CV%) dla badanej cechy wynosiły od 5,6 do 9,6% (tab. 2).

Tabela 2

Współczynniki zmienności (%)
Coefficients of variation (%)

Rodzaj przyoranej materii Kind of ploughed matter	Plon ziarna Grain yield	Liczba kłosów Number of heads	Masa ziarna w kłosie Mass of grain in head	Liczba ziaren w kłosie Number of grains per head	Masa 1000 ziaren Mass of 1000 grains
Życica westerwoldzka Italian ryegrass	19,4	6,2	22,4	25,9	14,0
Seradela Seradella	17,4	6,5	23,4	26,0	13,6
Obornik — 30 t·ha ⁻¹ FYM — 30 t·ha ⁻¹	17,7	5,6	22,5	21,9	12,6
Obornik — 10 t·ha ⁻¹ FYM — 10 t·ha ⁻¹	17,3	6,9	23,7	21,1	8,7
Obiekt kontrolny Control object	23,9	9,6	13,9	16,5	5,1

Uprawa pszenżyta w monokulturze istotnie zmniejszała masę ziarna w kłosie, w stosunku do stanowiska kontrolnego — po grochu siewnym (tab. 1). Zastosowane w celu regeneracji monokultury wsiewki oraz nawożenie obornikiem nieznacznie różnicowały tę cechę. W badanych sezonach wegetacyjnych masa ziarna w kłosie podlegała dużym wahaniom, czego wyrazem są wartości współczynnika zmienności (CV%) wynoszące w monokulturze od 22,4 do 23,7% oraz po grochu 13,9% (tab. 2).

Pszenżyto wysiewane w monokulturze wytwarzało także mniejszą liczbę ziaren w kłosie niż w stanowisku kontrolnym, tj. po grochu (tab. 1). Przyorywana materia organiczna także nie różnicowała wartości tej cechy. Liczba ziaren w kłosie w latach badań podlegała dużej zmienności, czego wyrazem są wartości współczynnika CV (tab. 2). Monokulturowa uprawa pszenżyta jarego istotnie zmniejszała masę 1000 ziaren, w stosunku do obiektu kontrolnego (tab. 1). Badane metody regeneracji stanowiska w monokulturze jedynie w przypadku corocznego wnoszenia do gleby 10 t ha⁻¹ obornika zwiększały wartość tej cechy, chociaż i tak była ona niższa o 10,8% niż po grochu.

Zależności między plonem ziarna pszenżyta a elementami jego struktury przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Istotne współczynniki korelacji (r) między plonem ziarna pszenżyta a elementami jego struktury
(p = 0,05)

Significant correlation coefficients (r) among yield of grain of spring triticale and elements of its structure (p = 0.05)

	Plon ziarna Yield grain	Liczba kłosów Number of head	Masa ziarna w kłosie Mass of grains per head	Liczba ziaren w kłosie Number of grains in head
Masa ziarna w kłosie Mass of grain in head	0,83	-0,43		
Liczba ziaren w kłosie Number of grains per head	0,79		0,80	
Masa 1000 ziarn Mass of 1000 grains				-0,41

W niniejszych badaniach plon ziarna był istotnie skorelowany z masą ziarna w kłosie ($r = 0,83$) i ich liczbą w kłosie ($r = 0,79$). Natomiast masa ziarna w kłosie była dodatnio skorelowana z liczbą ziaren w kłosie ($r = 0,80$) i ujemnie z liczbą kłosów na 1 m^2 ($r = -0,43$). Z kolei masa 1000 ziaren była ujemnie skorelowana z liczbą ziaren w kłosie ($r = -0,41$).

Stosowanie wsiewek międzyplonowych sprzyjało zachwaszczeniu pszenżyta jarego (tab. 4). Najwięcej chwastów występowało w stanowisku po wsiewce życicy westerwoldzkiej ($120,3$ na 1 m^2) i seradeli ($118,8$ na 1 m^2), istotnie mniej (o 34–45%) po oborniku stosowanym w dawce 10 i $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast najmniej (o 89,3%) po grochu. Podobnie do liczby chwastów kształtowała się wytworzona przez nie powietrznie sucha masa (tab. 4). Po przyoranej życicy i seradeli wynosiła ona $54,3$ – $64,2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ i była istotnie większa niż po obu dawkach obornika oraz w stosunku do obiektu kontrolnego.

Tabela 4

Liczba i powietrznie sucha masa chwastów w monokulturze pszenżyta jarego (średnio z 1997–2000)
Number and air dry matter of weeds in the monoculture of spring triticale (mean for 1997–2000)

Rodzaj przyoranej materii Kind of ploughed matter	Liczba chwastów na 1 m^2 Number of weeds per 1 m^2	Powietrznie sucha masa chwastów ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) Air dry matter of weeds ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$)
Życica westerwoldzka Italian ryegrass	120,3 a	64,2 a
Seradela Seradella	118,8 a	54,3 a
Obornik — $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ FYM — $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	66,0 b	36,7 b
Obornik — $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ FYM — $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	78,8 b	46,2 b
Obiekt kontrolny Control object	12,8 c	15,0 c
Średnio Mean	79,3	43,3

Tabela 5

Indeks porażenia (%) pszenżyta jarego przez patogeny podstawy źdźbła w fazie DC 72 wg Zadoksa (średnio z 1997–2000)

Infestation index (%) of spring triticale by the take-all and eyespot diseases in phase DC 72, acc. to Zadoks (mean for 1997–2000)

Rodzaj przyoranej materii Kind of ploughed matter	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>	Razem Total
Życica westerwoldzka Italian ryegrass	16,7 a	14,8 a	31,5
Seradela Seradella	11,6 b	11,8 b	23,4
Obornik — $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ FYM — $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	15,4 a	13,0 a	28,4
Obornik — $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ FYM — $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$	15,1 a	14,1 a	29,2
Obiekt kontrolny Control object	2,7 c	4,5 c	7,2
Średnio Mean	12,3	11,6	—

Monokulturze pszenżyta towarzyszył wzrost porażenia roślin przez kompleks patogenów podstawy źdźbła, głównie *Gaeumannomyces graminis* i *Pseudocercospora herpotrichoides*, w stosunku do stanowiska kontrolnego — po grochu (tab. 5). Infekcji roślin sprzyjało stanowisko po przyoranej życicy westerwoldzkiej, a także po obu dawkach obornika. Jedynie po wsiewce seradeli porażenie pszenicy przez patogeny podstawy źdźbła było mniejsze niż na porównywanych obiektach.

WNIOSKI

1. Uprawa pszenżyta jarego w monokulturze istotnie zmniejszała plon ziarna w porównaniu z obiektem kontrolnym — stanowiskiem po grochu siewnym.
2. Przyorywana materia organiczna niwelowała zniżki plonu, chociaż w różnym stopniu. Mniej korzystnie na plon wpływała wsiewka życicy westerwoldzkiej niż seradela i przyorywanie obornika w ilości 10 i 30 t·ha⁻¹.
3. Obniżka plonu ziarna pszenżyta jarego spowodowana była wzrostem zachwaszczenia i porażenia roślin przez choroby podstawy źdźbła. Przyczyniło się to do zmniejszenia obsady kłosów na 1 m², a także liczby i masy ziaren w kłosie, w stosunku do obiektu kontrolnego, tj. po grochu siewnym.

LITERATURA

- Blecharczyk A., Małecka I., Skrzypczak G., Pudółko J. 2000. Wpływ grochu jako rośliny regenerującej na występowanie chorób i plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach uprawy roli. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 470: 13 — 19.
- Bochniarz A. 1998. Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w dobrej praktyce rolniczej w świetle literatury. Mat. konf. nt. "Dobre praktyki w produkcji rolniczej". Wyd. IUNG Puławy, 1.1: 21 — 29.
- Demidowicz G., Gonet Z. 1976. Bonitacja klimatu Polski dla uprawy poplonów ścierniskowych. Pam. Puł., z. 66: 203 — 214.
- Deryło S. 1990. Badania nad regenerującą rolą poplonów ścierniskowych w płodozmianach o różnym udziale zbóż. Rozp. Nauk. AR Lublin, 127: 1 — 66.
- Dzienia S., Romek B. 1993. Reakcja zbóż na przedplony roślin strączkowych. Roczniki AR w Poznaniu, Roln. 243: 139 — 147.
- Kaszubiak H., Kaczmarek W., Pędziwilk Z., Sawicka A., Muszyńska M., Durska G. 1990. Zespoły drobnoustrojów pod uprawami roślin w monokulturze i w zmianowaniu. Synteza wyników badań CPBP.04.10.03 na temat „Ekologiczne procesy w monokulturowych uprawach zbóż”. Wyd. UAM Poznań: 77 — 90.
- Lepiarczyk A. 1999. Rośliny regenerujące w płodozmianach zbożowych. Zesz. Nauk. AR Kraków. Rozpr. habilit. 256: 1 — 81.
- Oleszek W. 1994. *Brassicaceae* jako rośliny alternatywne umożliwiające kontrolę zachwaszczenia w rolnictwie zachowawczym. Fragm. Agron. 4: 5 — 19.
- Pawłowski F., Woźniak A. 2000. Wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia organicznego na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta ozimego w monokulturze. Część II. Zachwaszczenie i zdrowotność. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 470: 83 — 89.
- Woźniak A. 1996. Importance of underplant crop and farmyard as manures in monoculture of winter triticale. Book of Abstracts, 4th ESA — Congress, Veldhoven — Wageningen, The Netherlands, vol. II: 508 — 509.

- Woźniak A. 2000. Wpływ wsiewek poplonowych i nawożenia organicznego na plonowanie, zachwaszczenie i zdrowotność pszenżyta ozimego w monokulturze. Część I. Plon ziarna. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 470: 75 — 82.
- Woźniak A. 2003. Produkcyjność jęczmienia jarego uprawianego w różnych — płodozmianach i w monokulturze. Acta Scien. Polon., Agricultura 2 (1): 41 — 48.

MARIAN GÓRSKI

Krajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Reakcja odmian gryki na długoterminowe przechowywanie w banku genów

Reaction of buckwheat cultivars to long-term storage in gene bank

Obecnie w długoterminowym przechowywaniu w Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych znajduje się 105 obiektów gryki. W latach 1997 i 2002 wykonano kontrolne badania zdolności kiełkowania. Na podstawie uzyskanych wyników określono reakcję 26 odmian gryki na warunki długoterminowego przechowywania. Po 11 latach przechowywania dla 26 odmian nastąpił średni spadek zdolności kiełkowania z 94,6 do 92,1% co stanowi 2,6%. Najwyższą zdolność kiełkowania 97,7% stwierdzono u odmiany Jeżyk. Stabilne w przechowywaniu było 25 odmian.

Słowa kluczowe: długoterminowe przechowywanie, odmiany, gryka

The numbers of buckwheat varieties were introduced into a long term storage in 1991. At present, 105 varieties of buckwheat are stored at the National Centre for Plant Genetic Resources in IHAR Radzików. Seed viability was evaluated in germination tests done in 1997 and 2002. The reaction of 26 varieties to long-term storage conditions was examined. After 11 years of storage seed germination capacity decreased, on average, by 2.6 per cent. The highest germination ability (97.7%) was observed with var. Jeżyk. The level of germination of 25 varieties was found stable.

Key words: buckwheat, cultivars, long-term storage

WSTĘP

Zachowane w bankach genów genotypy są źródłem zmienności genetycznej w rezerwie (Podlaski, 2002) i stanowią materiał wyjściowy dla hodowli (Ruebenbauer i Muller, 1985). O wartości hodowlanej tych materiałów decyduje między innymi ich żywotność (Grzebiuk, 1967). Do podstawowych czynników kształtujących żywotność nasion należą zawartość wody w nasionach oraz takie czynniki środowiska, jak: wilgotność powietrza, temperatura i ciśnienie parcjalne tlenu (Górecki i in., 1998). Poza tym istotne są skład chemiczny atmosfery, stopień zakażenia nasion mikroflorą i fauną oraz uszkodzenia mechaniczne nasion (Zalewski i in., 1997). Korzystny wpływ zmniejszonej zawartości wody w ziarniakach pszenicy ozimej i jarej, żyta ozimego, jęczmienia ozimego pszenżyta ozimego, kostrzewy czerwonej w nasionach lnu oraz w orzeszkach gryki, jak również wpływ obniżonej temperatury przechowywania na długotrwałość przechowywanych

nasion stwierdził autor (Górski, 1993, 1995, 1998, 1999, 1999 a, 1999 b, 2000, 2000 a, 2001, 2001 a). Górski i Suchecki (2001) nie stwierdzili zmian fenologicznych i morfologicznych u roślin wyrosłych z nasion po długoterminowym przechowywaniu. Długość życia przechowywanych nasion zależy także w dużym stopniu od wyjściowych wskaźników zdolności kiełkowania (Wiłkojć, 1978).

Celem pracy jest porównanie reakcji 26 odmian gryki na identyczne warunki długoterminowego przechowywania w banku genów w IHAR.

MATERIAŁ I METODY

Aktualnie w przechowalni Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR w Radzikowie znajduje się 105 form i odmian gryki. Orzeszki gryki przeznaczone do długoterminowego przechowywania wysypywano do woreczków z rzadkiego płótna i dosuszano do 6%–8% zawartości wody. W roku 1991 i w następne lata zdolność kiełkowania określono zgodnie z przepisami ISTA (1985).

W 1991 roku rozpoczęto długoterminowe przechowywanie orzeszków gryki w komorze chłodni w temperaturze 1°C.

Zmiany zdolności kiełkowania w orzeszkach gryki po 6 i 11 latach przechowywania u wybranych losowo 26 odmian określono za pomocą średniej zdolności kiełkowania dla odmian w latach, współczynnika zmienności i indeksu zachowania zdolności kiełkowania. Indeks zachowania zdolności kiełkowania dla każdej odmiany wyznaczono z ilorazu wartości zdolności kiełkowania po 6 i 11 latach przechowywania i wyjściowej zdolności kiełkowania, a następnie pomnożono go przez 100. Indeks zachowania zdolności kiełkowania o wartości 100 wskazuje na zachowanie zdolności kiełkowania na tym samym poziomie podczas przechowywania. Indeks zachowania zdolności kiełkowania poniżej 100 świadczy o obniżonej zdolności kiełkowania, a powyżej 100 o wzroście zdolności kiełkowania po latach przechowywania. Na podstawie współczynnika zmienności V (Brewbaker, 1970) badane odmiany podzielono na trzy grupy: stabilne (V od 0% do 10%), labilne (V od 10,1% do 20%) i bardzo labilne, gdy V jest powyżej 20%.

U badanych odmian według indeksu zachowania zdolności kiełkowania określono kierunek zmian zdolności kiełkowania. Kiełkowanie zachowane na poziomie wyjściowym przy indeksie 100 oznaczono jako 0.

Wartość indeksu poniżej 100 oznaczono znakiem minus, a powyżej 100 znakiem plus.

WYNIKI I DYSKUSJA

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

Wyjściowa zdolność kiełkowania w 1991 roku dla 26 analizowanych odmian wahała się od 71% u odmiany Togo do 99% u odmian Green Corolla 3, Jubilejna, Orle Oczko, przy średniej 94,6% i V = 6% (tab. 1), a po 6 latach przechowywania wahała się od 82%

u odmiany Kasanskaja do 98% u odmiany Orle Oczko, przy średniej 93,1% współczynnik zmienności $V = 3\%$

Natomiast w roku 2002, czyli po 11 latach przechowywania zdolność kiełkowania wynosiła od 79% u odmian Iskra do 99% u odmiany Jeżyk przy średniej 92,1 i $V = 5\%$.

Wyliczone dla odmian współczynniki zmienności wahały się od $V = 0,5\%$ u odmiany Red Corolla 3 do $V = 12\%$ u odmiany Togo. Na podstawie współczynników zmienności tylko odmiana Togo była labilna przy $V = 12\%$, a pozostałe odmiany były stabilne (tab. 1).

Tabela 1

Zdolność kiełkowania odmian gryki i ich podział na grupy według współczynnika zmienności w latach 1991–2002

Seed germination capacity of buckwheat and grouping of cultivars according to the coefficient of variability in the years 1991–2002

Numer katalogowy Catalogue number	Odmiana Cultivar	Lata Years			$\bar{X}$	V%	Stopień stabilności Degree of stability
		1991	1997	2002			
63019	Ballada	94	91	92	92,3	1	S
63021	Brańszczyk	90	95	85	90,0	5	S
63022	Czemigowskaja	95	88	88	90,3	4	S
63023	Bednaja	94	95	97	95,3	1	S
63038	Emka	95	92	96	94,3	2	S
63039	Erkeja	90	87	92	89,7	2	S
63042	Gema	98	93	80	90,3	10	S
63044	Green Corolla1	98	94	88	93,3	5	S
63045	Green Corolla2	98	97	96	97,0	1	S
63046	Green Corolla3	99	94	96	96,7	2	S
63048	Hruszowska	96	95	92	94,4	2	S
63049	Iskra	97	93	79	89,7	10	S
63050	Iwate	93	89	92	91,3	2	S
63055	Jeżyk	98	96	99	97,7	1	S
63056	Jubilejna	99	94	89	94,0	5	S
63057	Kasanskaja	85	82	96	87,7	8	S
63059	Noheji	98	93	96	95,7	2	S
63062	Orle Oczko	99	98	91	96,0	4	S
63063	Puławska n/Fo.	94	91	96	93,7	2	S
63064	Red Corolla 1	98	97	96	97,0	1	S
63065	Red Corolla 2	97	95	95	95,7	1	S
63066	Red Corolla 3	97	96	97	96,7	0,5	S
63067	Red Corolla 4	98	95	91	94,7	3	S
63070	Tempest	97	93	91	93,7	3	S
63071	Togo	71	91	88	83,3	12	L
63072	Tułuskaja	93	96	96	95,0	1	S
Średnia Mean		94,6	93,1	92,1			
Współczynnik zmienności V % Variability coefficient V (%)		6	3	5			

Po 6 latach przechowywania najwyższy indeks zachowania zdolności kiełkowania 128,2 stwierdzono u odmiany Togo, u której nastąpił wzrost zdolności kiełkowania z 71% w 1991 roku do 91% w 1997 roku. Ponadto indeks powyżej 100 stwierdzono u odmian Brańszczyk, Bednaja i Tułuskaja. Natomiast indeks poniżej 100 stwierdzono u 22 odmian.

Tabela 2

Indeksy zachowania i tendencji zdolności kiełkowania po 6 i 11 latach przechowywania
Indices characterizing germination capacity preservation and tendency after 6 and 11 years

Odmiany Variety	Lata przechowywania Years of preservation			
	6		11	
	Indeks Index	Kierunek Trend	Indeks Index	Kierunek Trend
Ballada	96,8	–	97,9	–
Brańszczyk	105,5	+	94,4	–
Czemigowska	92,6	–	92,6	–
Bednaja	101,1	+	103,2	+
Emka	96,8	–	101,0	+
Erkeja	96,6	–	102,2	+
Gema	94,6	–	81,6	–
Green Corolla 1	95,9	–	89,8	–
Green Corolla 2	99,0	–	97,9	–
Green Corolla 3	94,9	–	97,0	–
Hruszowska	98,9	–	95,8	–
Iskra	95,9	–	81,4	–
Iwate	95,7	–	98,9	–
Jeżyk	97,9	–	101,0	+
Jubilejna	94,9	–	89,9	–
Kasanskaja	96,5	–	112,9	+
Noheji	94,9	–	97,9	–
Orle Oczko	99,0	–	91,9	–
Puławska / nowa forma/	96,8	–	102,1	–
Red Corolla 1	99,0	–	97,9	–
Red Corolla 2	97,9	–	97,9	–
Red Corolla 3	99,0	–	100,0	0
Red Corolla 4	96,9	–	92,8	–
Tempest	95,9	–	93,8	–
Togo	128,2	+	123,9	+
Tułunska	103,2	+	103,2	+

Kierunek zmian; Trend of changes

– Malejący; Decreasing

0 — Stały; Stable

+ Wzrastający; Increasing

Po 11 latach przechowywania najwyższy indeks zachowania zdolności kiełkowania 123,9 stwierdzono u odmiany Togo. Wartość indeksu powyżej 100 stwierdzono u następujących odmian: Bedaja, Emka, Erkeja, Jeżyk, Kasanskaja, Togo i Tułunska. Natomiast indeks poniżej 100 stwierdzono u 11 odmian.

Stabilny poziom zdolności kiełkowania w ciągu 11 lat przechowywania zachowało 25 odmian, u których współczynniki zmienności były od 0% do 10%. Natomiast labilny charakter przechowywania powyżej 10% wykazała odmiana Togo. Różna reakcja odmian na warunki przechowywania wyrażała się również tendencją w kierunku spadku lub wzrostu zdolności kiełkowania. Po 6 latach stwierdzono spadek zdolności kiełkowania u 22 odmian, a wzrost u 4 odmian. Natomiast po 11 latach przechowywania spadek zdolności kiełkowania wystąpił u 18 odmian, a wzrost u 7 odmian i zachowanie na tym samym poziomie u 7 odmian.

Tabela 3

Odmiany o najwyższej zdolności kiełkowania po 11 latach przechowywania
Cultivars with the highest germination ability after a long-term storage

Nr katalogowy Catalogue number	Odmiana Cultivar	Zdolność kiełkowania (%) Germination ability (%)	Indeks zachowania zdolności kiełkowania Index of germination ability maintenance
63055	Jeżyk	99	101,0
63023	Bednaja	97	103,2
63066	Red Corolla 3	97	100,0
63038	Emka	96	101,0
63045	Green Corolla 2	96	97,9
63046	Green Corolla 3	96	97,0
63057	Kasanskaja	96	112,9
63059	Noheji	96	97,9
63063	Puławska n/forma	96	102,1
63064	Red Corolla 1	96	97,9
63072	Tułuskaja	96	103,2

Autor stwierdził podobne zjawisko zachowania zdolności kiełkowania u odmian pszenicy ozimej po 17 latach przechowywania (Górski, 2001), pszenżyta ozimego po 12 latach przechowywania (Górski, 2000) i jęczmienia ozimego po 8 i 15 latach przechowywania (Górski, 2000 a).

WNIOSKI

1. Wraz ze wzrostem czasu przechowywania następował niewielki spadek średniej zdolności kiełkowania w latach od 94,6% w 1991 do 92,1% w roku 2002.
2. Badane odmiany wykazały stabilną reakcję na warunki przechowywania, o czym świadczą niskie współczynniki zmienności dla lat od 3% do 6% i stosunkowo niski zakres współczynników zmienności V dla odmian od 0,5% do 12%.

LITERATURA

- Brewbaker J. L. 1970. Genetyka rolnicza. PWRiL, Warszawa.
- Grzebiuk S. 1967. Fizjologia nasion. PWRiL, Warszawa.
- Górecki R., Kulka K., Puchalski J. 1998. Mechanizm starzenia się nasion w aspekcie długiego przechowywania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 191 — 209.
- Górski M. 1993. Zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy jarej w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 188: 255 — 260.
- Górski M. 1995. Żywotność ziarniaków pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 193: 95 — 101.
- Górski M. 1998. Zdolność kiełkowania ziarniaków pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 463: 245 — 254.
- Górski M. 1999. Żywotność nasion lnu w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR, 210: 189 — 192.
- Górski M. 1999 a. Zdolność kiełkowania ziarniaków żyta ozimego w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 212: 109 — 114.
- Górski M. 1999 b. Żywotność orzeszków gryki w długoterminowym przechowywaniu. Biul. Nauk. ART, Olsztyn, 4: 101 — 106.
- Górski M. 2000. Zdolność kiełkowania różnych odmian i rodów pszenżyta ozimego po długoterminowym przechowywaniu. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 206: 79 — 82.

- Górski M. 2000 a. Żywotność ziarniaków jęczmienia ozimego w długoterminowym przechowywaniu. Biul. IHAR 215: 195 — 199.
- Górski M. 2001. Zdolność kiełkowania ziarniaków kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* Huds.) po 5-letnim przechowywaniu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 474: 301 — 306.
- Górski M., Suchecki S. 2001 a. Przydatność odmian gryki do hodowli po długoterminowym przechowywaniu nasion w Banku Genów. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. 392: 21 — 27.
- Podlaski S. 2002. Zmiany w światowej gospodarce wpływające na przemysł nasienny. Post. Nauk Rol. 1: 77 — 88.
- Ruebenbaur T., Muller H. 1985. Ogólna hodowla roślin. PWN, Warszawa. 21
- Zalewski K., Górecki R., Górski M., Witkowski J. 1997. Metabolizm starych nasion. Zmiany fizjologiczne w nasionach roślin strączkowych podczas przechowywania. Biul. IHAR 201: 199 — 210.

GRAŻYNA OBIDOSKA**ALA SADOWSKA**

Zespół Ekotoksykologii KGHIBR

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Rośliny o działaniu adaptogennym

Adaptogenic plants

Termin „adaptogen” został stworzony w 1947 roku przez naukowca radzieckiego N.V. Lazarewa. Nazwał on tak grupę substancji aktywnych farmakologicznie, które wywoływały w organizmie stan podwyższonej odporności niespecyficznej, pomagały w przystosowaniu się do zwiększonego wysiłku fizycznego, przeciwdziałały stresowi. Obecnie za kryterium przynależności do adaptogenów przyjmuje następujące właściwości biologiczne leku: działanie immunostymulujące, obniżanie aktywności ośrodkowego układu nerwowego, a więc działanie uspokajające, poprawę funkcji mózgowych — umiejętności uczenia się i zapamiętywania, podwyższanie sprawności fizycznej organizmu w sytuacji obciążenia wysiłkiem, a także właściwości przeciwutleniające. Według niektórych autorów należy ponadto dodać: działanie antyhepatotoksyczne, przeciwnowotworowe oraz obniżanie poziomu cholesterolu i cukru we krwi. Niektóre właściwości surowców adaptogennych (antyhepatotoksyczne, przeciwutleniające, immunostymulujące) nabierają coraz większego znaczenia przy obecnym stanie zanieczyszczenia środowiska. Nagromadzanie się toksyn, zwłaszcza w komórkach wątroby, wiedzie do powstawania szeregu chorób, czemu mogą zapobiegać kuracje odtruwająco-wzmacniające, utrzymujące organizm w dobrej kondycji pomimo szeroko pojętej presji ze strony otoczenia. W opracowaniu tym zebrano ostatnie doniesienia literaturowe dotyczące uznanych roślin adaptogennych i ich aktywności biologicznej.

Słowa kluczowe: Adaptogen, *Eleutherococcus*, *Panax*, *Rhaponticum*, *Rhodiola*, *Schisandra*, *Withania*

The term adaptogen was coined in 1947 by a soviet scientist N.V. Lazarev. Adaptogens are a group of pharmacologically active compounds eliciting in an organism a state of raised non-specific resistance, showing antistress activity, increasing perseverance in organisms subjected to great physical effort. Currently, a drug classified as an adaptogen must fulfill the following criteria: cause immunostimulatory effect, influence the central nervous system; show sedative and antidepressant properties, enhance brain functions — learning and memorizing, enhance physical performance in an organism subjected to physical strain and show antioxidative properties. According to some authors, hepatoprotective and anticancerogenic activity should also be present, as well as hypocholesterolemic and hypoglycemic action. Certain properties of adaptogenic drugs (hepatoprotective, antioxidative, immunostimulatory) are now coming into prominence, because of the accelerating process of environmental pollution. The accumulation of toxins, especially in liver cells, leads to numerous diseases. A detoxifying and stimulating treatment, could keep the organism in form in spite of the increasing environmental pressure. This article is a review of latest literature reports concerning adaptogenic plants and their biological activity.

Key words: Adaptogen, *Eleutherococcus*, *Panax*, *Rhaponticum*, *Rhodiola*, *Schisandra*, *Withania*

WSTĘP

Organizm ludzki jest nieustannie narażony na bardzo szeroko pojęty stres. Niekorzystnie oddziałują nań toksyczne substancje z zanieczyszczonego środowiska, wolne rodniki, wibracje, obniżona zawartość tlenu, infekcje, napięcia psychiczne (Sadowska i in., 2000). Czynniki te zaburzają stan równowagi, czyli tzw. homeostazę, a dążenie do jej utrzymania, przy ciągłych zmianach zachodzących w środowisku, nazywamy adaptacją. Możliwości adaptacyjne organizmu są niestety ograniczone. Czynnikiem limitującym jest tak zwana energia adaptacji zużywana w procesie przystosowania. Zależy ona od cech indywidualnych organizmu i od jego wieku, dlatego przeciążenia, które młodzi i zdrowi ludzie znoszą bez trudu, u starszych lub chorych mogą prowadzić do katastrofy (Lutomski, 2000). Wzmocnienie fizjologicznej adaptacji, zwiększenie energii adaptacyjnej, a tym samym zapewnienie pewnej ochrony przed stresem, brakiem przystosowania i w konsekwencji chorobą, jest możliwe dzięki substancjom adaptogennym.

Termin „adaptogen” został stworzony w 1947 roku przez naukowca radzieckiego N.V. Lazarewa. Nazwał on w ten sposób grupę farmakologicznie aktywnych związków, wywołujących w organizmie stan podwyższonej odporności niespecyficznej, pomagających w przystosowaniu się do zwiększonego wysiłku fizycznego, przeciwdziałających stresowi. Określenie to nie zostało całkowicie zaakceptowane przez oficjalną medycynę z powodu trudności w definitywnym ustaleniu granicy pomiędzy adaptogenami a immunostymulatorami, środkami anabolicznymi, nootropicznymi i tonizującymi (Wagner i in., 1994).

Obecnie uważa się, że lek należący do grupy adaptogenów musi spełniać następujące kryteria: wykazywać działanie immunostymulujące, obniżać aktywność ośrodkowego układu nerwowego działając uspokajająco, poprawiać funkcje mózgowe — umiejętność uczenia się i zapamiętywania, podwyższać sprawność fizyczną organizmu w sytuacji obciążenia wysiłkiem, a także mieć właściwości przeciwutleniające (Lutomski i Kędzia, 2000). Według niektórych autorów należy ponadto dodać: działanie antyhepatotoksyczne, przeciwnowotworowe oraz obniżanie poziomu cholesterolu i cukru we krwi (Davydov i Krikorian, 2000).

Źródłem substancji adaptogennych jest szereg roślin od dawna wykorzystywanych w lecznictwie, zwłaszcza w medycynie Wschodu. Obecnie odkrywamy je na nowo szukając jednocześnie naukowego uzasadnienia dla znanych od wieków właściwości. Praca niniejsza stanowi przegląd doniesień literaturowych z ostatnich lat, dotyczących wyników badań nad roślinami adaptogennymi.

UZNANE ROŚLINY ADAPTOGENNE

Adaptogenne substancje roślinne są produkowane zwłaszcza przez gatunki należące do rodzin: *Araliaceae*, *Solanaceae*, *Crassulaceae*, *Asteraceae*. Do uznanych roślin o działaniu adaptogennym należą żeń-szeń (*Panax ginseng*, *Araliaceae*) eleuterokok kolczasty, inaczej żeń-szeń syberyjski (*Eleutherococcus senticosus*, *Araliaceae*), aralia mandżurska (*Aralia*

mandshurica, *Araliaceae*), różeńiec górski (*Rhodiola rosea*, inaczej *Sedum rosea*, *Crassulaceae*), cytryniec chiński (*Schisandra chinensis*, *Schisandraceae*), witania (*Withania somnifera*, *Solanaceae*), szczodrak krokoszowaty (*Leuzea carthamoides*, inaczej *Rhaponticum carthamoides*, *Asteraceae*).

Withania somnifera

Withania somnifera to gatunek szeroko rozpowszechniony na suchych terenach strefy subtropikalnej. W rejonach naturalnego występowania jest wiecznie zielonym krzewem, natomiast w klimacie umiarkowanym, przy zachowaniu odpowiednich warunków, może być z powodzeniem uprawiany jako jednoroczny (Obidoska i in., 1998; Obidoska i in., 1999; Obidoska, 2001). Witania zawiera w ziele witanolidy o właściwościach przeciwbakteryjnych i przeciwnowotworowych, natomiast w korzeniu (*Withaniae radix*) substancje adaptogenne należące do grupy glikowitanolidów (Sadowska i in., 1989; Sadowska, 1991; Furmanowa i in., 2000). Są to: sitoindozydy IX i X oraz niedawno opisane związki nazwane witanozydami I, II, III, IV, V, VI i VII (Matsuda i in., 2001).

Uważa się, że silne antyoksydacyjne i odtruwające właściwości glikowitanolidów mogą, przynajmniej częściowo, tłumaczyć działanie przeciwstresowe witanii, pobudzający wpływ na procesy kojarzenia i zapamiętywania oraz zmniejszanie intensywności zaburzeń funkcjonowania organizmu związanych z wiekiem (Russo i in., 2001). Bhattacharya i wsp. (2001) zaobserwowali, że w warunkach stresu w korze mózgowej zwierząt doświadczalnych podnosi się poziom peroksydacji lipidów z jednoczesnym obniżeniem aktywności katalazy i peroksydazy glutationowej. Podanie glikowitanolidów normalizuje tę sytuację, zapobiegając powstawaniu patologicznych zmian w komórkach. Substancje czynne z korzeni witanii chronią też przed wywołanymi stresem wrzodami żołądka (Bhattacharya i in., 1987) i zwiększają fizyczną i psychiczną wydolność organizmu przy wyczerpanym wysiłku (Wagner i in., 1994).

Istnieją doniesienia, iż glikowitanolidy podwyższają możliwości zapamiętywania i uczenia się u zdrowych zwierząt doświadczalnych (Ghosal i in., 1989), a wielkie nadzieje budzi fakt, iż wykazują pozytywne działanie w przypadku sztucznie wywołanej u szczurów choroby Alzheimera (Bhattacharya i in., 1995). Skuteczność ich działania antydepresyjnego jest zbliżona do uzyskiwanej przy podawaniu imipraminy (Bhattacharya i in., 2000 b), a właściwości ochronne wobec wątroby, w warunkach nadmiernego narażenia organizmu na metale ciężkie, porównywalne z aktywnością sylimaryny (Bhattacharya i in., 2000a).

Panax ginseng

Rośliną adaptogenną, która cieszyła się w ostatnich latach największym zainteresowaniem naukowców, jest żeń-szeń (*Panax ginseng*) — bylina z rodziny *Araliaceae*. Występuje w cienistych lasach górskich Azji, od Nepalu po Koreę, a w uprawie znajduje się głównie w Korei Pd., Japonii, Chinach i Rosji. Uprawa żeń-szenia jest trudna, gdyż wymaga on żyznej, przepuszczalnej gleby i zacieniania. Rośnie powoli i dopiero 4–6 latnie egzemplarze stanowić mogą źródło surowca farmaceutycznego: korzenia (*Ginseng radix*), lub korzenia z zieleń (*Ginseng radix cum herba*).

Powstało bardzo wiele prac opisujących biologiczną aktywność związków czynnych *Panax ginseng* — saponozydów triterpenowych, stanowiących pochodne damaranu

i kwasu oleanowego, a nazywanych ginsenozydami, lub według nomenklatury rosyjskiej panaksozydami (Lutowski, 2000; Strzelecka i Kowalski, 2000). Wiadomo, że poprawiają kondycję fizyczną, podnoszą wytrzymałość i sprawność organizmu (Lutowski, 2000). Wywołują nasilenie skurczów kardiomiocytów (komórek mięśnia sercowego) i podwyższenie ciśnienia krwi (Duke i Ayensu, 1985). W badaniach dotyczących sportowców stwierdzono, iż między innymi przez hamowanie produkcji kwasu mlekowego w mięśniach przeciwdziałają ich zmęczeniu (Strzelecka i Kowalski, 2000). Obserwuje się również poprawę funkcji mózgowych; zdolności zapamiętywania, kojarzenia i uczenia się. Ma to miejsce zarówno u zwierząt doświadczalnych, jak i u ludzi. Nitta i wsp. (1995) wykazali pozytywny wpływ wyciągu etanolowego z korzenia *Panax ginseng* na pamięć i zdolność kojarzenia u szczurów, zaś z badań Kennedy'ego i wsp. (2001), przeprowadzonych na grupie młodych ochotników, wynika, iż podawanie standaryzowanych ekstraktów z żeń-szenia i miłorzębu znacznie poprawiało pamięć u poddanych eksperymentowi osób. Wyciąg z żeń-szenia przyczynia się też do subiektywnie odczuwanej poprawy jakości życia (Ellis i Reddy, 2002), łagodzi skutki stresu, takie jak: powstawanie wrzodów żołądka i wzrost intensywności peroksydacji lipidów (Trilis-Ya i Davydov, 1995).

Żeń-szeń wydaje się być szczególnie przydatny jako środek chroniący organizm w warunkach silnego oddziaływania nań szkodliwych czynników środowiskowych: promieniowania, wolnych rodników, związków cytotoksycznych i kancerogennych, takich jak: dioksyny (Kim i in., 1999), czy benzopiren (Awang, 1999). W doświadczeniu na zwierzętach poddawanych promieniowaniu radioaktywnemu wykazano znacznie mniejsze uszkodzenia organów i szybszą odbudowę nadwyrężonego aparatu immunologicznego u osobników, którym podawano wyciąg z żeń-szenia (Lamer-Zarawska, 1994). Może on więc być wykorzystywany jako środek radioochronny i wydaje się, że sprawdzałby się jako lek wspomagający w radioterapii nowotworów (Kim i in., 2001), zwłaszcza, że ginsenozydy posiadają też właściwości przeciwnowotworowe (Shin i in., 2000). Polegają one zwłaszcza na blokowaniu angiogenezy, a tym samym na hamowaniu wzrostu guza nowotworowego oraz na zmniejszaniu inwazyjności komórek nowotworowych (Shibata, 2001). Żeń-szeń wykazuje też działanie immunostymulujące pobudzając aktywność komórek NK — „natural killers” (Awang, 1999), biorących udział w walce z komórkami nowotworu.

Istotne są także właściwości przeciwmiażdżycowe wyciągów z omawianej rośliny. Po ich podaniu obserwowano znaczny spadek zawartości cholesterolu całkowitego, lipidów oraz cholesterolu LDL w surowicy krwi, przy jednoczesnym podwyższeniu stężenia cholesterolu HDL. Regulując metabolizm lipidowy i zapobiegając odkładaniu się cholesterolu w ścianach naczyń krwionośnych żeń-szeń wpływa hamująco na procesy początkowego stadium miażdżycy (Lutowski, 2000).

Eleutherococcus senticosus

Ze względu na trudną uprawę *Panax ginseng* i, w związku z tym, wysoką cenę surowca, poszukuje się roślin mniej kłopotliwych o zbliżonych właściwościach. Jednym z gatunków spełniających powyższe kryteria jest eleuterokok kolczasty (*Eleutherococcus senticosus* = *Acanthopanax senticosus*), również z rodziny *Araliaceae*, zwany żeń-szeniem

syberyjskim. Jest to krzew o wysokości 2–5 m, rosnący w górzystych rejonach Syberii, na Sachalinie, w Korei i północnych Chinach. Surowiec stanowi kłącze i korzeń eleuterokoka (*Eleutherococci rhizoma et radix*), a związkami czynnymi są glikozydowe pochodne kwasu oleanolowego — eleuterozydy. Wykazano że ekstrakt z eleuterokoka, podobnie jak z żeń-szenia, działa radioochronnie i przyspiesza proces regeneracji po napromienianiu (Minkova i Pantev, 1987), dlatego może być pomocniczo używany w leczeniu nowotworów. Działa profilaktycznie również podczas chemioterapii, zmniejszając toksyczny wpływ cytostatyków na zdrowe tkanki organizmu (Lamer-Zarawska, 1994).

Szolomicki i wsp. (2000) stwierdzili właściwości immunostymulujące alkoholowego wyciągu z eleuterokoka, jak również preparatu Taiga Wurzel zawierającego związki czynne z tej rośliny. Wyciąg zwiększa również wydolność fizyczną i psychiczną u ludzi i działa antydepresyjnie (Deyama i in., 2001). Stwierdzono też poprawę pamięci i zdolności kojarzenia u osób starszych, skracanie okresu rekonwalescencji u pacjentów po ciężkich chorobach i zabiegach chirurgicznych oraz łagodzenie określonych typów neuroz, psychonerwic i dolegliwości związanych z okresem klimakterium (Lamer-Zarawska, 1994). Stwierdzono pozytywny wpływ na organizmy zwierząt znajdujących się w stresie adrenergicznym (Duke i Ayensu, 1985). Niektóre wyizolowane substancje czynne z eleuterokoka przejawiają istotne w przypadku adaptogenów działanie antyoksydacyjne (Davydov i Krikorian, 2000).

Schisandra chinensis

Inny przykład rośliny adaptogennej stanowić może dwupienne pnącze — cytryniec chiński (*Schisandra chinensis* — *Schisandraceae*). Jest to gatunek endemiczny występujący naturalnie w górskich lasach i dolinach rzek Japonii i Mandżurii (Opletal i in., 2001 a). We wschodniej Azji bywa uprawiany jako drzewo owocowe. Wymaga żyznych, wilgotnych gleb i widnych stanowisk.

Owoc cytryńca (*Schisandrae fructus*), w smaku przypominający cytrynę, jest surowcem stosowanym od wieków w medycynie Wschodu. Zawiera znaczną ilość witaminy C, witaminy E, olejek eteryczny, kwasy organiczne, cukry i garbniki. Głównymi związkami czynnymi są lignany: schizandryna, schizandrol A i B oraz gomisyne (gomisyne A i gomisyne N). Ze względu na zawartość witaminy C owoc cytryńca bywa polecany w postaci przetworów przy przeziębieniach. Nalewka i proszek z surowca stosowane są jako lek wzmacniający i tonizujący ośrodkowy układ nerwowy, podawany przeciwko zmęczeniu umysłowemu i fizycznemu oraz przeciwko depresji, osłabieniu, niedokrwistości. Wyciągi z owoców stanowią też składnik środków przeciwmiażdżycowych i geriatrycznych oraz nutraceutyków (Opletal i in., 2001 b).

Wyniki badań dokonanych w ostatnich latach wykazały, iż owoc cytryńca posiada cechy surowca adaptogennego. Stwierdzono działanie antyoksydacyjne i ochronne wobec komórek wątroby (Strzelecka, Kowalski, 2000; Opletal i in., 2001; Ip i in., 2000), za co odpowiedzialna jest frakcja lignanowa (Zhu i in., 1999). Podwyższona aktywność aminotransferazy GTP w surowicy krwi u chorych na zapalenie wątroby ulega obniżeniu pod wpływem zwłaszcza schizandrolu A (Duke i Ayensu, 1985).

Wykazano pozytywny efekt działania ekstraktu z cytryńca na proces uczenia się i zapamiętywania, zaburzony takimi czynnikami jak etanol i skopolamina (Nishiyama i in.,

1995). Zwiększają się też możliwości fizyczne organizmu poddanego ekstremalnym warunkom i nie występują uszkodzenia mięśni przy zbyt intensywnym wysiłku (Ko i in., 1996). Niektórzy naukowcy (Pan i in., 2002) sugerują też, iż schizandryna mogłaby być środkiem pomocnym w chorobie Alzheimera.

Rhodiola rosea

Surowcem, znanym od wieków i polecanym jako środek na migrenę oraz zmęczenie fizyczne i psychiczne, jest zgrubiałe kłącze różenca (*Rhodiola rosea* = *Sedum rosea* — *Crassulaceae*) to bylina rosnąca naturalnie we wschodniej Syberii, Skandynawii, na Alasce i w północnej Europie. W Polsce występuje na terenie Karpat. Kłącze zawiera kwasy organiczne, flawonoidy, garbniki oraz glikozydy fenolowe: rodiozyd (inaczej zwany salidrozydem), rozin (rozyna), rozawin (rozawina), odpowiedzialne za właściwości adaptogenne (Kelly, 2001), potwierdzone intensywnymi badaniami prowadzonymi od przeszło 35 lat zwłaszcza w Rosji (wcześniej ZSRR) i Skandynawii.

Podawanie ekstraktów z *Rhodiola rosea* standaryzowanych na zawartość rozawinu, albo nutraceutyków (np. herbatek), daje efekty w postaci większej wydolności fizycznej zarówno u zwierząt (Azizov i Seifulla, 1998) jak i ludzi. U studentów-ochotników, którym w okresie wyętej pracy i stresu spowodowanego egzaminami, podawano wyciąg z różenca, stwierdzono lepsze samopoczucie, mniejsze zmęczenie, brak zaburzeń snu i bólów głowy oraz większą motywację do pracy, w porównaniu z osobami nie otrzymującymi środków adaptogennych (Spasov i in., 2000). Stwierdzono także działanie ochronne dla serca w warunkach stresu, które wiąże się z regulacją poziomu endorfin (Kelly, 2001; Maslova i in., 1994).

Różenec może też być przydatny w terapii nowotworów, ponieważ zwiększa skuteczność działania Adriamycyny i Cyklofosfamidu, zmniejszając jednocześnie ich efekty toksyczne, zwłaszcza hepatotoksyczny efekt Adriamycyny (Udintsev i in., 1992). Wykazano ponadto właściwości antyoksydacyjne wodnego i alkoholowego ekstraktu z kłączy rośliny, które wynikają z obecności kwasu kawowego, galusowego, galusanu epigalokatechiny i innych związków fenolowych (Ohsugi i in., 1999).

Rhaponticum carthamoides

Szczodrak krokoszowaty (*Leuzea carthamoides* syn. *Rhaponticum carthamoides* — *Asteraceae*) — gatunek endemiczny rosnący dziko w południowej części Syberii i północnej Mongolii na wysokości 1200–1900 m. n.p.m, to stosunkowo mało jeszcze znana roślina adaptogenna. Jest byliną o zdrewniałym kłączu, które wraz z korzeniem stanowi surowiec farmaceutyczny (*Leuzeae rhizoma et radix*) zarejestrowany w Farmakopei rosyjskiej. Głównymi składnikami czynnymi rośliny są ekdysterony (zwłaszcza 20-hydroksyekdyzon) i flawonoidy. Wyciąg alkoholowy z surowca jak i wyizolowana frakcja ekdysteroidowa są wykorzystywane do produkcji szeregu preparatów, między innymi tabletek Ecdysten (Varga i in., 1985).

Ekstrakt z korzeni i kłączy szczodraka działa pobudzająco i tonizująco na ośrodkowy układ nerwowy, łagodzi objawy depresji i schorzeń psychicznych np. schizofrenii (Niedworok i Jankowska, 1997). Zmniejsza objawy uzależnienia od alkoholu (Ibatow, 1995). Stwierdzono również pobudzające działanie wobec układu immunologicznego,

a także zwiększanie o 10–15% wydolności fizycznej u sportowców (Azizov i in., 1997). Wyciąg z kłączy i korzeni szczodraka wykazuje działanie antyoksydacyjne spowodowane zawartością flawonoidów (Niedworok i Jankowska, 1997), i ekdysteronu, który skutecznie chroni lipidy przed utlenianiem (Kuzmenko i in., 1997; Kuzmenko i in., 1999).

Oprócz opisanych roślin istnieje szereg gatunków wykazujących właściwości adaptogenne, które nie zostały jeszcze wystarczająco przebadane. Są to między innymi: tarczycza bajkalska (*Scutellaria baicalensis*, *Lamiaceae*), bazylia poświęcona (*Ocimum sanctum*, *Lamiaceae*), wąkrota azjatycka (*Centella asiatica*, *Apiaceae*). Według wyników badań Lutomskiego i Kędzi (2000) do surowców adaptogennych można też zaliczyć korzeń *Echinacea angustifolia* i ziele *Echinacea purpurea*, uznawane dotąd jedynie jako surowce immunostymulujące oraz: korzeń *Salvia miltiorrhiza*, kłącze *Smilax china* i powszechnie stosowane w ziołolecznictwie ziele *Hypericum perforatum*.

PODSUMOWANIE

Przyjmuje się, iż uzasadnieniem dla zastosowania środków adaptogennych jest długotrwały stres psychiczny, podeszły wiek, napromieniowanie (np. w radioterapii nowotworów) oraz przyjmowanie dużej ilości leków; zwłaszcza cytostatyków i antybiotyków. Wydaje się, iż niektóre właściwości adaptogenów, takie jak: działanie przeciwutleniające, antyhepatotoksyczne i immunostymulujące nabierają coraz większego znaczenia przy obecnym stanie zanieczyszczenia środowiska. Kuracje odtruwająco-wzmacniające, utrzymujące organizm w dobrej kondycji, pomimo negatywnego wpływu otoczenia, mogą stanowić prawdziwy filar ochrony zdrowia. Z tego względu rośliny adaptogenne wzbudziły szczególne zainteresowanie autorów tego opracowania — Zespołu Ekotoksykologii (SGGW). W ostatnich latach jedna z nich — *Withania somnifera* — była przedmiotem naszych badań.

LITERATURA

- Awang D. V. C. 1999. Immune Stimulants and Antiviral Botanicals: *Echinacea* and *Ginseng*. In: Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA: 450 — 456.
- Azizov A. P., Seifulla R. D., Chubarova A. V. 1997. Effects of *Leuzea* tincture and leveton on humoral immunity of athletes. Eksp. Klin. Farmakol. 60 (6): 47 — 48.
- Azizov A. P., Seifulla R. D. 1998. The effect of elton, leveton, fitoton and adapton on the work capacity of experimental animals. Eksp. Klin. Farmakol. 61: 61 — 63.
- Bhattacharya S. K., Goel R. K., Kaur R., Ghosal S. 1987. Anti-stress activity of sitoindosides VII and VIII, new acylsteryl glucosides from *Withania somnifera*. Phytotherap. Res., 1 (1): 32 — 37.
- Bhattacharya S. K., Kumar A., Ghosal S. 1995. Effects of glycowithanolides from *Withania somnifera* on an animal model of Alzheimer's disease and perturbed central cholinergic markers of cognition in rats. Phytotherap. Res., 9 (2): 110 — 113.
- Bhattacharya A., Ramanathan M., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2000 a. Effect of *Withania somnifera* glycowithanolides on iron-induced hepatotoxicity in rats. Phytotherap. Res., 14 (7): 568 — 570.
- Bhattacharya S. K., Bhattacharya A., Sairam K., Ghosal S. 2000 b. Anxiolytic-antidepressant activity of *Withania somnifera* glycowithanolides: an experimental study. Phytomed., 7 (6): 463 — 469.
- Bhattacharya A., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2001. Anti-oxidant effect of *Withania somnifera* glycowithanolides in chronic footshock stress-induced perturbations of oxidative free radical scavenging enzymes and lipid peroxidation in rat frontal cortex and striatum. J. Ethnopharmacol. 74 (1): 1 — 6.

- Davydov M., Krikorian A. D. 2000. *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (Araliaceae) as an adaptogen: a closer look. J. Ethnopharmacol., 72 (3): 345 — 393.
- Deyama T., Nishibe S., Nakazawa Y. 2001. Constituents and pharmacological effects of Eucommia and Siberian ginseng. Acta Pharmacol. Sin. 22 (12): 1057 — 1070.
- Duke J.A., Ayensu E.S. 1985. Medicinal Plants of China. Reference Publications, Inc., Algonac, USA.
- Ellis J. M., Reddy P. 2002. Effects of *Panax ginseng* on quality of life. Ann. Pharmacother. 36 (3): 375 — 379.
- Furmanowa M., Gajdzis-Kuls D., Ruszkowska J., Czarnocki Z., Obidoska G., Sadowska A., Rani R., Upadhyay S. N. 2000. *In vitro* propagation of *Withania somnifera* and isolation of withanolides with immunosuppressive activity. Planta Medica 66: 1 — 4.
- Ghosal S., Lal J., Srivastava R. S., Bhattacharya S. K., Upadhyay S. N., Jaiswal A. K. 1989. Immunomodulatory and CNS effects of sitoindosides IX and X, two new glycowithanolides from *Withania somnifera*. Phytotherap. Res., 3 (3): 201 — 206.
- Ibatov A. N. 1995. The use of a decoction of the rhizome of *Leuzea carthamoides* for the treatment of alcoholics with depressive states. Zh. Nevropatol. Psikhiatr. Im. S.S. Korsakova, 95 (4): 78 — 79.
- Ip S. P., Yiu H. Y., Ko K. M. 2000. Differential effect of schisandrin B and dimethyl diphenyl bicarboxylate (DDB) on hepatic mitochondrial glutathione redox status in carbon tetrachloride intoxicated mice. Mol. Cell Biochem. 205(1/2): 111 — 114.
- Kelly G. S. 2001. *Rhodiola rosea*: a possible plant adaptogen. Altern. Med. Rev. 6 (3): 293 — 302.
- Kennedy D. O., Scholey A. B., Wesnes K. A. 2001. Differential, dose dependent changes in cognitive performance following acute administration of a *Ginkgo biloba*/*Panax ginseng* combination to healthy young volunteers. Nutr. Neurosci., 4 (5): 399 — 412.
- Kim W., Hwang S., Lee H., Song H., Kim S. 1999. *Panax ginseng* protects the testis against 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin induced testicular damage in guinea pigs. BJU Int., 83 (7): 842 — 849.
- Kim S. H., Son C. H., Nah S. Y., Jo S. K., Jang J. S., Shin D. H. 2001. Modification of radiation response in mice by *Panax ginseng* and diethyldithiocarbamate. *In vivo*, 15 (5): 407 — 411.
- Ko K. M., Mak D. H. F., Li P. C., Poon M. K. T., Ip S. P. 1996. Protective effect of a lignan-enriched extract of *Fructus schisandrae* on physical exercise induced muscle damage in rats. Phytother. Res., 10(5): 450 — 452.
- Kuzmenko A. I., Morozova R. P., Nikolenko I. A., Korniets G. V., Kholodova Y. D. 1997. Effect of vitamin D3 and ecdysterone on free-radical lipid peroxidation. Biochem. (Mosc.), 62 (6): 609 — 612.
- Kuzmenko A. I., Morozova R. P., Nikolenko I. A., Donchenko G. V. 1999. Characteristics of antioxidant properties of 20-hydroxyecdysone in low density lipoproteins by kinetic parameters of chemiluminescence. Ukr. Biokhim. Zh., 71(6): 37 — 42.
- Lamer-Zarawska E. 1994. Rośliny adaptogenne i regulatory układu odpornościowego. Wiad. Ziel. 11: 4 — 7.
- Lutomski J., Kędzia B. 2000. Ocena aktywności biologicznej roślin o działaniu adaptogennym. Postępy Fitoterapii, 1(2): 31 — 35.
- Lutomski J. 2000. Ziołolecznictwo chorób wieku podeszłego. Postępy Fitoterapii, 1 (3): 24 — 32.
- Maslova L. V., Kondratev B. I., Maslov L. N., Lishmanov I. B. 1994. The cardioprotective and antiadrenergic activity of an extract of *Rhodiola rosea* in stress. Eksp. Klin. Farmakol. 57 (6): 61 — 63.
- Matsuda H., Murakami T., Kishi A., Yoshikawa M. 2001. Structures of withanosides I, II, III, IV, V, VI and VII, new withanolide glycosides, from roots of Indian *Withania somnifera* Dunal and inhibitory activity for tachyphylaxis to clonidine in isolated guinea-pig ileum. Bioorg. Med. Chem. 9 (6): 1499 — 1507.
- Minkova M., Pantev T. 1987. Effect of *Eleutherococcus* extract on the radioprotective action of adeturone. Acta Physiol. Pharmacol. Bulg. 13 (4): 66 — 70.
- Niedworok J., Jankowska B. 1997. *Leuzea krockosowata* — właściwości farmakologiczne. Wiad. Ziel., 10: 8.
- Nishiyama N., Wang Y. L., Saito H. 1995. Beneficial effects of S-113m, a novel herbal prescription, on learning impairment model in mice. Biol. Pharm. Bull. 18 (11): 1498 — 1503.
- Nitta H., Matsumoto K., Shimizu M., Ni X. H., Watanabe H. 1995. *Panax ginseng* extract improves the scopolamine-induced disruption of 8-arm radial maze performance in rats. Biol. Pharmacol. Bull., 18 (10): 1439 — 1442.
- Obidoska G., Sadowska A., Rumowska M. 1998. Generative propagation of *Withania somnifera* (L.). Herba Pol., XLIV (4): 258 — 263.
- Obidoska G., Sadowska A., Rumowska M. 1999. *Withania somnifera* — indyjska roślina lecznicza, próby uprawy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 468: 395 — 403.

- Obidoska G. 2001. Wpływ czynników agrotechnicznych na plon surowca i nasion *Withania somnifera* (L.) Dun. uprawianej w warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Pr. Doktor. SGGW, Warszawa.
- Ohsugi M., Fan W., Hase K., Xiong Q., Tezuka Y., Komatsu K., Namba T., Saitoh T., Tazawa K., Kadota S. 1999. Active-oxygen scavenging activity of traditional nourishing- tonic herbal medicines and active constituents of *Rhodiola sacra*. J. Ethnopharmacol., 67 (1): 111 — 119.
- Opletal L., Krenkova M., Havlickova P. 2001 a. Phytotherapeutic aspects of diseases of the circulatory system. 7. *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.: its composition and biological activity. Ceska Slov. Farm. 50(4): 173 — 180.
- Opletal L., Krenkova M., Havlickova P. 2001 b. Phytotherapeutic aspects of diseases of the circulatory system. 8. Chinese magnolia (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.): production of the drugs and their evaluation, therapeutic and dietary preparations. Ceska Slov. Farm. 50 (5): 219 — 224.
- Pan S. Y., Han Y. F., Carlier P. R., Pang Y. P., Mak D. H., Lam B. Y., Ko K. M. 2002. Schisandrin B protects against tacrine- and bis (7)-tacrine-induced hepatotoxicity and enhances cognitive function in mice. Planta Med. 68 (3): 217 — 220.
- Russo A., Izzo A. A., Cardile V., Borrelli F., Vanella A. 2001. Indian medicinal plants as antiradicals and DNA cleavage protectors. Phytomed. 8 (2): 125 — 132.
- Sadowska A., Racka M., Krzemińska Z. 1989. Przeciwnowotworowe substancje pochodzenia naturalnego. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Sadowska A. 1991. Rośliny i roślinne substancje przeciwnowotworowe. PWN, Warszawa.
- Sadowska A., Obidoska G., Rumowska M. 2000. Ekotoksykologia. Toksyczne czynniki środowiskowe i metody ich wykrywania. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Shin H. R., Kim J. Y., Yun T. K., Morgan G., Vainio H. 2000. The cancer-preventive potential of *Panax ginseng*: a review of human and experimental evidence. Cancer Causes Control, 11 (6): 565 — 576.
- Shibata S. 2001. Chemistry and cancer preventing activities of ginseng saponins and some related triterpenoid compounds. J. Korean Med. Sci. 16 (Suppl.): 28 — 37.
- Spasov A. A., Wikman G. K., Mandrikov V. B., Mironova I. A., Neumoin V. V. 2000. A double-blind, placebo-controlled pilot study of the stimulating and adaptogenic effect of *Rhodiola rosea* SHR-5 extract on the fatigue of students caused by stress during an examination period with a repeated low-dose regimen. Phytomedicine, 7 (2): 85 — 89.
- Strzelecka H., Kowalski J. 2000. Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa. PWN, Warszawa.
- Szolomicki J., Samochowiec L., Wójcicki J., Drożdżik M. 2000. The influence of active components of *Eleutherococcus senticosus* on cellular defence and physical fitness in man. Phytother. Res. 14 (1): 30 — 35.
- Trilis-Ya G., Davydov V. V. 1995. New data on mechanisms of adaptogenic activity of preparations from tissue culture of *Panax ginseng* C.A. Mey. And *Polyscias filicifolia* Bailey (*Araliaceae*). Rastiteln. Resursy, 31 (3): 19 — 36.
- Udintsev S. N., Krylova S. G., Fomina T. I. 1992. The enhancement of the efficacy of adriamycin by using hepatoprotectors of plant origin in metastases of Ehrlich's adenocarcinoma to the liver in mice. Vopr. Onkol. 38: 1217 — 1222.
- Varga A. E., Szendrei K., Hajdu Z. S. 1985. Investigation of the adaptogenous *Leuzeae radix* and preparations produced of. Herba Hung., 24 (2/3): 165 — 176.
- Wagner H., Norr H., Winterhoff H. 1994. Plant Adaptogens. Phytomed., 1 (1): 63 — 76.
- Zhu M., Lin K. F., Yeung R. Y., Li R. C. 1999. Evaluation of the protective effects of *Schisandra chinensis* on Phase I drug metabolism using a CCl₄ intoxication model. J. Ethnopharmacol., 67 (1): 61 — 68.

GRAŻYNA OBIDOSKA**ALA SADOWSKA**Zespół Ekotoksykologii KGHBR, SGGW
Nowoursynowska 166, 02-766 Warszawa

Próby uprawy polowej *Withania somnifera* (L.) Dun. oraz ocena plonu i wartości surowca krajowego

Attempts at field cultivation of *Withania somnifera* (L.) Dun. and the assessment of yield and quality of the obtained raw material

W rejonach subtropikalnych, a zwłaszcza w Indiach, od wieków wykorzystuje się korzeń *Withania somnifera* (L.) Dun. (*Withaniae radix*) jako środek adaptogeny: zwiększający odporność i wzmagający siły vitalne organizmu. Celem niniejszej pracy była ocena plonu i wartości surowca zielarskiego (zielenie i korzenie) uzyskanego przy kilku wariantach uprawy *Withania somnifera* (L.) Dun. w gruncie, w warunkach klimatu umiarkowanego. Porównano plon korzeni, zielenia oraz zawartość i plon witaferyny A osiągnięte przy uprawie z siewu do gruntu i przy uprawie z rozsady, a następnie 10 wariantów uprawy z rozsady różniących się zagęszczeniem roślin na polu, sposobem zbioru zielenia i zastosowaniem, lub brakiem zastosowania ściółkowania gleby czarną folią polietylenową. Stwierdzono, iż *Withania somnifera* (L.) Dun. może być z powodzeniem uprawiana na surowiec zielarski w warunkach klimatu umiarkowanego. Nawet plantacja z siewu przyniosła znacznie wyższy plon korzeni niż produkcyjne plantacje w Indiach, a uprawa z rozsady dała plon prawie 3-krotnie wyższy niż z siewu. Z zastosowanych wariantów uprawy z rozsady najlepsze plony osiągnięto w przypadku F/I/9 (uprawa ze ściółkowaniem czarną folią, przy jednokrotnym zbiorze i zagęszczeniu 9 roślin/m²) i F/II/30 (uprawa ze ściółkowaniem czarną folią, przy dwukrotnym zbiorze i zagęszczeniu 30 roślin /m²). Korzystniejszym ze względu na jakość korzeni, przy jednoczesnym porównywalnym plonie zielenia i mniejszej praco- i kosztochłonności, wydaje się być wariant F/I/9. Daje on jednak mniejszy plon witaferyny A.

Słowa kluczowe: glikowitanolidy, plon surowca, uprawa polowa, witaferyna A, *Withania somnifera* (L.) Dun.

In subtropical regions, especially in India, the root of *Withania somnifera* (L.) Dun. (*Withaniae radix*) has been used since immemorial time as an adaptogen: an energizing, immunostimulating drug. The aim of this study was the assessment of yield and quality of the raw material of *Withania somnifera* (L.) Dun obtained in several variants of field cultivation in moderate climate conditions. We compared the yield of roots, herb, and withaferine A obtained from plantation started by sowing the seeds directly to soil and from plants sown in March and then transplanted from greenhouse to field conditions. Moreover, we tested 10 methods of cultivating plants sown in greenhouse and transplanted to soil. The options varied with spacing, harvesting time and mulching with black plastic foil. It was concluded that

Withania somnifera (L.) Dun. might be successfully grown for herb and roots in moderate climatic conditions. Even from the "directly to soil" started plantation the yield of roots was significantly higher than reported in commercial plantations in India. The transplanted plants achieved about 3-fold higher yield and the best results were observed in two methods of cultivation: F/I/9 (plastic foil mulching/ 1 harvesting time in September/ spacing 9 plants/m²) and F/II/30 (plastic foil mulching/ 2 harvesting times: July, September/ spacing 30 plants/m²). More advantageous seems to be the first method, because of much better quality of roots, comparable yield of herb and lower consumption of time and costs. Withaferine A yield is, however significantly higher in the F/II/30 option.

Key words: field cultivation, glycowithanolides, withaferine A. *Withania somnifera* (L.) Dun., yield

WSTĘP

Withania somnifera (L.) Dun. — śpioszyn lekarski, zaliczany do rodziny Psiankowatych (*Solanaceae*), jest wiecznie zielonym krzewem, szeroko rozpowszechnionym na suchych terenach strefy subtropikalnej, który w klimacie umiarkowanym może być uprawiany jako roślina jednoroczna (Obidoska i in., 1998; Obidoska i in., 1999; Obidoska, 2001).

Korzeń śpioszynu (*Withaniae radix*) jest źródłem substancji adaptogennych należących do grupy glikowitanolidów. Są to sitoindozyny IX i X oraz niedawno opisane związki nazwane witanozydami I, II, III, IV, V, VI i VII (Matsuda i in., 2001). W ziele występują natomiast substancje, dzięki którym roślina posiada silne właściwości przeciwbakteryjne, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe i immunosupresyjne. Najważniejszym z nich jest witaferyna A (Shohat i in., 1978).

Uważa się, że silne antyoksydacyjne i odtruwające właściwości glikowitanolidów mogą, przynajmniej częściowo, tłumaczyć działanie przeciwstresowe śpioszynu, pobudzający wpływ na procesy kojarzenia i zapamiętywania oraz zmniejszanie intensywności zaburzeń funkcjonowania organizmu związanych z wiekiem (Russo i in., 2001). Bhattacharya i wsp. (2001) zaobserwowali, że w warunkach stresu w korze mózgowej zwierząt doświadczalnych podnosi się poziom peroksydacji lipidów z jednoczesnym obniżeniem aktywności katalazy i peroksydazy glutationowej. Podanie glikowitanolidów normalizuje tę sytuację, zapobiegając powstawaniu patologicznych zmian w komórkach. Substancje czynne z korzeni śpioszynu chronią też przed wywołanymi stresem wrzodami żołądka (Bhattacharya i in., 1987) i zwiększają fizyczną i psychiczną wydolność organizmu przy wyczerpanym wysiłku (Wagner i in., 1994). Skuteczność ich działania antydepresyjnego jest zbliżona do uzyskiwanej przy podawaniu imipraminy (Bhattacharya i in., 2000 b), a działanie ochronne wobec wątroby porównywalne z sylimaryną (Bhattacharya i in., 2000 a). Wielkie nadzieje budzi fakt, iż glikowitanolidy wykazują pozytywne działanie w przypadku sztucznie wywołanej u szczurów choroby Alzheimer'a (Bhattacharya i in., 1995).

Celem niniejszej pracy była ocena plonu i wartości surowca zielarskiego (ziele i korzenie) uzyskanego przy kilku wariantach uprawy *Withania somnifera* (L.) Dun. w gruncie, w warunkach klimatu umiarkowanego.

MATERIAŁ I METODY

Warunki pogodowe panujące w czasie trwania eksperymentu (sezony wegetacyjne 1998–2000) charakteryzuje tabela 1. Doświadczenia prowadzono na polu SGGW w Ursynowie. Materiał siewny pochodził z własnej plantacji szklarniowej zapoczątkowanej dzięki nasionom otrzymanym z IRiPZ w Poznaniu.

Tabela 1

Warunki pogodowe w sezonach wegetacyjnych 1998–2000
Weather conditions in the vegetation seasons of 1998–2000

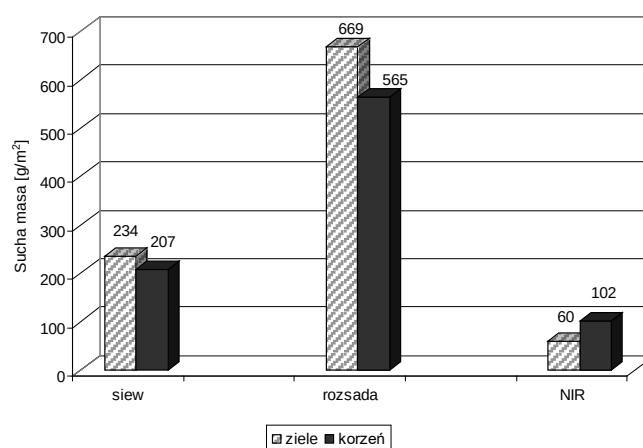
Miesiąc Month	1998		1999		2000		Średnia 1961–1990 Mean 1961–1990	
	temp. (°C)	opady precipitation (mm)	temp. (°C)	opady precipitation (mm)	temp. (°C)	opady precipitation (mm)	temp. (°C)	opady precipitation (mm)
V	15,7	50,6	13,1	47,8	15,8	43,8	13,7	58,1
VI	19,3	115,8	18,6	168,9	18,3	25,9	16,9	67,8
VII	19,3	77,4	21,1	35,8	17,2	128,2	18,1	66,5
VIII	17,9	62,2	18,4	38,5	18,6	54,3	17,6	65,7
IX	14,2	27,2	16,0	25,2	12,1	55,9	13,5	43,1
X	8,5	61,2	8,9	50,1	11,6	3,0	8,6	35,9
Średnia; suma V–IX Mean; total V–IX	15,8	394,4	16,0	366,3	15,6	311,1	14,7	337,1

- I. Poszukiwanie optymalnej metody uprawy roślin w polu rozpoczęto od porównania plantacji z siewu nasion bezpośrednio do gruntu, tak jak to się praktykuje w Indiach i plantacji z rozsady. Rozsadę przygotowano w szklarni, wysiewając nasiona w połowie marca do cylindrów z substratem torfowym. Na pole rośliny wysadzano pod koniec maja, w zagęszczeniu 9 szt./m². Wysiew wprost do gruntu wykonano natomiast w połowie maja. Po wschodach przerzedzano siewki, tak aby zagęszczenie roślin na polu wynosiło 30 szt./m². Doświadczenie zostało założone w układzie bloków losowanych w trzech powtórzeniach. Zbiór surowca dokonywano jednokrotnie, w trzeciej dekadzie września.
- II. Następne zadanie polegało na poszukiwaniu optymalnego sposobu uprawy z rozsady (przygotowanej w sposób opisany powyżej). W tym celu zastosowano 10 wariantów uprawy różniących się zagęszczeniem roślin na polu, sposobem zbioru ziela, i zastosowaniem, lub brakiem stosowania ściółkowania gleby. Przy zbiorze jednokrotnym (dokonywanym we wrześniu) zagęszczenia wynosiły 6 i 9 roślin/m². Przy zbiorze dwukrotnym (przeprowadzanym w lipcu i we wrześniu) zastosowano większe zagęszczenia 15 i 30 roślin/m², sugerowane w literaturze indyjskiej oraz dla porównania zagęszczenie 9 roślin/m². Wymienione uprawy prowadzono na poletkach nie ściółkowanych oraz na ściółkowanych czarną folią polietylenową (rośliny wysadzano w otwory wycięte w folii). Doświadczenie założono w układzie bloków losowanych w 4 powtórzeniach (poletka o powierzchni 1 m²).

Parametrami badanymi w I i II części eksperymentu były: plon korzeni, plon ziela, zawartość i plon witaferyny A. Zawartość witaferyny A badano metodą HPLC. Wyniki obu części eksperymentu (średnie z 3 lat) zostały opracowane za pomocą analizy wariancji (ANOVA). Porównania średnich dokonano z zastosowaniem testu Tukeya przy poziomie istotności $P < 0,05$.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

- I. Porównanie plantacji zakładanych: z rozsady i z siewu do gruntu wypadło, jak należało się spodziewać, na korzyść plantacji założonej z rozsady. W tym przypadku uzyskano wysoki plon ziela (669 g/m^2) i korzeni (565 g/m^2), a plon surowca uzyskany z roślin uprawianych z siewu stanowił zaledwie jego 35% (rys. 1). Zawartość witaferyny A w ziele nie różniła się istotnie przy obu metodach (0,20 i 0,21%). Jednak plon witaferyny A, będący wypadkową jej zawartości w ziele i plonu ziela, był znacznie wyższy dla roślin uprawianych z rozsady i wynosił $1,13 \text{ g/m}^2$ w porównaniu do $0,44 \text{ g/m}^2$ uzyskanego przy siewie do gruntu.



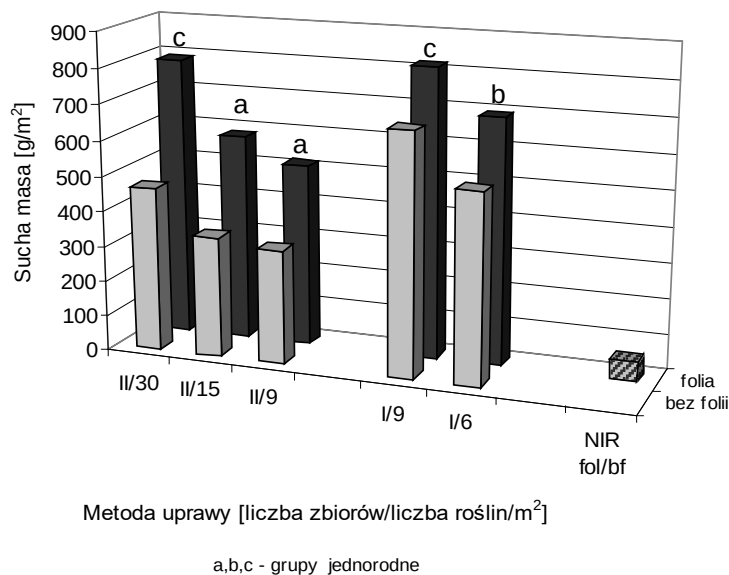
Rys. 1. Plon suchej masy ziela i korzeni *Withania somnifera* uzyskany na plantacji polowej z siewu do gruntu i z rozsady

Fig. 1. Yield of dry weight of *Withania somnifera* herb and roots obtained from field plantations of the directly sown and the transplanted plants

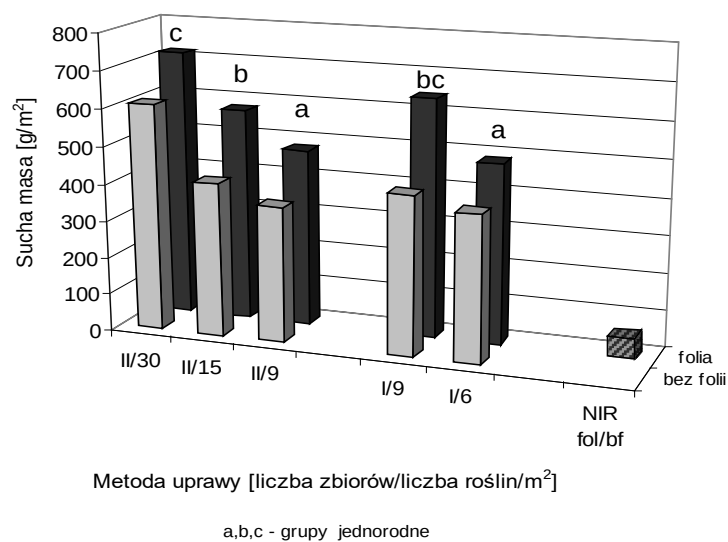
- II. Uprawa polowa z rozsady była w każdym przypadku zdecydowanie bardziej efektywna na folii, przy zastosowaniu której zanotowano istotnie wyższy plon zarówno ziela jak i korzeni (rys. 2 i 3). Najlepsze wyniki otrzymano przy uprawie na folii, jednokrotnym zbiorze i zagęszczeniu 9 roślin/ m^2 (F/I/9) oraz uprawie na folii, dwukrotnym zbiorze i zagęszczeniu 30 roślin/ m^2 (F/II/30)

W przypadku plonu ziela nie było między tymi metodami istotnej różnicy (rys. 2). Jednak plon witaferyny A był istotnie wyższy przy (F/II/30) ($1,94$ w porównaniu do $1,61 \text{ g/m}^2$; NIR = 0,1), co było spowodowane zróżnicowaną zawartością witaferyny A w ziele

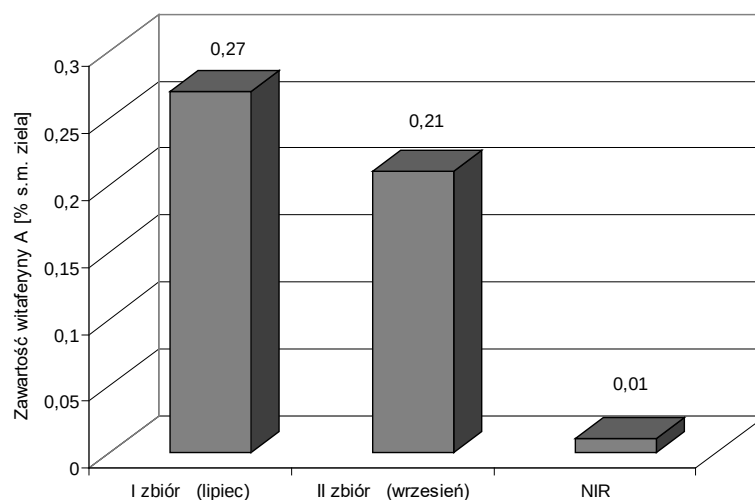
zbieranym dwukrotnie. Część ziela zbierana w lipcu charakteryzowała się znacznie większą niż zbierana we wrześniu zawartością związku (rys. 4). Przy jednokrotnym zbiorze zawartość witaferyny A była jednakowa w całej masie ziela i wynosiła 0,21%.



Rys. 2. Plon suchej masy ziela w zależności od metody uprawy polowej *Withania somnifera*
Fig. 2. The effect of field cultivation methods on the yield of herb dry weight in *Withania somnifera*



Rys. 3. Plon suchej masy korzeni w zależności od metody uprawy polowej *Withania somnifera*
Fig. 3. The effect of field cultivation methods on the yield of root dry weight in *Withania somnifera*



Rys. 4. Zawartość witaferyny A w suchej masie ziele *Withania somnifera* w zależności od terminu zbioru (I — lipiec, II — wrzesień)

Fig. 4. The effect of harvesting time (I — July, II — September) on withaferine A content in dry weight of *Withania somnifera* herb

Plon korzeni był co prawda nieco wyższy przy wariacie (F/II/30) niż przy (F/I/9) (rys. 3), jednak towarzyszyła temu znacznie niższa ich jakość (tab. 2). Zaledwie 43% miało średnicę powyżej 0,5 cm, a takie uważa się za wartościowy surowiec zielarski.

Tabela 2

Udział korzeni o różnej średnicy w plonie w zależności od metody uprawy polowej *Withania somnifera* (% wagowe)
Percentage of roots of various diameters as the effect of cultivation method in *Withania somnifera* (weight %)

Metoda uprawy Method of cultivation	Średnica korzeni Root diameter		
	Powyżej 0,5 cm Over 0.5 cm	0,5–0,3 cm	Poniżej 0,3 cm Less than 0.3 cm
Folia / II zbiory/ 30r/m ² Mulch/2harvests/30plants/m ²	43	41	16
Folia / I zbiór/9r/m ² Mulch/1harvests/9plants/m ²	82	17	1

Wydaje się zatem, że wariant (F/I/9), przy mniejszej praco- i kosztocłonności (mniej rozsady do wyprodukowania i posadzenia) jest korzystniejszy niż (F/II/30), jednak jeżeli celem uprawy miałby być plon witaferyny A, należałoby przeprowadzić szczegółowy rachunek ekonomiczny, aby obrać bardziej odpowiednią z tych metod.

Podsumowując wyniki doświadczeń polowych można stwierdzić, iż uprawa gruntowa *Withania somnifera* (L.) Dun. na ziele i korzenie w warunkach klimatu umiarkowanego jest możliwa, a plony są zaskakująco wysokie. Na plantacjach indyjskich plon korzeni

wynosi przy uprawie lokalnych populacji do 0,5 t/ha, zaś przy uprawie odmian 1–1,2 t/ha (Nigam i Kandalkar, 1995). W niniejszej pracy, nawet w uprawie z siewu do gruntu otrzymano znacznie wyższy plon (w przeliczeniu 2,1 t/ha). Różnica wynika najprawdopodobniej przede wszystkim z faktu, iż roślina w naszych warunkach uprawiana była na glebie lekko kwaśnej (pH 6,1–6,3) i nawożona azotem w dawce 120 kg/ha, nie zaś, tak jak praktykuje się w Indiach, na alkalicznej o pH 7,5–8, bez lub ze znikomym nawożeniem azotowym. Nasze wcześniejsze doświadczenia wyraźnie wskazują na preferencje gatunku w stosunku do lekko kwaśnego odczynu gleby, przy którym silnie reaguje na nawożenie azotem (Obidoska, 2001). Dodatkowym czynnikiem wzrostu plonu było foliowanie gleby, które ograniczyło do minimum konkurencję ze strony chwastów i parowanie.

W Indiach śpioszynu nie uprawia się na ziele, dlatego brakuje danych dotyczących jego plonu. W przeprowadzonych na dużą skalę doświadczeniach w Turcji, przy uprawie z siewu do gruntu osiągnięto plon ziela do 5,5 t/ha (Ozguven, Sener, 1992). W porównaniu z tym wynikiem, w warunkach Polski plon ziela w uprawie z siewu był znacznie mniejszy (2,3 t/ha), jednak przy zastosowaniu uprawy z rozsady osiągnięto w przeliczeniu do 8,2 t/ha.

WNIOSKI

1. *Withania somnifera* (L.) Dun. może być z powodzeniem uprawiana na surowiec zielarski w warunkach klimatu umiarkowanego. Nawet plantacja z siewu przyniosła znacznie wyższy plon korzeni niż produkcyjne plantacje w Indiach, a uprawa z rozsady dała plon średnio 3-krotnie wyższy.
2. Istotną zwyżkę plonu ziela i korzeni spowodowało ściółkowanie gleby czarną folią polietylenową.
3. Z zastosowanych wariantów uprawy z rozsady najlepsze plony osiągnięto w przypadku F/I/9 (uprawa ze ściółkowaniem gleby czarną folią polietylenową, przy jednokrotnym zbiorze i zagęszczeniu 9 roślin/m²) i F/II/30 (uprawa ze ściółkowaniem gleby czarną folią polietylenową, przy dwukrotnym zbiorze i zagęszczeniu 30 roślin na 1 m²).
4. Korzystniejszym ze względu na jakościowo lepszy plon korzeni (przy jednoczesnej mniejszej praco- i kosztochłonności) wydaje się być wariant F/I/9. Jednak jeżeli celem uprawy miałyby być jedynie plon witaferyny A, należałoby przeprowadzić szczegółowy rachunek ekonomiczny, aby obrać odpowiedniejszą metodę uprawy.

LITERATURA

- Bhattacharya S. K., Goel R. K., Kaur R., Ghosal S. 1987. Anti-stress activity of sitoindosides VII and VIII, new acylsteryl glucosides from *Withania somnifera*. *Phytotherap. Res.* 1 (1): 32 — 37.
- Bhattacharya S. K., Kumar A., Ghosal S. 1995. Effects of glycowithanolides from *Withania somnifera* on an animal model of Alzheimer's disease and perturbed central cholinergic markers of cognition in rats. *Phytotherap. Res.*, 9 (2): 110 — 113.
- Bhattacharya A., Ramanathan M., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2000 a. Effect of *Withania somnifera* glycowithanolides on iron-induced hepatotoxicity in rats. *Phytotherap. Res.*, 14 (7): 568 — 570.
- Bhattacharya S. K., Bhattacharya A., Sairam K., Ghosal S. 2000 b. Anxiolytic-antidepressant activity of *Withania somnifera* glycowithanolides: an experimental study. *Phytomed.*, 7 (6): 463 — 469.

- Bhattacharya A., Ghosal S., Bhattacharya S. K. 2001. Anti-oxidant effect of *Withania somnifera* glycowithanolides in chronic footshock stress-induced perturbations of oxidative free radical scavenging enzymes and lipid peroxidation in rat frontal cortex and striatum. *J. Ethnopharmacol.*, 74 (1): 1 — 6.
- Matsuda H., Murakami T., Kishi A., Yoshikawa M. 2001. Structures of withanosides I, II, III, IV, V, VI and VII, new withanolide glycosides, from roots of Indian *Withania somnifera* Dunal and inhibitory activity for tachyphylaxis to clonidine in isolated guinea-pig ileum. *Bioorg. Med. Chem.* 9 (6): 1499 — 1507.
- Nigam K. B., Kandalkar V. S. 1995. Ashwagandha. *Advances in Horticulture Vol. 11. Medicinal and Aromatic Plants* (Eds. Chadha K. L. and Gupta R). Malhotra Publishing House, New Delhi.
- Ozguven M., Sener B. 1992. Drug yield and withanolide contents of *Withania somnifera* (L.) Dunal cultivated in Turkey. *Acta Hort.*, 306: 219 — 227.
- Obidoska G., Sadowska A., Rumowska M. 1998. Generative propagation of *Withania somnifera* (L.). *Herba Pol.*, XLIV (4): 258 — 263.
- Obidoska G., Sadowska A., Rumowska M. 1999. *Withania somnifera* — indyjska roślina lecznicza, próby uprawy w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 468: 395 — 403.
- Obidoska G. 2001. Wpływ czynników agrotechnicznych na plon surowca i nasion *Withania somnifera* (L.) Dun. uprawianej w warunkach glebowo-klimatycznych Polski. Praca doktorska, SGGW, Warszawa.
- Russo A., Izzo A. A., Cardile V., Borrelli F., Vanella A. 2001. Indian medicinal plants as antiradicals and DNA cleavage protectors. *Phytomed.* 8 (2): 125 — 132.
- Shohat B., Kirson I., Lavie D. 1978. Immunosuppressive activity of two plant steroidal lactones, withaferin A and withanolide E. *Biomedicine*, 28 (1): 18 — 24.
- Wagner H., Norr H., Winterhoff H. 1994. Plant Adaptogens. *Phytomed.* 1 (1): 63 — 76.

ZBIGNIEW LAUDAŃSKI^{1, 2}**MACIEJ PROŃCZUK**¹**MARIA PROŃCZUK**²¹ Katedra Statystyki Matematycznej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie² Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Propozycja syntezy cech użytkowych w ocenie wartości trawnikowej odmian *Festuca* spp.

Proposition of turf characters synthesis for assessment of *Festuca* spp. cultivars value

W latach 1993–1998 oceniono trzydzieści odmian i rodów *Festuca* spp. pod względem cech użytkowych stosując umiarkowaną intensywną pielęgnację. Wyniki badań wykorzystano do opracowania formuły syntezy niektórych cech, w oparciu o metody analizy statystycznej. Dokonano podziału odmian na grupy pod względem wartości ogólnego aspektu estetycznego trawnika metodą k-średnich. Określano zależności korelacyjne pomiędzy ogólnym aspektem i innymi cechami użytkowymi (zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia i kolor). Na podstawie współczynników regresji wielokrotnej ustalano wagi cech i opracowano wskaźnik jakości darni Q_M . Uzyskane w badaniach wartości wskaźnika Q_M porównano z wartościami wskaźników proponowanymi przez innych autorów. Stwierdzono różnice w ocenie odmian wyrażonej za pomocą różnych wskaźników. Relacje pomiędzy wskaźnikami na ogół zależały od grupy odmian. Mało zgodne wyniki uzyskano, gdy oceniano odmiany o niskiej wartości ogólnego aspektu. Silniejsze współzależności pomiędzy wskaźnikami występowały, gdy oceniano odmiany o wysokiej wartości aspektu estetycznego. Opracowany wskaźnik Q_M wykazywał duży stopień podobieństwa z ogólnym aspektem estetycznym niezależnie od grupy porównywanych odmian. Wskaźnik ten może być przydatny w ocenie wartości i selekcji odmian w programach hodowlanych. Wymaga on jednak sprawdzenia na innych gatunkach traw i przy innym typie użytkowania trawnikowego.

Słowa kluczowe: cechy użytkowe, *Festuca* spp., odmiany, wskaźnik jakości darni

Thirty cultivars and selections of *Festuca* spp. were assessed regarding their turf characters under medium intensive turf maintenance during 1993–1998. The results of the assessment were the base for formula calculation of some characters synthesis using statistic methods. Tested cultivars were divided into three homogenous groups in respect to their general aesthetic aspect using cluster analysis (k-means method). Based on this division the relationships between general aesthetic aspect and other tested traits (shoot density, slow vertical re-growth, leaf fineness, and colour) were determined. The weight of particular characters in turf cultivar value was estimated by multiple linear regressions, and quality turf index Q_M has been proposed. Index Q_M was used for evaluation of turf value of cultivars and selections, and results were compared with other formula indexes proposed by other authors. Significant differences between cultivars value in the indexes were found. The relationships between the indexes mainly depended on the group of cultivars tested. Low relations among the indexes were

found with the cultivars of low turf value, and higher with the cultivars of high turf value. The proposed index Q_M was closely related to a general aesthetic aspect of cultivars, irrespective of the group of cultivars. Our results suggest that index Q_M may be useful in turf cultivars value evaluation in breeding programmes. However, it requires an additional examination using other turfgrass species and other type of turf maintenance

Key words: cultivars, *Festuca* spp., turf traits, turf quality index

WSTĘP

W hodowli odmian traw gazonowych (trawnikowych) stosowana jest ocena wielu cech, takich jak np: ogólny estetyczny aspekt, zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia, przezimowanie, zimozieloność (Prończuk, 1993). Specjalną grupę ocen stanowi podatność na choroby. Ocena cech służy do określenia wartości odmian, pozwala dokonać selekcji wśród ekotypów, rodów i umożliwia wybór materiałów do dalszych prac hodowlanych. W zależności od potrzeb wyniki są w różny sposób analizowane: indywidualnie lub syntetycznie (Prończuk i in., 1997).

Trawy, jako rośliny wieloletnie podlegają długim cyklom oceny. Minimalny cykl oceny wymagany przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) trwa cztery lata łącznie z rokiem zasiewu (Domański, 2001). Rok siewu traktowany jest jednak jako rok instalacji trawnika (tzw. rok 0). W Stanach Zjednoczonych Komitet Badań Naukowych (Northeastern Turfgrass Research Committee) uważa, że cykl ten powinien wynosić minimum pięć lat pełnego użytkowania (Skogley i Sawyer, 1992).

Zgromadzone wyniki stanowią z jednej strony obszerny materiał umożliwiający obiektywną ocenę wartości odmian, a z drugiej jednak stwarzają duże kłopoty przy wnioskowaniu o ich przydatności. Opierając się na średniej ogólnej z obserwacji trudno jest wytypować odmiany bezwzględnie najlepsze, ponieważ wyniki obciążone są zmiennością w sezonach, w latach, subiektywizmem oceniającego i są powiązane z innymi cechami odmian, np. podatnością na choroby (Prończuk i in., 1997; Prończuk, 2000; Prończuk i Prończuk, 2003). Wnioskowanie o wartości odmian obarczone jest zawsze pewnym błędem i wiąże się z ryzykiem „utraty” cennych obiektów.

Dla zmniejszenia tego ryzyka, podejmowane są próby opracowania syntetycznych wskaźników, według których można by określić w sposób prosty wartość trawnikową danej odmiany. Powszechnie używanym wskaźnikiem wartości odmian jest „aspekt estetyczny” trawnika, oceniany wielokrotnie w ciągu roku (Anonim 1, 1997; Eucarpia, 2003). W doświadczalnictwie amerykańskim stosowany jest parametr „jakość darni” (turf quality), który jest cechą zbiorczą wielu cech (Bara i in., 1993). Smith i wsp. (1993) podają, że na jakość trawnika składają się następujące cechy: kolor, zadarnienie, wyrównanie, struktura liścia, odrastanie, ogólny aspekt, odporność na choroby i odporność na szkodniki. Skogley i Sawyer (1992), Burton (1992) oraz Heckman i Hill (1993) na pierwszym miejscu wyliczają kolor, a potem dopiero zadarnienie, wyrównania i ogólny aspekt jako cechy najważniejsze w ocenie traw gazonowych. Bardzo rozbudowany jest system oceny we Francji, gdzie oprócz comiesięcznej oceny ogólnego estetycznego aspektu brane są pod uwagę również inne cechy takie jak kolor, doskonałość liścia, wolne pionowe odrastanie (slow vertical regrowth), czystość koszenia, zimozieloność, trwałość, wyrównanie,

tolerancja na deptanie i zdzieranie (wear tolerance) oraz odporność na choroby (Anonim 2, 1991–1992; Eucarpia, 2003).

Podawane są także różne propozycje indeksowania grupy cech (Versteeg, 1996), co pozwala na ograniczenie liczby cech uwzględnianych w charakterystyce odmiany. W Polsce Domański (1997) oraz Prończuk i wsp. (1997) podejmowali próbę syntezy wyników w oparciu o główne cechy trawnikowe, którymi były: ogólny aspekt estetyczny, zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia i właściwości eksploatacyjne. Autorzy podają, że w zależności od kierunku hodowli należy uwzględniać jeszcze inne właściwości indywidualne genotypów.

Powyższe wskaźniki i metody są jednak skomplikowane, a niektóre proponowane cechy trudne do oceny (np. właściwości eksploatacyjne). Nadal trwają poszukiwania wskaźnika określającego wartość trawnika danego genotypu w oparciu o inne cechy niż ogólny aspekt estetyczny, ponieważ cecha ta jest obciążona najbardziej subiektywizmem osoby oceniającej.

Celem pracy było opracowanie nowej formuły syntezy niektórych cech, przy pomocy metod statystycznych, która by niwelowała i uzupełniała subiektywną ocenę odmian według ogólnego aspektu i była pomocna w ocenie wartości odmian przy użytkowaniu umiarkowanie intensywnym trawników.

MATERIAŁY I METODY

Materiał i metody polowe

Do badań wykorzystano wyniki wieloletniej oceny 30 odmian i rodów kilku gatunków i podgatunków kostrzewy (*Festuca* L.): kostrzewa czerwona rozłogowa (*Festuca rubra* L. *rubra* Hack.) — 3 odmiany i 1 ród, kostrzewa czerwona kępowa (*Festuca rubra* L. *commutata* Gaud.) — 7 odmian i 1 ród, kostrzewa półrozłogowa (*Festuca rubra* L. *trichophylla* Gaud.) — 3 odmiany oraz kostrzewa różnolistna (*Festuca heterophylla* Lam.) — 1 odmiana, kostrzewa owcza (*Festuca ovina* L.) — 5 odmian i 2 rody i kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea* Schreb.) — 2 odmiany i 5 rodów, wykonane w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie (Prończuk i in., 2003).

Doświadczenie założono latem w 1993 roku i prowadzono, stosując umiarkowanie intensywną pielęgnację, przez okres 5 lat (od 1994 do 1998). Odmiany i rody oceniano pod względem następujących cech użytkowych według metodyki Prończuk (1993): ogólny aspekt estetyczny, zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia (wąska blaszka liściowa) i kolor w sezonach: wiosna, lato, jesień oraz przezimowanie — wczesną wiosną, zimozieloność — w grudniu lub w styczniu oraz podatność na choroby w okresach ich silnego nasilenia. Dokładną metodykę badań polowych przedstawiono w pracy Prończuk i wsp. (2003).

Metody analizy statystycznej

Wyniki oceny odmian pod względem cech użytkowych opracowano metodą analizy wariancji według modelu liniowego układu split-plot (Wójcik i Laudański, 1989). Do porównań szczegółowych wartości średnich zastosowano wielokrotny test Tukeya. Uzyskane wartości dla cech odmian zostały wykorzystane do opracowania wskaźnika jakości

darni. Dokonano podziału odmian na grupy pod względem wartości ogólnego aspektu metodą k-średnich. W poszczególnych grupach określano zależności korelacyjne pomiędzy ogólnym aspektem i innymi cechami oraz pomiędzy zadarnieniem i innymi cechami odmian. Na podstawie analizy współczynników korelacji prostej i regresji wielokrotnej określono wagi cech. Biorąc pod uwagę wyliczone wagi zaproponowano wzór dla wskaźnika jakości darni Q_M , który określa wartość odmian. Wskaźnik ten zastosowano do oceny wartości trawnikowej odmian różnych gatunków kostrzewy. Wyniki Q_M porównano z takimi wskaźnikami jak: średni ogólny aspekt estetyczny, W_{syn} — podany przez Domańskiego (1997) oraz Q — zaproponowany przez Prończuka i wsp. (1997). Określono zależności pomiędzy wskaźnikami i badanymi cechami odmian na podstawie analizy współczynników korelacji prostej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystykę cech użytkowych poszczególnych gatunków i odmian kostrzewy zamieszczono w innej pracy autorów (Prończuk i in., 2003). W oparciu o wartości średnie (z lat i sezonów) dla ogólnego aspektu, dokonano podziału odmian na grupy podobne metodą analizy skupień. Wydzielono trzy grupy odmian różniące się istotnie wartością estetycznego aspektu trawników (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka grup odmian wyznaczonych metodą k-średnich wg ogólnego aspektu (OA)
Characteristics of cultivars group divided in respect to their aesthetic aspect (OA) according to the k-means method

Grupy Groups	Średnie wartości cech trawnikowych i grupy jednorodne Means values of turf traits and homogenous groups				
	SrOA	SrZD	SrOD	SrDL	SrK
I	5,7 a	6,4 a	6,3 a	6,5 a	6,9 a
II	6,2 b	7,3 b	5,8 a	5,1 a	8,2 b
III	7,1 c	8,3 c	8,0 b	7,4 b	7,9 b

Stwierdzono, że wydzielone grupy odmian różnią się między sobą nie tylko pod względem ogólnego aspektu estetycznego (SrOA), ale również pod względem innych cech takich jak: zadarnienie (SrZD), odrastanie (SrOD), doskonałość liścia (SrDL) i koloru (SrK). Relacje między grupami pod względem SrOA i SrZA oraz SrOD i SrDL okazały się podobne. Biorąc pod uwagę ogólny aspekt i zadarnienie odmiany tworzyły trzy różne grupy. W przypadku SrOD i SrDL wyraźnie odróżniała się grupa trzecia od dwóch pierwszych. Nieco inne tendencje ujawniły się w kolorystyce, inne zabarwienie posiadały odmiany zaklasyfikowane do grupy pierwszej w porównaniu do dwóch grup pozostałych. Podobne relacje w grupach odmian pod względem cech wskazują na możliwość kontroli jednej cechy przez drugą, a nawet możliwość ograniczenia liczby ocenianych cech. Na duży stopień podobieństwa wartości ogólnego aspektu i zadarnienia odmian, pomimo odrębnej oceny, wykonanej w nieco innym czasie i warunkach (ogólny aspekt przed koszeniem, a zadarnienie po koszeniu), zwrócili uwagę także inni autorzy w swych pracach (Prończuk i in., 1997; Prończuk i Prończuk, 2003).

Następne analizy dotyczyły ustalenia współzależności cech i określenia wagi cech w ocenie ogólnego aspektu i zadarnienia. Zakładano, że uzupełnienie cechy ogólnego aspektu oceną zadarnienia mogłoby ograniczyć subiektywizm osoby wykonującej obserwacje. Analizę wykonano w obrębie wydzielonych grup odmian. Uzyskane współczynniki korelacji podano w tabeli 2.

Tabela 2

Współczynniki korelacji pomiędzy ocenianymi cechami użytkowymi odmian *Festuca* spp. w grupach wyznaczonych metodą k-średnich wg ogólnego aspektu
Coefficients of correlation between evaluated turf traits of *Festuca* spp. cultivars separated into three groups by the k- means method according to their general aspect

Cechy Traits	Grupa I (n = 10) Group I		Grupa II (n = 7) Group II		Grupa III (n = 13) Group III	
	średni ogólny aspekt mean general aspect	średnie zadarnienie mean shoot density	średni ogólny aspekt mean general aspect	średnie zadarnienie mean shoot density	średni ogólny aspekt mean general aspect	średnie zadarnienie mean shoot density
1	2	3	4	5	6	7
Ogólny aspekt — wiosna General aspect — spring	0,808**	0,720*	0,724	0,702	0,502	0,753**
Ogólny aspekt — lato General aspect — summer	0,929***	0,380	0,872*	0,848*	0,597*	-0,201
Ogólny aspekt — jesień General aspect — autumn	-0,613	-0,697*	0,471	-0,240	0,847**	0,450
Średni ogólny aspekt Mean general aspect	1,000	0,508	1,000	0,562	1,000	0,567*
Zadarnienie — wiosna Shoot density — spring	0,530	0,949***	0,021	0,009	0,426	0,952***
Zadarnienie — lato Shoot density — summer	0,693*	0,900***	0,521	0,967**	0,594*	0,879***
Zadarnienie — jesień Shoot density — autumn	-0,467	0,159	0,634	0,860*	0,647*	0,960***
Średnie zadarnienie Mean shoot density	0,508	1,000	0,562	1,000	0,550*	1,000

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5	6	7
Odrastanie Slow re-growth	-0,415	-0,772**	0,088	-0,619	0,418	0,754**
Doskonałość liścia Leaf fineness	-0,290	-0,766**	-0,124	-0,764*	0,077	0,748**
Kolor Colour	0,460	-0,097	0,277	0,851*	0,460	0,283
Zimozieloność Winter greenness	-0,765**	-0,649*	-0,193	0,229	0,577*	0,136
Przezimowanie Overwintering	0,475	-0,101	-0,319	-0,851*	0,478	0,671**
Pleśń śniegowa ¹⁾ Snow mould	-0,296	-0,480	-0,242	-0,868*	0,614*	0,797***
<i>Helminthosporioza</i> ¹⁾ Leaf spot	0,328	0,873***	0,370	0,917**	0,225	-0,399
Różowa plamistość ¹⁾ Pink patch	0,083	0,875***	0,226	0,889**	0,241	-0,420
Głownia plamista ¹⁾ Blister smut	-0,395	0,492	0,185	0,464	0,376	0,591*

¹⁾ Odporność; Resistance

Analiza współczynników korelacji potwierdziła, że istnieje silny związek pomiędzy ogólnym aspektem i zadarnieniem. Oceny cech wykonywane w sezonach wskazały na różną siłę tego związku. Stwierdzono tendencję do ujemnej zależności pomiędzy ogólnym aspektem, a odrastaniem i doskonałością liścia zarówno w I, jak i II grupie odmian. W III grupie zależność ta była dodatnia, ale nieistotna. Silniejsze związki korelacyjne cech: odrastania i doskonałości liści występowały z zadarnieniem, ale podobnie jak w przypadku ogólnego aspektu, były one ujemne w I i II grupie, a dodatnie w III grupie odmian. Trętowski i Wójcik (1988) podają, że ujemne korelacje między cechami oznaczają powiązanie wysokich wartości jednej cechy z niskimi drugiej i odwrotnie.

Wyniki analizy świadczyły o różnych zależnościach cech odmian z chorobami. Ujawniono np. silniejszy wpływ chorób na ocenę zadarnienia niż na ocenę ogólnego aspektu (tab. 2). Różnice te mogły się wiązać z różnym terminem wykonywania obserwacji — zadarnienie po koszeniu, a ogólny aspekt przed koszeniem. Uszkodzenia darni spowodowane przez choroby mogą być czasem maskowane przez odrastające trawy.

Współczynniki korelacji pomiędzy ogólnym aspektem i kolorem we wszystkich grupach odmian były dodatnie, ale nieistotne ze względu na małą liczbę porównywanych obiektów w poszczególnych grupach odmian. Wartość współczynników korelacji w grupach mieściła się w zakresie od 0,277 do 0,460.

Opracowanie nowego wskaźnika (wzoru syntezy cech) na podstawie analizy współczynników korelacji okazało się trudne, ponieważ poza zadarnieniem zależność ogólnego aspektu od innych cech była niejednoznaczna — różne były relacje tej cechy z innymi w grupach odmian. Ponadto wartość ogólnego aspektu była powiązana z chorobami, które występowały z różnym nasileniem w latach (Prończuk i in., 2003).

Podjęto więc próbę określenia zależności pomiędzy cechami przy zastosowaniu analizy regresji wielokrotnej. Poszukiwano modelu regresji opisującego zależność ogólnego aspektu od czterech cech obligatoryjnych, ocenianych trzykrotnie w roku (w sezonach), którymi były: zadarnienie, odrastanie, doskonałość liścia i kolor. Uznano, że inne cechy takie jak podatność na choroby (oceniane nieregularnie w sezonie wegetacji), choć ważne w ocenie wartości odmian mieszczą się (wpływają ujemnie) w już dokonanej ocenie wartości ogólnego aspektu i zadarnienia, na co wskazują współczynniki korelacji zamieszczone w tabeli 2.

W poszukiwaniu modelu przydatna okazała się „krokowa regresja liniowa bez stałej” (tab. 3).

Tabela 3

Poszukiwanie modelu regresji liniowej wielokrotnej opisującej zależność ogólnego aspektu (OA- jako zmiennej zależnej), od innych niezależnych cech użytkowych odmian *Festuca* spp.
Result of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between general aesthetic aspect (OA- dependent variable) and other independent traits of *Festuca* spp. cultivars

Krok Step	Cechy Traits	Współczynniki regresji Regression coefficients	Błąd standardowy Standard error	T emp. T value	Istotność Significance P-value	Przedział ufności dla współczynników regresji Confidence interval for regression coefficients	
						dolna granica minimum	górną granicę maximum
1	ZA ¹⁾	0,681	0,075	9,025	0,000	0,526	0,836
	OD ²⁾	-0,070	0,171	-0,407	0,688	-0,422	0,282
	DL ³⁾	0,011	0,102	1,099	0,282	-0,098	0,323
	K ⁴⁾	0,145	0,052	2,779	0,010	0,038	0,253
2	ZA	0,661	0,056	11,884	0,000	0,547	0,775
	DL	0,072	0,026	2,778	0,010	0,019	0,126
	K	0,138	0,048	2,852	0,008	0,038	0,237

¹⁾ Zadarnienie; Density of turf — compactness

²⁾ Odrastanie; Slow re-growth

³⁾ Doskonałość liścia; Leaf fineness

⁴⁾ Kolor; Colour

Na podstawie współczynników regresji w drugim etapie analizy (2 krok) i analizy wartości przedziałów ufności dla współczynników odnoszących się do poszczególnych cech stwierdzono, że o wyglądzie trawnika decyduje w około 70% zadarnienie (współczynnik regresji 0,661), 20% udziału ma jego zabarwienie (współczynnik regresji 0,138) i 10% doskonałość liścia (współczynnik regresji 0,072). Jest to zgodne z opinią Bartosiewicza (1977), który twierdził, że o wartościach estetycznych trawnika decydują głównie: jednolitość, gładkość powierzchni i żywo-zielona barwa. Szybkość odrastania przy częstym koszeniu nie ma dużego wpływu na wygląd trawnika, na co wskazały współczynniki regresji w I etapie analizy (tab. 3)

Opierając się na wynikach powyższej analizy zaproponowano wzór dla wskaźnika jakości darni Q_M :

$$Q_M = \frac{7 \times ZA + 2 \times K + 1 \times DL}{10}$$

Wskaźnik Q_M zastosowano do oceny odmian różnych gatunków kostrzew, a wyniki porównano z wcześniej podanymi wskaźnikami jakości darni przez Domańskiego (1997) oraz Prończuka i wsp. (1997). Do porównań dołączono także ocenę wyrażoną średnim ogólnym aspektem estetycznym trawników odmian. W tabeli 4 zamieszczono wyniki wartości trawnikowej wyrażone za pomocą różnych wskaźników w obrębie trzech grup odmian wydzielonych wcześniej metodą skupień.

Przy zastosowaniu wskaźnika W_{syn} według Domańskiego (1997) wartość odmian zawierała się w zakresie od 4,6 do 6,3, według ogólnego aspektu odmiany mieściły się w zakresie od 5,3 do 7,8, natomiast przy użyciu wskaźników: Q według Prończuka i współautorów (1997) oraz nowo proponowanego Q_M zakres u odmian był podobny i lokował się od 6,1 do 8,6. Zwrócono uwagę, na różnice w rankingu odmian w zależności od zastosowanego wskaźnika. W grupie pierwszej np. odmiany kostrzewy owczej: Niko i Sima zostały zaliczone na podstawie ogólnego aspektu do grupy odmian mało przydatnych na trawniki, podczas gdy inne wskaźniki wskazywały na ich istotnie wyższą wartość, przekraczającą nawet (wg Q) średnią dla grupy drugiej. Podobna tendencja wystąpiła w drugiej grupie dla odmian: kostrzewy rozłogowej Bar FRR-286T i kostrzewy różnolistnej Sawa. Także w trzeciej grupie można było dostrzec różnice w waloryzacji odmian przez poszczególne wskaźniki. Według ogólnego aspektu, np. najlepszymi odmianami w tej grupie były: Bar FO-9A2 i Nimba. Podobny ranking wartości odmian w tej grupie otrzymano stosując wskaźnik W_{syn} , natomiast dwa pozostałe wskaźniki Q i Q_M świadczyły o istotnie najwyższej wartości takich odmian, jak Melody, Enjoy i Bargreen. Natomiast Bar FO-9A2 i Nimba zaliczono do odmian o średniej wartości w tej grupie.

Powyższe przykłady wskazują, że ogólny aspekt estetyczny, a także czasem wskaźnik W_{syn} nie charakteryzują w pełni wartości odmian. Opierając się, np. jedynie na średnim ogólnym aspekcie można utracić w hodowli cenne pod względem innych cech obiekty. Ocena ogólnego aspektu estetycznego zależy w dużym stopniu od indywidualnych odczuć osoby prowadzącej obserwację (jak się trawnik podoba). Dlatego w hodowli podejmowane są próby poszukiwania wskaźników opartych na innych cechach istotnie wpływających na wygląd trawnika. Wskaźniki te powinny eliminować subiektywizm obserwatora lub uzupełniać ocenę ogólnego aspektu. Domański (1997) przy konstruowaniu wskaźnika brał pod uwagę ogólny aspekt (A_0), zadarnienie (Z) i intensywność odrastania (I_0). Jednocześnie podał wagę tych cech: $A_0 = 1$, $Z = 2/3$, $I_0 = 2/3$. Brak jest jednak w pracy informacji, na jakiej podstawie autor te wagi określił. Jako „drugą kategorię elementów przydatnych do syntetycznej oceny wartości użytkowej odmian” autor uznał „wartości cech eksploatacyjnych”. Do nich zaliczył: „zwartość systemu korzeniowego, tolerancję na tratowanie, tolerancję na niskie koszenie, czystość murawy po skoszeniu, tolerancję na oszczędne nawożenie itp.” Wartość wynikającą z właściwości eksploatacyjnych ujmuje on jako zespół cech (W_e). Cechy eksploatacyjne w analizie wskaźników nie zastały ujęte, ponieważ w badaniach własnych nie były oceniane.

Tabela 4

Wartość trawnikowa odmian *Festuca* spp. w wydzielonych grupach, wyrażona różnymi wskaźnikami jakości darni

Turf value of *Festuca* spp. cultivars, in separated groups, evaluated using different indexes of turf quality

Lp No	Gatunek Species	Odmiana Cultivar	Wskaźniki jakości darni Turf quality indexes			
			SrOA ¹⁾	W _{syn} ²⁾	Q ³⁾	Q _M ⁴⁾
grupa I — group I						
1	<i>F. ovina</i>	Witra	5,3	4,6	6,4	6,1
2	<i>F. ovina</i>	Niko	5,6	5,0	7,1	6,9
3	<i>F. ovina</i>	Espro	5,6	4,6	6,2	6,2
4	<i>F. o. tenuifolia</i>	Sima	5,7	5,0	7,1	6,8
5	<i>F. ovina</i>	KRH-11	5,7	4,7	6,3	6,2
6	<i>F. ovina</i>	Mimi	5,7	4,7	6,4	6,3
7	<i>F. r. rubra</i>	Jagna	5,8	4,7	6,4	6,5
8	<i>F. arundinacea</i>	RA-1854	5,8	4,5	5,7	6,6
9	<i>F. arundinacea</i>	RA 1806	5,8	4,5	5,7	6,6
10	<i>F. r. rubra</i>	Leo	5,9	4,8	6,4	6,7
Średnia dla grupy I Mean for group I			5,7	4,7	6,7	6,5
grupa II — group II						
11	<i>F. arundinacea</i>	Bartes	6,1	4,8	6,0	7,1
12	<i>F. r. rubra</i>	Bar FRR-286T	6,2	5,3	7,3	7,4
13	<i>F. heterophylla</i>	Sawa	6,2	5,1	7,0	7,0
14	<i>F. arundinacea</i>	Villageoise	6,2	4,8	6,1	7,2
15	<i>F. arundinacea</i>	Bar FA2AB	6,2	4,9	6,1	7,2
16	<i>F. arundinacea</i>	Bar FA0855	6,3	4,9	6,1	7,2
17	<i>F. arundinacea</i>	Bar FA214	6,5	5,2	6,5	7,3
Średnia dla grupy II Mean for group II			6,2	5,0	6,4	7,2
grupa III — group III						
18	<i>F. r. trichophylla</i>	Barlotte	6,7	5,6	7,6	7,5
19	<i>F. r. rubra</i>	Ensylva	6,8	5,5	7,5	7,5
20	<i>F. r. trichophylla</i>	Dawson	6,9	5,8	7,9	8,0
21	<i>F. r. commutata</i>	Bargreen	6,9	6,0	8,5	8,5
22	<i>F. r. commutata</i>	Baroxi	6,9	6,0	8,3	8,3
23	<i>F. r. commutata</i>	RA-41	7,0	5,8	8,0	7,9
24	<i>F. r. commutata</i>	Aida	7,1	6,3	8,2	8,2
25	<i>F. r. commutata</i>	Baruba	7,2	6,1	8,4	8,2
26	<i>F. r. commutata</i>	Melody	7,3	6,3	8,6	8,6
27	<i>F. r. commutata</i>	Enjoy	7,3	6,2	8,6	8,6
28	<i>F. r. trichophylla</i>	Barcrown	7,4	6,2	8,3	8,4
29	<i>F. r. commutata</i>	Nimba	7,7	6,2	8,1	8,4
30	<i>F. o. duriuscula</i>	Bar FO-9A2	7,8	6,3	8,2	8,3
Średnia dla grupy III Mean for group III			7,1	6,0	8,1	8,2
NIR $\alpha = 0.05$ — HSD $\alpha = 0.05$			0,4	0,2	0,3	0,3

¹⁾ Średni ogólny aspekt estetyczny oceniany wiosną, latem i jesienią; Mean general aesthetic aspect assessed in spring, summer and autumn

²⁾ Wskaźnik według Domańskiego (1997); Quality index according to Domański (1997)

³⁾ Wskaźnik według Prończuka i in. (1997); Quality index according to Prończuk et al. (1997)

⁴⁾ Własna propozycja; Own proposition

Prończuk i wsp. (1997) opracowali formułę przeliczeniową cech, którą nazwano wskaźnikiem jakości darni Q, oparli ją na analizie współczynników korelacji pomiędzy ogólnym aspektem i pozostałymi cechami. Na podstawie tej analizy określono „wagi” cech mających wpływ na ogólny estetyczny aspekt trawnika, którymi okazały się zadarnienie, odrastanie i doskonałość liścia.

Przy konstrukcji formuły Q_M oparto się wyłącznie na wadze cech wynikającej z analizy regresji wielokrotnej. Oprócz zadarnienia i doskonałości liścia uwzględniono kolor. Zabarwienie liści jest cechą, która jest uważana za bardzo ważną w Ameryce (Skogley i Sawyer, 1992; Burton, 1992; Smith i in., 1993; Bara i in., 1993). W przedstawionych badaniach cecha: zabarwienie trawnika (kolor) wykazywała tendencje do dodatnich zależności z ogólnym aspektem, co wskazuje na jej związek z wyglądem trawnika. Badane odmiany kilku gatunków kostrzewy różniły się znacznie pod względem tej cechy, szczególnie wyróżniały się pod tym względem odmiany kostrzewy owczej (grupa I), na co zwrócili uwagę w pierwszej części pracy Prończuk i wsp. (2003).

Podjęto także próbę określenia współzależności pomiędzy wskaźnikami i ocenianymi cechami. Gdy analizę przeprowadzono na wszystkich odmianach ($n = 30$) współczynniki korelacji były dodatnie i wysoko istotne (tab. 5).

Tabela 5

Współczynniki korelacji pomiędzy wartością trawnikową odmian *Festuca* spp. w wydzielonych grupach, wyrażoną różnymi wskaźnikami jakości darni
Coefficients of correlation between turf value of *Festuca* spp. cultivars in separated groups, expressed by different indexes of turf quality

Wskaźniki jakości darni Indexes of turf quality	SrOA ¹⁾	W_{syn} ²⁾	Q ³⁾
Razem grupy (n = 30) Total for groups (n = 30)			
W_{syn}	0,943***		
Q	0,838***	0,961***	
Q_M ⁴⁾	0,947***	0,955***	0,886***
Grupa I (n = 10)			
W_{syn}	0,004		
Q	-0,283	0,950***	
Q_M	0,533	0,556	0,330
Grupa II (n = 7)			
W_{syn}	0,458		
Q	0,066	0,888**	
Q_M	0,579	0,523	0,237
Grupa III (n = 13)			
W_{syn}	0,776***		
Q	0,488	0,833***	
Q_M	0,592*	0,873***	0,961***

Istotne przy * P = 0,05; ** P = 0,01; *** P = 0,001

Significant at * P = 0.05; ** P = 0.01; *** P = 0.001

¹⁾ Średni ogólny aspekt estetyczny oceniony wiosną, latem i jesienią; Mean general aesthetic aspect assessed in spring, summer and autumn

²⁾ Wskaźnik według Domańskiego (1997); Quality index according to Domański (1997)

³⁾ Wskaźnik według Prończuka i in. (1997); Quality index according to Prończuk et al. (1997)

⁴⁾ Własna propozycja; Own proposition

Inne relacje ujawniły się, gdy określano zależności w poszczególnych grupach odmian. W pierwszej grupie odmian analiza wskazała na silny związek jedynie pomiędzy Q i W_{syn} . Najbliższy ogólnemu aspektowi w tej grupie, okazał się wskaźnik Q_M ($r = 0,533$). Wskaźnik ten miał także tendencje do podobieństwa z pozostałymi wskaźnikami. Podobne relacje pomiędzy wskaźnikami występowały w grupie II odmian. W grupie III większość zależności korelacyjnych okazała się wysoko istotna. Nieistotny był jedynie współczynnik korelacji pomiędzy $SrOA$ i Q, ale wartość tego współczynnika, w porównaniu do poprzednich grup odmian, była dość wysoka ($r = 0,488$).

Tabela 6

Współczynniki korelacji pomiędzy wskaźnikami jakości darni i ocenianymi cechami użytkowymi odmian *Festuca* spp. w wydzielonych grupach
Correlation coefficients among indexes of turf quality and assessed turf characters of *Festuca* spp. cultivars in separated groups

Cechy Characters	Wskaźniki Indexes	$SrOA^{1)}$	$W_{syn}^{2)}$	$Q^{3)}$	$Q_M^{4)}$
Grupa I (n = 10) — group I (n = 10)					
$SrZA^{5)}$		0,508	-0,451	-0,633*	0,385
$OD^{6)}$		-0,415	0,874***	0,974***	0,174
$DL^{7)}$		-0,290	0,901***	0,972***	0,164
$K^{8)}$		0,460	0,562	0,373	0,902***
Grupa II (n = 7) — group II (n = 7)					
$SrZA$		0,562	-0,255	-0,619	0,567
OD		0,088	0,907**	0,991***	0,238
DL		-0,124	0,755*	0,969***	0,029
K		0,277	-0,370	-0,668	0,502
Grupa III (n = 13) — group III (n = 13)					
$SrZA$		0,550*	0,874***	0,962***	0,962***
OD		0,418	0,689**	0,896***	0,821***
DL		0,077	0,499	0,813***	0,727**
K		0,460	0,399	0,373	0,530

Istotne przy * $P = 0,05$; ** $P = 0,01$; *** $P = 0,001$

Significant at * $P = 0,05$; ** $P = 0,01$; *** $P = 0,001$

¹⁾ Średni ogólny aspekt estetyczny oceniony wiosną, latem i jesienią; Mean general aesthetic aspect assessed in spring, summer and autumn

²⁾ Wskaźnik według Domańskiego (1997); Quality index according to Domański (1997)

³⁾ Wskaźnik według Prończuka i in. (1997); Quality index according to Pronczuk et al. (1997)

⁴⁾ Własna propozycja; Own proposition

⁵⁾ Średnie zadarnienie ocenione wiosną, latem i jesienią; Mean shoot density assessed in spring, summer and autumn

⁶⁾ Odrastanie; Slow re-growth

⁷⁾ Doskonałość liścia; Leaf fineness

⁸⁾ Kolor; Colour

Analizując związek poszczególnych wskaźników z ocenianymi cechami stwierdzono, że ogólny estetyczny aspekt ($SrOA$) we wszystkich grupach odmian wykazywał jedynie tendencje do dodatniego związku z takimi cechami jak: zadarnienie i kolor w grupie I i II, oraz zadarnienie, odrastanie i kolor w grupie III.

Wskaźnik W_{syn} posiadał silne związki korelacyjne: z odrastaniem we wszystkich grupach, z doskonałością liścia w grupie I i II oraz z zadarnieniem w grupie III. Analiza

wskazała także na tendencję do dodatniej zależności tego wskaźnika od koloru w grupie I i III oraz doskonałości liścia w grupie III. Współczynniki korelacji pomiędzy W_{syn} i zadarnieniem w grupie I i II oraz kolorem w II grupie okazały się ujemne.

Wskaźnik Q wykazywał związek z odrastaniem i doskonałością liścia we wszystkich grupach, a z zadarnieniem tylko w grupie III. Stwierdzono także tendencje do dodatniej zależności tego wskaźnika od koloru w I i III grupie oraz tendencje do ujemnej zależności z zadarnieniem w I i II grupie i z kolorem w grupie II.

Proponowany wskaźnik Q_M wykazywał dodatnie związki ze wszystkimi cechami, ale wysoko istotne były: z kolorem ($r = 0,902^{***}$) w grupie I oraz z zadarnieniem, odrastaniem i doskonałością liścia w grupie III. Zaznaczyły się także silniejsze, choć nieistotne związki tego wskaźnika z zadarnieniem i kolorem w grupie II oraz z kolorem w grupie III.

Konstrukcja wskaźnika jakości darni Q_M jest oparta o podstawowe cechy odmian, które oceniano systematycznie — 3 razy w roku przy umiarkowanie intensywnym użytkowaniu trawników. W hodowli, w zależności od wyznaczonego celu, analizowane są również inne indywidualne cechy odmian. Prończuk i Prończuk (2003) podają, że cechy takie jak przezimowanie, średni ogólny aspekt, wskaźnik jakości Q i zimozieloność są cechami, które powinny być uwzględniane w hodowli odmian przeznaczonych na trawniki umiarkowanie intensywnie użytkowane.

PODSUMOWANIE

Powyższe badania wykazały, że ocena wartości trawnikowej odmian za pomocą ogólnego aspektu estetycznego jest niewystarczająca. Syntetyczne wskaźniki mogą stanowić jej uzupełnienie. Mogą zwrócić uwagę hodowcy na inne wartościowe cechy u genotypów, np. zdolność do zagęszczania darni, zabarwienie czy doskonałość liścia (wąską blaszkę liściową).

Stwierdzono różnice w ocenie wartości odmian przez poszczególne wskaźniki. Ich podobieństwo zależało od grupy odmian badanych. Mało zgodne wyniki uzyskano, gdy oceniano odmiany o niskim aspekcie estetycznym trawników. W grupie odmian, które charakteryzowały się najwyższą wartością trawników, występowały silne związki korelacyjne pomiędzy wieloma wskaźnikami.

Proponowany wskaźnik jakości darni Q_M był najbliższy średniemu ogólnemu aspektowi estetycznemu wśród porównywanych wskaźników, a otrzymane wartości dla odmian wykazywały tendencje podobieństwa do wartości wyrażonych za pomocą pozostałych wskaźników niezależnie od grupy porównywanych odmian. Wskaźnik ten może być przydatny w ocenie wartości odmian, rodów i ekotypów przy stosowaniu umiarkowanie intensywnej pielęgnacji trawników. Wymaga jednak sprawdzenia na innych gatunkach traw gazonowych i przy innym typie użytkowania trawnikowego.

Metody statystyczne takie jak metoda k-średnich i regresja wielokrotna okazały się bardzo przydatne w określaniu wagi cech i opracowaniu wskaźnika jakości darni.

LITERATURA

- Anonim 1. 1997. Turfgrass seed. The Sport Turf Research Institute Bingley: 16 pp.
- Anonim 2. 1991–1992. Bulletin des Variétés Graminées à gazon. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt. République Française: 179 pp.
- Bara R. F., Dickson W. K., Murphy J. A., Smith D. A., Funk C. R. 1993. Performance of Kentucky bluegrass cultivars and selections in New Jersey turf trials. Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo, Atlantic City: 49—93.
- Bartosiewicz A. 1977. Urządzanie terenów zieleni. Wyd. Szkoln. i Pedagog., Warszawa: 1 — 404.
- Burton G. W. 1992. Breeding improved turfgrasses. In: Turfgrass. Waddington R.N. et al., (eds.). Agronomy Monograph 32: 769 — 776.
- Domański P. 1997. Koncepcja nowoczesnej oceny odmian traw w Polsce. Biul. Oceny Odmian. 28: 29 — 35.
- Domański P. 2001. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Trawy darniowe kostrzewa czerwona, wiechlina łąkowa, życica trwała. COBORU Słupia Wielka, z. 1189: 1 — 40.
- Eucarpia 2003. Systems of variety evaluation. Workshop presentations. 25th Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting Brno. Czech Rep. Book of abstracts: 117 — 127.
- Heckman J. R., Hill W. J. 1993. Moving practices and turf color. Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo, Atlantic City: 21 — 23.
- Prończuk M. 2000. Choroby traw — występowanie i szkodliwość w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR 4: 1 — 183.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. Biul. IHAR 186: 127 — 132.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 457: 125 — 133.
- Prończuk S., Prończuk M. 2003. Zmienność cech u odmian *Poa pratensis* L. w umiarkowanym intensywnym użytkowaniu trawnikowym. Biul. IHAR 225: 265 — 276.
- Prończuk M., Prończuk M., Laudański Z., Prończuk S. 2003. Porównanie gatunków i odmian *Festuca* spp. w wieloletnim użytkowaniu trawnikowym. Biul. IHAR 225: 239 — 257.
- Skogley C. R., Sawyer C. D. 1992. Field research. In: Turfgrass. Waddington R. N. et al., (eds.). Agronomy Monograph 32: 589 — 614.
- Smith D. A., Bara R. F., Dickson W. K., Sun S., Funk C. R. 1993. Performance of fine fescue cultivars and selections in New Jersey turf trials. Rutgers Turfgrass Proc. of the New Jersey Turfgrass Expo, Atlantic City: 138 — 166.
- Trętowski J., Wójcik A. R. 1988. Metodyka doświadczeń rolniczych. WSRP Siedlce. 1 — 538.
- Versteeg F. 1996. Turfresearch in the Netherlands. Abstr. XXVI International Turfmeeting. Papendal, the Netherlands: 1 — 2.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczałnictwie. PWN, Warszawa. 1 — 317.

GRZEGORZ ŻUREK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Ogród Botaniczny, Bydgoszcz

Reakcja wybranych odmian traw gazonowych na naturalną i symulowaną suszę

The effect of natural and simulated drought on selected turf grass varieties

W latach 1999–2000 oceniano reakcję wybranych odmian, rodów i ekotypów sześciu gatunków traw gazonowych na warunki suszy naturalnej. Za pomocą skali bonitacyjnej określano zasychanie oraz regenerację darni na mikropoletkach trawnikowych w trakcie suszy letniej 1999 i wiosennej 2000. Dla tych samych obiektów wykonano również ocenę kiełkowania nasion w warunkach ujemnego potencjału wody. Stwierdzono istnienie zależności pomiędzy kiełkowaniem nasion w tych warunkach a kondycją darni trawnikowej podczas naturalnej suszy dla kilku spośród 5 odmian i 4 rodów sześciu gatunków traw gazonowych. Obiekty, dla których zanotowano wysokie oceny po suszy letniej 1999 i wiosennej 2000 kiełkowały dobrze w $-0,65$ MPa, a niektóre z nich (życica trwała Stadion i KRH-22) kiełkowały nawet w $-2,05$ MPa. Z kolei obiekty kiełkujące słabo przy najwyższej zastosowanej wartości potencjału wody ($-0,65$ MPa) uzyskały niskie wartości oceny podczas suszy (np. kostrzewa czerwona Bargena i wiechlina łąkowa Dresla). Powyższe zależności znalazły odzwierciedlenie w wartości współczynników korelacji pomiędzy średnim czasem kiełkowania w $-0,65$ MPa i wartościami kondycji poletek trawnikowych podczas suszy. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność doskonalenia tej metodyki.

Słowa kluczowe: glikol polietylenowy, PEG, kiełkowanie, susza, trawniki, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*

During periods of natural drought in summer 1999 and spring 2000 5 varieties and 4 breeding lines of 6 turf grass species were evaluated in conditions of close and frequent mowing, no additional watering and low fertilization. Using 1–9 scale the condition of turf plots were evaluated during drought and subsequent regeneration. For the same objects, germination in negative water potential was also evaluated. A relationship was stated between germination in negative water potential and condition of turf plots during natural drought for some tested objects. Species ranked high after natural drought (*Lolium perenne* and *Festuca arundinacea*) germinated even at $\psi_w = -2.05$ MPa, but other species and varieties, ranked lower after drought, germinated only at $\psi_w = 0.0$ (control) and -0.65 MPa. High correlation was found between mean germination time at -0.65 MPa and turf plots condition during drying and post-drought regeneration. The above results suggest necessity for improving screening test on the basis of seed germination in low water potential.

Key words: drought, germination, PEG, turf, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, *Deschampsia cespitosa*

WSTĘP

Ograniczone zasoby wody dostępnej dla wciąż zwiększającej się liczebności populacji ludzi to jeden z powodów, dla którego prowadzi się prace nad tworzeniem odmian roślin mniej podatnych na okresowe niedobory wody (Kenna, Horst 1993; Hull 1997; Diesburg i in., 1997). Ma to szczególne znaczenie w wypadku roślin nie konsumpcyjnych, takich jak np. trawy. O ile bowiem zużywanie wody do nawadniania upraw np. warzyw jest powszechnie akceptowane, o tyle stosowanie jej do podlewania trawiastego otoczenia domu może w niedalekiej przyszłości spotkać się z ostrą krytyką. Szacuje się, iż od 22 do 67% wody zużywanej na obszarach miejskich związane jest z konserwacją obszarów zielonych, których integralną częścią są trawniki (Cathey, 2002). Ponadto, np. w niektórych regionach USA, szczególnie narażonych na okresowe niedobory wody, zalecane jest stopniowe ograniczanie powierzchni trawiastych jako elementów krajobrazu szczególnie nieefektywnych w gospodarce wodnej (Gallion, 2003; Loos, 2003; Zając, 2003). Odpowiednio dobrane zestawy bylin, drzew i krzewów ozdobnych są w stanie, według tych autorów, znacznie lepiej niż trawnik wykorzystać skromne zasoby wodne.

Reakcja roślin na suszę jest procesem złożonym i wymaga wielostronnej analizy. W warunkach naturalnych ocenia się np. więdnienie i zasychanie liści, a następnie ich odrost po podlaniu (Carrow, 1996 a, b; Carrow, Duncan 2003; Huang i in., 1997). W doświadczeniach tego typu możliwe jest również uwzględnienie dodatkowego czynnika stresowego, potęgującego efekt suszy np. niskie koszenie. Przy zastosowaniu niskiego koszenia roślina zużywa mniej wody, lecz ma krótszy system korzeniowy i jest tym samym bardziej wrażliwa na niedobory wilgoci (Beard, 1989; Petrovic, 1995). Reakcja roślin na suszę może być symulowana z powodzeniem w warunkach kontrolowanych tj. szklarniowych lub laboratoryjnych (Thomas i in., 1996). Metody laboratoryjne obejmują liczne testy, począwszy od określania odrostu po okresie suszy i dynamiki plonowania poprzez określenie stabilności membran komórkowych w warunkach wzrastającego deficytu wody aż po molekularne podstawy odporności na suszę (Thomas, Evans, 1989; Thomas, 1994; Amin, Thomas, 1996; Thomas i in., 1996; Shinozaki, Yamaguchi-Shinozaki, 1996). Jedną z metod laboratoryjnych stosowanych w ocenie reakcji roślin na suszę jest metoda kiełkowania nasion w warunkach ujemnego potencjału wody.

Potencjał wody roztworów (ψ_w), z którymi kontaktują się rośliny waha się w szerokim zakresie od ok. -0,1 MPa (woda deszczowa) do -2,5 MPa (woda morska). Kiełkowanie nasion większości gatunków roślin lądowych zachodzi zazwyczaj w przedziale od 0,0 MPa (woda chemicznie czysta — badania laboratoryjne), przez -0,2 MPa (gleba wilgotna) do -3,0 MPa (gleba sucha) (Emmerich, Hardegree, 1996). Zawartość wody w piasku powyżej 3% odpowiada wartości $\psi_w = 0.0$ MPa, natomiast 1,1% i 1,3% wody odpowiadają kolejno $\psi_w = -1,5$ MPa i -0,1 MPa (Burton, Bazzaz, 1991).

Wykorzystanie roztworów o ujemnym potencjale wody umożliwia laboratoryjne symulowanie naturalnego niedoboru wody w środowisku. Polega to na dodawaniu do wody, którą pobierają kiełkujące nasiona tzw. substancji osmotycznie czynnych (np. mannitol, azotan potasu czy glikol polietylenowy), z których najczęściej stosowany jest ten ostatni (Brevedan i in., 1997; Dodd, Donovan, 1999; Sharma, 1973; Johnson, Asay, 1978;

Hardegree, Emmerich, 1989, 1992; Emmerich, Hardegree, 1990, 1991, 1996; Kaufmann, Ross, 1970). Glikol polietylenowy (PEG) jest substancją o dużej masie cząsteczkowej, co powoduje zatrzymywanie jego cząsteczek na zewnątrz ścian komórkowych. Możliwość kontrolowania potencjału wody roztworu PEG eliminuje z kolei wpływ przewodnictwa hydraulicznego na styku roztwór — nasiona, który może zakłócać precyzję doświadczenia (Emmerich, Hardegree, 1990).

Celem niniejszej pracy było scharakteryzowanie niektórych elementów reakcji wybranych odmian traw gazonowych na warunki naturalnej suszy letniej w roku 1999, suszy wiosennej w roku 2000, jak również suszy symulowanej w warunkach laboratoryjnych.

MATERIAŁ I METODA

Dobór obiektów

Niniejsza praca jest kontynuacją rozpoczętej w 1998 roku oceny reakcji 27 odmian, rodów i ekotypów 9 gatunków traw na warunki suszy naturalnej (Żurek, 2000 a, b). W pracy tej wykorzystano jedynie te obiekty, których nasiona nie obniżyły zdolności kiełkowania w stosunku do roku wysiewu.

Badania prowadzono na 9 obiektach w ramach 6 gatunków traw gazonowych: wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) — rody: Dresla i Chałupy, śmiałka darniowego (*Deschampsia cespitosa* (L.) P.B.) — ród Brok, życicy trwałej: (*Lolium perenne* L.) — odmiany: Stadion i Nira oraz ród KRH-22, kostrzewy trzcinowej (*Festuca arundinacea* Schreb.) — odmiana Rahela, kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) — odmiana Bargena oraz kostrzewy owczej (*Festuca ovina* L.) — odmiana Espro.

Doświadczenie polowe

Podłożem dla doświadczenia była gleba płowa, piaszczysta. Wiosną 1998 roku nasiona wysiano ręcznie na poletka o pow. 1 m², w trzypowtórzeniowym układzie losowanych bloków w następujących ilościach (g·m⁻²): wiechlina łąkowa, śmiałek darniowy — 10, kostrzewa owcza i czerwona — 15, życica trwała — 20, kostrzewa trzcinowa — 20. Po wysiewie nasiona przykryto warstwą piasku rzecznoego, agrowłókniną i podlewano do momentu otrzymania wschodów. Od momentu uzyskania zadowalających wschodów po wysiewie (maj roku 1998) nie stosowano dodatkowego nawadniania (za wyjątkiem nawadniania inicjującego regenerację po okresach suszy). Doświadczenie nawożono mieszaniną saletry amonowej 34% oraz Polifoski 8-24-24, wysiewając nawozy w następujących dawkach: w roku 1998 — 64 kg/ha N oraz 192 kg/ha K₂O, 192 kg/ha P₂O₅, w roku 1999 — 71,4 kg/ha N, 214 kg/ha K₂O, 214 kg/ha P₂O₅, w roku 2000 — 58,3 kg/ha N, 174,9 kg/ha K₂O, 174,9 P₂O₅.

Podczas wegetacji poletka były koszone co tydzień (z wyjątkiem okresów zasychania i regeneracji) na wysokość ok. 30 mm, za pomocą kosiarki rotacyjnej ze zbieraczem pokosu. Zadarnianie poletek oceniano regularnie co 2 tygodnie począwszy od wczesnej wiosny zgodnie z metodyką przyjętą w IHAR (Prończuk, 1993; Prończuk i in., 1997). W trakcie zasychania roślin oraz ich regeneracji po podlaniu oceniano kondycję roślin według skali przyjętej za Humphreys i Thomas (1993) oraz Minner i Butler (1985): 1 —

rośliny martwe, brak widocznych zielonych komórek nawet po przecięciu liścia, 3 — ślady zielonych komórek, zazwyczaj u podstawy najmłodszych liści, 5 — około 50% roślin posiadających dużą ilość zielonych komórek, 7 — większość lub wszystkie liście zielone, większość liści z zaschniętymi końcami, 9 — wszystkie liście całkowicie zielone (bez śladów zaschnięcia). Obserwacje kondycji poletek prowadzono po pojawieniu się pierwszych objawów suszy (stopniowe zasychanie roślin, zahamowanie przyrostów) co 3–4 dni aż do momentu rozpoczęcia nawadniania. Nawadnianie prowadzono przez 2 dni 7 godzin dziennie, za pomocą zraszacza rotacyjnego o wysokości 120 cm, zmieniając jego położenie w trakcie podlewania w celu uzyskania równomiernego pokrycia powierzchni. Następnie, co 3–7 dni obserwowano regenerację poletek, oceniając ją również według podanej wyżej skali. Dla potrzeb interpretacji w niniejszej pracy uzyskane wyniki zadarniania oraz kondycji poletek przedstawiono jako procent wartości wyjściowych, tj. zanotowanych bezpośrednio przed okresami suszy. Dokładne dane dotyczące terminów rozpoczęcia i zakończenia obserwacji zasychania oraz regeneracji wraz z podstawowymi parametrami warunków pogodowych w tym okresie podano w tabelach 1 i 2. Średnie wartości temperatury powietrza oraz sumy opadów podano według odczytów z posterunku pomiarowego IMiGW zlokalizowanego na terenie Ogrodu Botanicznego IHAR w Bydgoszczy.

Tabela 1

Terminy rozpoczęcia i zakończenia obserwacji oraz warunki pogodowe podczas doświadczenia
Observation schedule and weather conditions during the test

Długość trwania poszczególnych okresów Duration of particular periods	Średnia temperatura dobową (°C) Mean daily temperature (°C)	Suma opadów dobowych (mm) Sum of daily precipitation (mm)
rok 1999 (lato) year 1999 (summer)		
Zasychanie ¹⁾ 22 dni Drying 22 days (18.07–08.08)	20,3	3,2
Nawadnianie 2 dni Watering 2 days (09.08–10.08)	21,0	55,7
Odrost 18 dni Regrowth 18 days (11.08–28.08)	16,0	40,4
rok 2000 (wiosna) year 2000 (spring)		
Zasychanie ²⁾ 15 dni 15 days drying (27.04–12.05)	16,0	—
Nawadnianie 2 dni Watering 2 days (13.05–14.05)	14,0	42,7
Odrost 25 dni Regrowth days (15.05–09.06)	15,9	23,1

Objaśnienie: okresy bezdeszczowe poprzedzające obserwację:

¹⁾ 13 dni, ²⁾ 30 dni

Explanation: periods without rain before observation started:

¹⁾ 13 days, ²⁾ 30 days

Tabela 2

Warunki pogodowe w trakcie realizacji doświadczenia na tle danych z wielolecia
Weather conditions during the period of study against the many years' data

Miesiąc Month	1951–1980		1998		1999		2000	
	temp.(°C)	opad (mm) precipitation (mm)	temp.(°C)	opad (mm) precipitation (mm)	temp.(°C)	opad (mm) precipitation (mm)	temp.(°C)	opad (mm) precipitation (mm)
III	1,4	24,0	1,9	44,6	4,2	51,9	3,6	69,6
IV	6,9	37,0	9,5	32,3	9,0	86,7	11,7	14,9
V	12,4	53,0	14,1	59,6	12,7	47,4	15,2	20,2
VI	16,7	66,0	17,0	65,6	16,9	78,3	17,4	26,2
VII	17,8	91,0	17,0	101,8	20,2	56,8	16,2	95,4
VIII	17,0	58,0	15,7	74,5	17,6	43,5	17,8	53,0
IX	12,9	48,0	13,0	71,6	16,3	30,1	12,1	60,7
X	7,9	40,0	7,5	52,5	8,2	23,5	11,6	8,7

Doświadczenie laboratoryjne

Parametry PEG, obliczanie stężenia roztworów oraz warunków kiełkowania nasion przyjęto za Hardegree i Emmerich (1989) oraz Emmerich i Hardegree (1991). W analizach wykorzystano PEG o masie cząsteczkowej 8000. Ilość potrzebnej substancji do otrzymania żądanych wartości ψ_w obliczono ze wzoru:

$$\psi_w = 0,130 \times (PEG)^2 \times T - 13,7 \times (PEG)^2$$

gdzie:

T — temperatura roztworu

PEG — ilość substancji w gramach na 1 gram wody zdejonizowanej.

W celu uniknięcia unoszenia się nasion na powierzchni roztworu, papier filtracyjny oddzielono od dna szalki Petriego plastikowym krążkiem o grubości ok. 3 mm. Na jedną szalkę o średnicy 6 cm przypadało 6,3 cm³ roztworu (tj. 14 cm³ roztworu PEG na 1 gram papieru filtracyjnego). Nasiona wysiewano w ilości 25 sztuk na szalkę, po 4 szalki na każdą przyjętą wartość ψ_w na obiekt. Po wysiewie szalki zamykano szczelnie w foliowych torbach i umieszczano w termostacie w temperaturze stałej 25°C i ciągłym oświetleniu lampą jarzeniową o mocy 20W i natężeniu światła 1000 l m. Ilość skielkowanych nasion notowano po 3, 6, 8, 10, 12, 14 i 21 dniach od momentu wysiewu.

Zastosowano 5 różnych wartości ψ_w : 0,0 (kontrola), -0,65, -1,25, -2,05 oraz -3,0. W oparciu o otrzymane wartości kiełkowania obliczono średni czas kiełkowania nasion według wzoru (Ellis, Roberts, 1978):

$$MGT = \frac{\sum G_i(i)}{\sum G_i(dni)}$$

gdzie:

i — to liczba dni od wysiewu, w których wykonywano zliczanie kiełkujących nasion,

G_i — to liczba nasion kiełkujących i -tego dnia.

Wskaźnik MGT (ang. *mean germination time*) określa średni czas potrzebny do wykiełkowania jednego nasienia (Dorywalski i in., 1964; Grzesiuk, Kulka, 1981).

Analizę statystyczną wyników otrzymanych w powyżej opisanych doświadczeniach przeprowadzono przy użyciu programu STATISTICA® ver. 5.0. Obliczenia statystyczne

prowadzono na danych poddanych transformacji logarytmicznej, następnie retransformowanych dla potrzeb interpretacji merytorycznej. W celu stwierdzenia ewentualnych zależności pomiędzy kiełkowaniem nasion w warunkach ujemnego potencjału wody a reakcją darni trawnikowej na warunki suszy wiosennej i letniej obliczono współczynniki korelacji liniowej Spermana. Korelacje liczono w oparciu o dane oryginalne tzn. nieprzeliczone na procenty wartości wyjściowych.

WYNIKI

Doświadczenie polowe

Warunki klimatyczne

Warunki pogodowe w trakcie zasychania i regeneracji zarówno w roku 1999 jak i w roku 2000 znacznie odbiegały od wartości średnich z wielolecia (tab. 2). Miesięczna suma opadów w lipcu i sierpniu 1999 wyniosła odpowiednio 62 i 75% wartości z analogicznego okresu dla wielolecia natomiast średnia temperatura miesięczna przewyższała wartości z wielolecia 13% (lipiec) i 4% (sierpień). Wiosna 2000 roku charakteryzowała się jeszcze bardziej nietypowym rozkładem opadów i temperatury: w okresie od marca do czerwca spadło poniżej 40% opadów w stosunku do wielolecia, podczas gdy temperatura przekraczała wielolecie o 70% (kwiecień), 22% (maj) i 4% (czerwiec).

Stwierdzono również pewne różnice pomiędzy okresami, w których prowadzono obserwacje. Okres zasychania na wiosnę roku 2000 był chłodniejszy o 4,3°C od okresu zasychania w lecie roku 1999. Z kolei okresy regeneracji były podobne pod względem temperatury powietrza, jedynie ilość opadów podczas 18-dniowej regeneracji w roku 1999 przewyższała o 17,3 mm analogiczną wartość dla 25-dniowej regeneracji w roku 2000.

Kondycja poletek

W roku 1999 kondycja wszystkich badanych obiektów obniżyła się gwałtownie pomiędzy 15 a 22 dniem suszy (tab. 3). Maksymalny spadek kondycji w stosunku do wartości wyjściowej sięgał od 31% (kostrzewa trzinowa Rahela po 18 i 22 dniach) do 78% (wiechlina łąkowa Chałupy, po 18 dniach).

Najszybciej regenerującym obiektem w roku 1999 była odmiana Rahela, dla której już po 2 dniach od podania wody stwierdzono wartość kondycji poletek przewyższającą o 8% wartość wyjściową. Najwolniej w roku 1999 regenerowały rody: Brok śmiałka darniowego i Chałupy. Po 18 dniach od podania wody wartość kondycji poletek tych obiektów była nadal niższa od wyjściowej o odpowiednio, 25% i 6%. Pozostałe badane obiekty zregenerowały do poziomu wyjściowego po 7 dniach od podlania.

Podczas suszy wiosennej w roku 2000 zasychanie przebiegało wolniej i tempo obniżania się kondycji poletek było zróżnicowane. Najgwałtowniej obniżyła się kondycja obiektów wiechliny łąkowej oraz życicy trwałej Nira. Po 35 dniach bez deszczu stwierdzono dla tych obiektów obniżenie wyjściowej wartości tej cechy średnio o 36%.

Tabela 3

Wyniki oceny zadarnienia, zasychania oraz odrostu badanych odmian i rodów traw gazonowych
Results of evaluation of sward density, drying and regeneration of the examined turf grass varieties and lines

Rok Year	Okres: Period of:	Liczba dni No. of days	Desch. caespitosa	Festuca			Lolium perenne			Poa pratensis		Dla wart. oryginalnych For original values	
				arundinacea	ovina	rubra s.l.	KRH-22	Nira	Stadion	Dresa	Chałupy	średnia mean	NIR/LSD P = 95%
				Rahela	Espro	Bargena							
1999	zasychanie drying	0 *	8,0	6,5	7,0	5,5	7,0	7,0	7,5	6,5	9,0	7,1	1,07
		0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
		13	93,8	100,0	85,7	90,9	85,7	85,7	93,3	100,0	83,3	6,4	0,92
		15	106,3	123,1	85,7	100,0	85,7	107,1	106,7	100,0	83,3	7,1	—
		18	43,8	69,2	42,9	45,5	64,3	35,7	66,7	30,8	22,2	3,3	—
	regeneracja regeneration	22	43,8	69,2	28,6	54,5	50,0	42,9	60,0	30,8	33,3	3,2	1,51
		2	43,8	107,7	78,6	72,7	78,6	71,4	86,7	46,2	50,0	4,9	—
		4	43,8	115,4	92,9	81,8	85,7	78,6	93,3	69,2	77,8	5,8	—
		7	75,0	115,4	107,1	118,2	100,0	100,0	106,7	92,3	83,3	7,0	—
		18	75,0	130,8	114,3	118,2	107,1	100,0	106,7	100,0	94,4		
18 **	6,0	8,5	8,0	6,5	7,5	7,0	8,0	6,5	8,5	7,4	—		
ZA (% wart.wyjściowej) SD (% of initial value)			100,0	127,3	97,5	80,0	108,3	100,0	107,7	100,0	106,7		
2000	zasychanie drying	0 *	6,0	5,0	6,5	5,0	7,0	7,0	6,5	6,0	6,5	6,2	0,91
		0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
		30	91,7	90,0	100,0	90,0	92,9	92,9	107,7	83,3	92,3	5,8	—
		35	83,3	90,0	84,6	80,0	85,7	64,3	92,3	58,3	69,2	4,8	—
		38	75,0	90,0	61,5	80,0	85,7	64,3	92,3	50,0	53,8	4,4	1,51
	regeneracja regeneration	40	58,3	60,0	46,2	50,0	57,1	42,9	53,8	33,3	30,8	2,9	—
		45	33,3	50,0	30,8	40,0	42,9	28,6	46,2	25,0	23,1	2,2	0,75
		1	33,3	60,0	38,5	50,0	42,9	28,6	38,5	25,0	23,1	2,3	—
		3	50,0	60,0	46,2	60,0	42,9	42,9	46,2	41,7	46,2	2,9	—
		7	75,0	100,0	92,3	110,0	100,0	107,1	115,4	75,0	76,9	5,8	1,92
17	108,3	120,0	92,3	100,0	100,0	100,0	123,1	91,7	92,3				
17 **	6,5	6,0	6,0	5,0	7,0	7,0	8,0	5,5	6,0	6,3	0,75		
ZA(% wart.wyjściowej) SD (% of initial value)			62,5	108,3	91,8	136,4	118,2	84,6	107,7	71,4	86,7		

* — Kondycja przed okresem suszy w wartościach oryginalnych, * — Condition before drought in original values, ZA — zadarnianie, SD — sward density

** — Kondycja po regeneracji w wartościach oryginalnych, ** — Condition after regeneration in original values

Stosunkowo najwolniej spadała wartość kondycji dla pozostałych obiektów życicy trwałej, odmiany Rahela, rodu Brok oraz odmiany Bargaena kostrzewy czerwonej. Po 40 dniach suszy średnie obniżenie kondycji w stosunku do wartości wyjściowej wyniosło dla tych obiektów 44%.

Regeneracja badanych obiektów w roku 2000 przebiegała odmiennie. Najszybszą regenerację do poziomu wyjściowego stwierdzono po 7 dniach dla wszystkich obiektów życicy oraz odmian Rahela i Bargaena. Regeneracja pozostałych obiektów (z wyjątkiem rodu Brok) przebiegała dłużej i po 17 dniach nadal nie stwierdzono wartości kondycji poletek na poziomie wyjściowym.

Uśrednienie wyników oceny kondycji podczas zasychania i regeneracji umożliwia ogólną ocenę badanych obiektów. Obiektami o najwyższych średnich wartościach kondycji poletek podczas zasychania były obiekty życicy trwałej: Stadion i KRH-22 oraz śmiełek darniowy Brok, natomiast najniższe wartości otrzymano dla: Espro, Dresy i Bargaena. Podobna jest klasyfikacja obiektów pod względem średnich wartości kondycji poletek podczas regeneracji, z wyjątkiem śmiełka darniowego Brok, który znalazł się tym razem w grupie obiektów o najniższych wartościach.

Zadarnienie poletek

Po suszy letniej w roku 1999 stwierdzono rozrzedzenie darni o ok. 20% w stosunku do wartości zanotowanej przed suszą dla odmiany Bargaena oraz o 2,5% dla odmiany Espro kostrzewy owczej. Z kolei w roku 2000 stwierdzono rozrzedzenie darni rodu Brok (spadek w stosunku do wartości wyjściowej — 37,5%), rodów wiechliny łąkowej Dresy (28%) i Chałupy (13,3%), odmian: Nira (15,4%) oraz Espro (8,2%).

Uwzględniając wszystkie powyżej opisane zależności można uporządkować badane obiekty pod względem ich ogólnej reakcji na suszę naturalną w latach 1999–2000: najwyższe wartości kondycji, zadarnianie po suszy nieobniżone — Stadion, KRH-22, Rahela, średnie wartości kondycji, zadarnianie na poziomie wyjściowym lub tylko nieznacznie obniżone — Espro, Bargaena, Nira, Chałupy, najniższe wartości kondycji, zadarnienie po suszy obniżone — Brok i Dresy.

Doświadczenie laboratoryjne

Badane obiekty nie różniły się pod względem zdolności kiełkowania w warunkach kontrolnych, stwierdzono natomiast zróżnicowanie wartości średniego czasu kiełkowania. Najszybciej w warunkach kontrolnych kiełkowały: Stadion, Rahela oraz Nira, natomiast najdłużej: Dresy, Espro i Bargaena.

Odmianą o nasionach najlepiej kiełkujących w roztworach o zróżnicowanym potencjale wody była odmiana życicy trwałej Stadion (tab. 4). Spadek kiełkowania nasion tej odmiany rozpoczął się dopiero po przekroczeniu $\psi_w = -1,25$ MPa i jako jedyna ze wszystkich badanych odmian kiełkowała jeszcze przy $-3,0$ MPa (1,0%). Nasiona pozostałych obiektów tego gatunku: ród KRH-22 i odmiana Nira kiełkowały również w roztworze o $\psi_w = -2,05$ MPa. Wśród pozostałych obiektów jedynie nasiona kostrzewy: trzcinowej — Rahela i owczej — Espro kiełkowały poniżej $-0,65$ MPa. Nasiona pozostałych badanych obiektów kiełkowały jedynie w warunkach kontrolnych i przy $\psi_w =$

-0,65 MPa. Najniższe kiełkowanie przy tej wartości potencjału wody zanotowano dla nasion odmian: Dresla (17%) i Bargena (5%).

Tabela 4

Wyniki oceny kiełkowania wybranych odmian i rodów w warunkach ujemnego potencjału wody
Results of germination test of selected varieties and lines under negative water potential

Rodzaj, gatunek Genus, species	Nazwa odmiany lub rodu Name of variety or line	Kiełkowanie po 21 dniach w roztworach o zróżnicowanych wartościach potencjału wody (ψ_w) Germination after 21 days in solutions of different water potentials (ψ_w)									
		kiełkowanie (%) germination (%)					średni czas kiełkowania (dni) mean germination time (days)				
		0,0	-0,65	-1,25	-2,05	-3,00	0,0	-0,65	-1,25	-2,05	-3,00
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Brok	88,0	50,0	0,0	0,0	0,0	4,6	9,1	0,0	0,0	0,0
<i>Festuca arundinacea</i>	Rahela	98,0	90,0	7,0	0,0	0,0	3,5	8,9	12,9	0,0	0,0
<i>Festuca ovina</i>	Espro	87,0	43,0	3,0	0,0	0,0	7,0	10,1	13,0	0,0	0,0
<i>Festuca rubra</i>	Bargena	93,0	5,0	0,0	0,0	0,0	9,2	11,0	0,0	0,0	0,0
<i>Lolium perenne</i>	KRH-22	90,0	95,0	58,0	16,0	0,0	5,2	6,8	8,9	13,9	0,0
<i>Lolium perenne</i>	Nira	88,0	72,0	15,0	0,0	0,0	3,9	6,7	9,7	0,0	0,0
<i>Lolium perenne</i>	Stadion	95,7	96,7	92,0	33,3	1,0	3,2	5,0	5,4	9,5	8,0
<i>Poa pratensis</i>	Chałupy	91,0	52,0	0,0	0,0	0,0	6,8	9,6	0,0	0,0	0,0
<i>Poa pratensis</i>	Dresla	92,0	17,0	0,0	0,0	0,0	8,8	12,8	0,0	0,0	0,0
Średnia Mean		91,4	57,9	19,4	5,5	0,1	5,8	8,9	5,5	2,6	0,9
NIR LSD (P = 95%)		b.r.	14,7	—	—	—	2,5	5,3	—	—	—

Powyższe zależności znalazły również odzwierciedlenie w wartościach średniego czasu kiełkowania. Obiekty życicy trwałej oraz kostrzewa trzcinowa kiełkujące szybko w warunkach kontrolnych (od 3,2 do 5,2 dnia) kiełkowały również szybko przy $\psi_w = -0,65$ MPa.

Nie stwierdzono istotnych statystycznie wartości współczynnika korelacji pomiędzy kiełkowaniem w warunkach kontrolnych a kiełkowaniem w warunkach ujemnego potencjału wody. Wykazano natomiast istotne statystycznie korelacje pomiędzy średnim czasem kiełkowania (MGT) nasion w warunkach kontrolnych a: kiełkowaniem w -0,65 MPa ($r = -0,95$, $p = 0,000$) oraz średnim czasem kiełkowania nasion w -0,65 MPa ($r = 0,84$, $p = 0,004$).

Korelacja wyników oceny polowej z oceną laboratoryjną

Stwierdzono istotne statystycznie wartości współczynników korelacji pomiędzy parametrami kiełkowania nasion w warunkach ujemnego potencjału wody a niektórymi parametrami charakteryzującymi reakcję roślin na warunki suszy naturalnej w roku 1999 i 2000 (tab. 5). Im wyższe kiełkowanie badanych obiektów w -0,65 oraz -1,25 MPa, tym wyższe wartości kondycji po 35 i 38 dniach zasychania oraz 7 i 17 dniach regeneracji po suszy wiosennej 2000. Jednocześnie z wymienionymi wyżej parametrami suszy ujemnie skorelowana jest wartość średniego czasu kiełkowania w -0,65 MPa oraz w warunkach kontrolnych (zasychanie po 38 i regeneracja po 17 dniach). Obiekty dobrze i szybko kiełkujące w -0,65 MPa (np. Stadion, Nira, Rahela) charakteryzowały się wysokimi średnimi wartościami kondycji podczas zasychania i regeneracji w obydwu okresach suszy

naturalnej. Z kolei dla obiektów słabo i wolno kiełkujących (np. Dresla i Bargena) otrzymano najniższe średnie wartości kondycji.

Pomimo iż kiełkowanie nasion w warunkach kontrolnych nie było skorelowane z parametrami oceny kondycji poletek trawnikowych, to tempo tego procesu tj. średni czas kiełkowania (MGT) było silnie ujemnie skorelowane np. ze średnią wartością kondycji podczas zasychania w obydwu okresach, podczas regeneracji w roku 2000, jak również z zadarnianiem po suszy 1999.

Tabela 5

Wartości współczynników korelacji kiełkowania w warunkach ujemnego potencjału wody oraz parametrów oceny kondycji poletek trawnikowych
Correlation coefficients for germination in negative water potential and evaluation of turf plots condition

Rok Year	Oceniany parametr: Evaluated parameter:	Kiełkowanie w $\psi_w =$ Germination at $\psi_w =$			Średni czas kiełkowania w $\psi_w =$ Mean germination time at $\psi_w =$		
		0	-0,65	-1,25	0	-0,65	-1,25
1999	regeneracja po 2 dniach regeneration after 2 days	-0,052	0,380	0,323	-0,410	-0,294	0,580 **
	zadarnienie po suszy sward density after drought	0,250	0,561 **	0,216	-0,563 **	-0,296	0,743 **
	zasychanie — średnio dla 1999 drying — mean value for 1999	0,300	0,731 **	0,454	-0,837 **	-0,629	0,073
	regeneracja — średnio dla 1999 regeneration — mean value for 1999	0,450	0,690 **	0,452	-0,538	-0,5298	0,665
	zasychanie po 35 dniach drying after 35 days	-0,034	0,577	0,740 **	-0,525	-0,613 **	0,308
2000	zasychanie po 38 dniach drying after 38 days	-0,032	0,584 **	0,737 **	-0,581 **	-0,571 **	0,445
	regeneracja po 7 dniach regeneration after 7 days	0,217	0,639 **	0,745 **	-0,547	-0,715 **	0,466
	regeneracja po 17 dniach regeneration after 17 days	0,139	0,518	0,685 **	-0,700 **	-0,669 **	0,245
	zasychanie — średnio dla 2000 drying — mean value for 2000	-0,156	0,771 **	0,827 **	-0,737 **	-0,879 **	0,463
	regeneracja — średnio dla 2000 regeneration — mean value for 2000	0,038	0,783 **	0,833 **	-0,708 **	-0,936 **	0,565

Objaśnienie; Explanaton: ** istotność korelacji na poziomie $\alpha = 0,05$; ** correlation significance at $\alpha = 0,05$

Opisane powyżej uporządkowanie gatunków i odmian pod względem ich reakcji na warunki suszy naturalnej znalazło odzwierciedlenie w kiełkowaniu nasion w warunkach ujemnego potencjału wody. Najwyższe i najszybsze kiełkowanie w roztworach o obniżonym potencjale wody stwierdzono dla grupy obiektów, które uzyskały najwyższe oceny po suszy — Stadion, KRH-22 i Rahela. Z kolei obiekty o niskich wartościach parametrów oceny kiełkowania: Brok i Dresla uzyskały najniższe oceny po suszy. Wśród obiektów o średnich parametrach oceny po suszy znalazły się zarówno takie, które dobrze kiełkowały w warunkach ujemnego potencjału wody (Nira, Espro) jak i takie, które kiełkowały bardzo słabo (Bargena). Powyższa zależność wynikająca po części ze zróżnicowania międzygatunkowego dotyczącego dynamiki kiełkowania zauważalna jest również w obrębie gatunków: życicy trwałej i wiechliny łąkowej. Uszeregowanie obiektów w pod

względem reakcji na suszę jest w tych gatunkach identyczne do uporządkowania pod względem wartości parametrów kiełkowania.

DYSKUSJA

Zasychanie traw, będące objawem stopniowej degradacji chlorofilu jest uważane za dobry wskaźnik ogólnej odporności na warunki suszy naturalnej (Beard, 1989; Carrow, 1996 a, b; Huang i in., 1997; Minner, Butler, 1895). Zjawisko zróżnicowanego tempa zasychania, jak również późniejszej regeneracji ma kluczowe znaczenie dla oceny rodów hodowlanych ze względu na silne różnicowanie genotypów (Thomas, 1990). Stwierdzone w niniejszej pracy różnice gatunkowe pomiędzy kostrzewą trzcinową, życicą trwałą i wiechliną łąkową są analogiczne do wyników badań innych autorów (Beard, 1989; Diesburg i in., 1997; Hull, 1997; Thomas, 1994). Kostrzewa trzcinowa, uważana za jeden z najbardziej odpornych na suszę gatunków w naszej strefie klimatycznej, uzyskała w niniejszej pracy bardzo dobre oceny podczas suszy letniej 1999, natomiast w roku 2000, podczas suszy wiosennej, oceniono jej kondycję na poziomie znacznie niższym. Na efekt suszy wiosennej mogła nałożyć się niepełna regeneracja po zimie 1999–2000. Gatunek ten należy do najsłabiej zimujących kostrzew w naszych warunkach klimatycznych (Prończuk i in., 2003).

W oparciu o posiadane informacje trudno w pełni wyjaśnić niskie wartości kondycji, jakie otrzymały odmiany: Espro kostrzewy owczej oraz Bargena kostrzewy czerwonej. Gatunki te są powszechnie uważane za najlepiej tolerujące suszę (Diesburg i in., 1997; Dernoeden i in., 1994, 1998; Harkot, Czarnecki, 1999; Lutyńska, 1993). Niską jakość trawnikową odmian kostrzewy czerwonej ocenianych podczas suszy opisują również Minner i Butler (1985). Według tych autorów główną przyczyną tego zjawiska jest nierównomierne zasychanie darni, specyficzne dla tego gatunku, w odróżnieniu do równomiernego zasychania życicy trwałej czy wiechliny łąkowej. W zaschniętej darni pojawiają się miejsca całkowicie pozbawione roślin oraz fragmenty tzw. mulczu z zaschniętych liści, który ochrania rośliny przed całkowitym odwodnieniem. W miejscach wyschniętych nie obserwuje się potem regeneracji roślin (Minner, Butler, 1985).

Reakcja rodów wiechliny łąkowej na warunki suszy naturalnej w pełni potwierdza spostrzeżenia innych autorów. Gatunek ten słabo toleruje suszę, wolno odrasta i znacznie rozrzedza darń po dłuższym okresie deficytu wody (Beard, 1989; Minner, Butler, 1985; Wood, Buckland, 1966).

Brak doniesień na temat jakości trawnikowej śmiałka darniowego w warunkach suszy. Gatunek ten jest od niedawna przedmiotem badań pod kątem przydatności trawnikowej (Prończuk i in., 2001). Względnie wysoka wartość kondycji tego gatunku podczas zasychania może wynikać z naturalnej, bardzo wysokiej zawartości chlorofilu (Falkowski, 1982). Według badań Mintenko i wsp. (2002) gatunek ten w pełni nadaje się do obsiewu trawników, znosi niskie koszenie i okresy suszy jednakże czynnikiem znacznie obniżającym jakość jego darni trawnikowej może być porażanie przez rdze.

Opisane powyżej zróżnicowanie międzygatunkowe znalazło odzwierciedlenie w wynikach testu kiełkowania nasion w ujemnym potencjale wody. Testy tego rodzaju

traktowane są jako miarodajna metoda oceny odporności nasion na niedór wody podczas kiełkowania w suchej glebie (Brevedan i in., 1997; Grzesiak i in., 1996; Johnson i in., 1978; Marcum i in., 2003). Dostępność wody jest jednym z głównych czynników ograniczających kiełkowanie nasion oraz rozwój roślin w rejonach o naturalnie występujących deficytach wody (Dodd, Donovan, 1999; Sharma, 1973). Gatunki pochodzące z rejonów półpustynnych lub preriowych są w stanie kiełkować w warunkach obniżonej zawartości wody w środowisku. Gatunki traw jak np. *Bouteloua curtipendula*, *Eragrostis curvula*, *E. lehmanniana*, *Cenchrus ciliaris* czy *Andropogon gerardii* kiełkują powyżej 10% w roztworach o potencjale wody niższym niż -1,0 MPa (Brevedan i in., 1997; Hardegree, Emmerich, 1992). W roztworach o niższych wartościach ψ_w najlepiej kiełkowały: *Bouteloua curtipendula* (52% w -1,6 MPa) oraz *Danthonia caespitosa* (ponad 40% w -2,0 MPa). Kiełkowanie pozostałych wymienionych gatunków szybko zanikało w roztworach o ψ_w niższym od -1,0 MPa (Brevedan i in., 1997; Hardegree, Emmerich, 1992; Sharma, 1973). Zależności powyższe dotyczą nie tylko traw, lecz np. pustynnych gatunków krzewów z rodzajów *Sarcobatus* i *Chrysothamnus*, których nasiona dobrze kiełkują w roztworach o potencjale wody poniżej -1,25 MPa (Dodd, Donovan, 1999). Bezpośrednie powiązanie pochodzenia roślin oraz dobrego kiełkowania nasion w warunkach ujemnego potencjału wody z odpornością roślin na suszę byłoby jednakże błędem. Istnieje wiele gatunków z rejonów suchych, których nasiona kiełkują słabo i wolno w warunkach ujemnego potencjału wody (Dodd, Donovan, 1999; Sharma, 1973).

Kiełkowanie badanych obiektów w -0,65 MPa zostało silnie uwarunkowane przez wyjściową wartość średniego czasu kiełkowania. Średni czas kiełkowania jest uznawany za wskaźnik żywotności nasion (Dorywalski i in., 1964; Grzesiuk, Kulka, 1981). Przez niektórych autorów uważany jest on nawet za najbardziej wyraźną manifestację wigoru nasion, który przejawia się w całej późniejszej ontogenezie roślin (Ellis, Roberts, 1980; Grzesiuk, Kulka, 1981; Haydecker, 1972).

Wyniki powyższej pracy jak i doniesienia literaturowe wskazują na metodę kiełkowania nasion w warunkach ujemnego potencjału wody jako źródło informacji o potencjalnych możliwościach reakcji odmian czy rodów traw na suszę. Uzyskane dzięki niej dane mogą stanowić początkowy etap selekcji materiałów w pracach badawczych i hodowlanych. Jednakże dla pełnego wyjaśnienia wszystkich opisanych powyżej zależności niezbędne jest wzbogacenie tego typu prac o analizę procesów fizjologicznych determinujących określoną reakcję roślin na suszę.

WNIOSKI

1. Wykazano istnienie relacji pomiędzy kiełkowaniem nasion kilku wybranych odmian i rodów traw w warunkach ujemnego potencjału wody z reakcją darni trawnikowej na naturalną suszę.
2. Reakcja nasion na warunki symulowanej suszy glebowej (ujemny potencjał wody) jest ściśle związana z ich wigorem.

3. Miarodajna ocena reakcji odmian czy rodów na suszę w warunkach laboratoryjnych powinna być prowadzona w oparciu o próby o wyrównanych parametrach kiełkowania (szczególnie średni czas kiełkowania).
4. Metodyka kiełkowania nasion w warunkach ujemnego potencjału wody wymaga dopracowania pod względem doboru stężeń roztworów dla poszczególnych gatunków.
5. Uzyskane wyniki laboratoryjnej oceny kiełkowania nasion w warunkach ujemnego potencjału wody wskazują na możliwość prognozowania niektórych reakcji traw gazonowych na naturalne okresy suszy.

LITERATURA

- Amin M. R., Thomas H. 1996. Growth and water relations of diverse populations of *Lolium perenne* exposed to drought in field, glasshouse and controlled environment. J. Agric. Science, Cambridge, 126: 15 — 23.
- Beard J. B. 1989. Turfgrass water stress: drought resistance components, physiological mechanisms and species — genotype diversity. Proc. of the 6th Int. Turfgrass Res. Conf. Tokyo, July 31 — August 5: 23 — 28.
- Brevedan R. E., Klich M.G., Sanchez E.E., Fioretti M.N. 1997. Effects of water stress on germination and seedling growth of love grass species. Proc. of the XVIII Int. Grassland Conference, June 8–17, 1997, Winnipeg & Saskatoon, Canada, 7: 35 — 36.
- Burton P. J., Bazzaz F.A. 1991. Tree seedling emergence on interactive temperature and moisture gradients and in patches of old field vegetation. Amer. J. Bot. 78 (1): 131 — 149.
- Carrow R. N. 1996 a. Drought avoidance characteristics of diverse tall fescue cultivars. Crop. Sci. 36: 371 — 377.
- Carrow R. N. 1996 b. Drought resistance aspects of turfgrasses in the Southeast: root-shoot responses. Crop Sci. 36: 687 — 694.
- Carrow R. N., Duncan R. R. 2003. Improving drought resistance and persistence in turf-type tall fescue. Crop.Sci. 43: 978 — 984.
- Cathey M. 2002. Water right. Conserving our water, preserving our environment. ITPF Water Right Book. (www.turfgrasssod.org/contents.htm).
- Dernoeden P. H., Carroll M. J., Krouse M. J. 1994. Mowing of three fescue species for low-maintenance turf sites. Crop Sci. 34, 6: 1645 — 1649.
- Dernoeden P. H., Fidanza M. A., Krouse J. M. 1998. Low maintenance performance of five *Fescue* species in monostands and mixtures. Crop Sci. 38, 2: 434 — 438.
- Diesburg K. L., Christians N. E., Moore R., B. T. K. Branham, Z. J. Danneberger, Reicher T., Voigt D., Minner D. Newman R. 1997. Species for low-input sustainable turf in the U.S. Upper Midwest. Agron. J. vol. 89, no. 4; 690 — 694.
- Dodd G. L., Donovan L. A. 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. Am. J. Bot. 86 (8): 1146 — 1153.
- Dorywalski J., Wojciechowicz M., Bartz J. 1964. Metodyka oceny nasion. PWRiL, Warszawa: 342 ss.
- Ellis R. H., Roberts E. H. 1978. Towards a rational basis or testing seed quality. In: Seed Production. P. D. Hebblethwaite (ed.), Butterworth, London: 606 — 636.
- Emmerich W. E., Hardegree S. P. 1990. Polyethylene glycol solution contact effects on seed germination. Agron. J. 82: 1103 — 1107.
- Emmerich W. E., Hardegree S. P. 1991. Seed germination in polyethylene glycol solution: effects of filter paper exclusion and water vapor loss. Crop Sci. 31: 454 — 458.
- Emmerich W. E., Hardegree S. P. 1996. Partial and full dehydration impact on germination of 4 warm — season grasses. J. Range Manage. 49 (4): 355 — 360.
- Falkowski M. 1982. Trawy polskie. Praca zbiorowa. PWRiL, Warszawa: 204 ss.
- Gallion J. 2003. Alternative to traditional lawn. The Master Gardeners (http://www.emmitsburg.net/gardens/articles/frederick/2003/alternative_to_traditional_lawns.html).

- Grzesiak S., Filek W., Skrudlik G., Nizioł B. 1996. Screening for drought tolerance: evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. *J. Agron. Crop Sci.* 177, 4: 245 — 252.
- Grzebiak S., Kulka K. 1981. *Fizjologia i biochemia nasion*. PWRiL, Warszawa: 605 ss.
- Hardegree S. P., Emmerich W. E. 1989. Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution-saturated filter paper. *Plant Physiol.* 92: 462 — 466.
- Hardegree S. P., Emmerich W. E. 1992. Seed germination response of four southwestern range grasses to equilibration at subgermination matric-potentials. *Agron. J.* 84: 994 — 998.
- Harkot W., Czarnecki Z. 1999. Przydatność polskich odmian traw gazonowych do zadarniania powierzchni w trudnych warunkach glebowych. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 197 *Agricultura* (75): 117 — 120.
- Heydecker W. 1972. Vigour. In: *Viability of seeds*. Roberts E. H. (ed.), Chapman and Hall Ltd., London: 209 — 252.
- Huang B., Duncan R. R., Carrow R. N. 1997. Drought — resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying: II. Root aspects. *Crop Sci.* 37: 1863 — 1869.
- Hull R. J. 1997. Managing turf for minimum water use. *TurfNews*, vol. 21, no. 2: 24 — 28.
- Humphreys M.W., H. Thomas. 1993. Improved drought resistance in introgression lines derived from *Lolium multiflorum* x *Festuca arundinacea* hybrids. *Plant Breeding* 111: 155 — 161.
- Johnson D. A., Asay K. H. 1978. A technique for assessing seedling emergence under drought stress. *Crop Sci.* 18: 520 — 522.
- Kaufmann M. R., Ross K. J. 1970. Water potential, temperature, and kinetin effects on seed germination in soil and solute systems. *Amer. J. Bot.* 57 (4): 413 — 419.
- Kenna M. P., Horst G. L. 1993. Turfgrass water conservation and quality. *Int. Turfgrass Society Res. Journ.* 7. Carrow R. N., Christians N. E., Shearman R. C. (eds.) Intertec Publish. Corp. Overland Park, Kansas, US: 99 — 113.
- Krebb K. 1979. *Ekofizjologia roślin*. PWN, Warszawa: 213 ss.
- Loos M.T. 2003. Drought resistance in your home landscape. Ohio State University Extension Fact Sheet (<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/1000/1643.html>).
- Lutyńska R. 1993. Prace hodowlane i badania nad gatunkami traw z rodzaju *Festuca*. *Biul. IHAR* 188: 5 — 12.
- Marcum K. B., Still D. W., Maricic A. A. 2003. Determining drought tolerance of new bermudagrass cultivars at the germination stage. <http://ag.arizona.edu/turf/germ.html>.
- Minner D. D., Butler J. D. 1985. Drought tolerance of cool season turfgrasses. *Proc. of the Fifth Int. Turfgrass Res. Conference*, Avignon, France: 198 — 212.
- Mintenko A. S., Smith S.R., Cattani D. J. 2002. Turfgrass evaluation of native grasses for the Northern Great Plains Region. *Crop Sci.* 42: 2018 — 2024.
- Petrovic A. M. 1995. Water conservation techniques in turfgrass. *CUTT, Cornell University Turfgrass Times*. vol. 6, no. 2: 1 — 6
- Prończuk M., Prończuk M., Laudański Z., Prończuk S. 2003. Porównanie gatunków i odmian *Festuca* spp. w wieloletnim użytkowaniu trawnikowym. *Biul. IHAR*, 225: 239 — 257.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. *Biul. IHAR* 186: 127 — 132.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. *Probl. Post. Nauk Roln.*, z. 451: 125 — 133.
- Prończuk S., Żurek G., Żyłka D., Prończuk M. 2001. Ocena śmiałka darniowego (*Deschampsia cespitosa* (L.) P.B.) w różnym użytkowaniu trawnikowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* zesz. 474: 113 — 122.
- Sharma M. L. 1973. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. *Agron. J.* vol. 65, no. 6: 982 — 987.
- Shinozaki K., K. Yamaguchi-Shinozaki. 1996. Molecular responses to drought and cold stress. *Current Opinion i Biotechnology*, 7: 161 — 167.
- Thomas H. 1990. Osmotic adjustment in *Lolium perenne*; its heritability and the nature of solute accumulation. *Ann. Bot.* 66: 521 — 530.

- Thomas H. 1994. Diversity between and within temperate forage grass species in drought resistance, water use and related physiological responses. *Aspects of App. Biol. Efficiency of water use in crop systems*. 38: 47 —55.
- Thomas H., C. Evans. 1989. Effect of divergent selection for osmotic adjustment on water relations and growth of plants of *Lolium perenne*. *Ann. of Bot.* 64: 581 — 587.
- Thomas H., Humphreys M., Howarth C., Bettany A. 1997. Plants for all seasons. *IGER Innovations*: 6 — 8.
- Thomas H., S. J. Dalton S. J., Evans C., Chorlton K. H., Thomas I. D. 1996. Evaluating drought resistance in germplasm of meadow fescue. *Euphytica* 92: 401 — 411.
- Wood G. M., Buckland H. E. 1966. Survival of turfgrass seedlings subjected to induced drought stress. *Agron. J.* vol. 58, no.1: 19 — 23.
- Zajic M. J. 2003. Drought resistant gardens for National Capital area. Montgomery County, Park & Planning, Brookside Gardens (www.mcmncppc.org/parks/brookside/drought.shtm).
- Żurek G. 2000 a. Strzęplice (*Koeleria* sp.) — mało znane gatunki do zadarniania terenów suchych. Cz. II. Ocena przydatności trawnikowej. *Łąkarstwo w Polsce* 3: 185—192.
- Żurek G. 2000 b. Effect of summer drought in 1999 on turf grass species. *Plant Breed. Seed Sci.* 44 (1): 73 — 83.

SŁAWOMIR PROŃCZUK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Ocena śmiałka darniowego (*Deschampsia caespitosa* L.) Brok w mieszankach trawnikowych z wiechliną łąkową (*Poa pratensis* L.) w warunkach intensywnego użytkowania i zacienienia

Evaluation of *Deschampsia caespitosa* L. cv. Brok in turf mixtures with *Poa pratensis* L. under intensive maintenance and shade conditions

W okresie trzyletniego użytkowania trawnikowego badano odmianę śmiałka darniowego Brok w mieszankach z pięcioma odmianami wiechliny łąkowej. Wzorcami porównawczymi były — czysty zasiew śmiałka oraz dwie mieszanki standardowe, A — stosowana na boiskach piłkarskich i B — stosowana w parkach. W warunkach wysokiego nawożenia (157 kg na ha) i częstego koszenia (22 przycięć) przy ubytku światła słonecznego ok. 80% oceniono następujące cechy użytkowe trawników: ogólny aspekt estetyczny (OA), przezimowanie (PR), zimozieloność (ZZ), tolerancję na rdzę żółtą (RŻ), pleśń śniegową (PŚ) i jako cechę najważniejszą zadarnianie (ZA). Stwierdzono, że śmiałek darniowy poza bardzo dobrymi wynikami w pierwszym roku w dalszych latach nie wniósł istotnych nowych korzystnych cech w wyglądzie (OA) i zadarnianiu (ZA) trawników. Istotny wpływ na ocenę poszczególnych cech miały odmiany wiechliny łąkowej. Śmiałek w czystym zasiewie wykazał cechę nietrwałości zadarniania oraz niskie wartości cechy ogólnego aspektu estetycznego w okresie jesiennym i zimowym.

Słowa kluczowe: śmiałek darniowy (*Deschampsia caespitosa*), mieszanki traw, wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*), cechy użytkowe, trawniki zacieniane

Deschampsia caespitosa cv. Brok was investigated in mixtures with *Poa pratensis* cultivars over three years under shade conditions. Monoculture of Brok and two standard mixtures commonly used one for sport purposes and the other one for park purposes, were used as a control for the comparison. The experiment was located in natural shade, near a building, and the following medium high turf maintenance regime factors were in operation: 157 kg N·ha⁻¹, 22 mowing per year and irrigation during dry periods. The light reaching the plants was reduced by about 80%. The following characters were evaluated: general aesthetic aspect, shoot density, winterhardiness, wintergreenness, tolerance to yellow rust and to snow mould. It was found that the Brok mixtures' characters were particularly good only in the first year of maintenance. Mean data (from 3 years of maintenance) of the general aesthetic aspect and shoot density for the mixtures with Brok were at the standard mixtures level or even below.

The component cultivars of *P. pratensis* influenced significantly the value of turf characters. The tufted hairgrass Brok in monoculture showed low persistency for shoot density and low value of aesthetic aspect in autumn and winter (wintergreenness)

Key words: Tufted hairgrass (*Deschampsia caespitosa*), grass mixtures, Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*), turf characters, shade conditions

WSTĘP

Prace nad wykorzystaniem śmiałka darniowego *Deschampsia caespitosa* L. jako trawy przydatnej na trawniki prowadzone są w ostatnich latach w wielu krajach. Jedną z korzystnych cech biologicznych stwierdzonych u tego gatunku jest stosunkowo duża tolerancja na zacienienie (Anonim, 1995; Prończuk, 1996). Zainteresowanie śmiałkiem wiąże się z brakiem odmian innych gatunków traw, które znoszą warunki cienia przy równoczesnym intensywnym użytkowaniu trawnikowym

Zacienianie trawników występuje często na płytach stadionów piłkarskich, wokół budynków i w pobliżu drzew i krzewów itp. Stwierdzono, że cień powoduje rozrzedzanie darni, elongację roślin, a za tym obniżenie wyglądu estetycznego nawierzchni trawnikowych (Dudeck i Peacock, 1992).

Wcześniejsze badania wykazały, że śmiełek darniowy ekotyp „Brok” w kompozycji mieszkankowej z wiechliną łąkową może tworzyć zwartą darń w warunkach trawników intensywnie użytkowanych w warunkach słonecznych (Prończuk, 2001). Bardzo dobry efekt zadarniania — w słońcu, w warunkach siewu monokulturowego śmiałka darniowego odmiany *Barcampsia* uzyskano w ocenie odmian w Anglii (Anonim, 1997). Brak jest jednak danych literaturowych na temat intensywnego użytkowania mieszanek śmiałka w warunkach zacieniania.

Celem badań była ocena ważniejszych cech użytkowych śmiałka darniowego w stanowisku umiarkowanego cienia, wysokiego nawożenia, i częstego koszenia trawnika — i porównanie do dwóch mieszanek „standardowych” — zalecanych na stadiony piłkarskie i do parków.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem roślinnym do badań była odmiana Brok (niebędąca w oficjalnym rejestrze) wyselekcjonowana z ekotypu leśnego i opracowywana w ostatnich latach w Instytucie Hodowli Roślin i Aklimatyzacji w Radzikowie. W badaniach rozpoznawczych odmiana ta na trawnikach nasłonecznionych intensywnie użytkowanych uzyskała wysokie parametry trawnikowe podobne do znanych odmian zagranicznych — *Barcampsia* (NL) i *Meta* (Cz.) (dane niepublikowane).

W doświadczeniu trawnikowym odmianę Brok wysiano w kwietniu 1998 roku w stosunku wagowym 50% i 50% z odmianami wiechliny łąkowej — *Limousine*, *Conni*, *Chałupy*, *Dresa*, *Ra 1520*. Wybór odmian podyktowany był wcześniejszym rozpoznaniem w mieszkankach w warunkach trawników intensywnych — nasłonecznionych oraz ekstensywnych zacienionych (Prończuk, 2001). Obiektami kontrolnymi był czysty zasiew śmiałka oraz standardowe mieszanki trawnikowe: A — stosowana na boiskach piłkarskich

i B — stosowana w warunkach parkowych. Składy gatunkowe mieszanek podano w tabeli 1.

Doświadczenie założono w odległości 1,5 m od strony północnej 15 metrowej ściany budynku, co stworzyło sytuację umiarkowanego zacienienia, czyli ubytku około 80% światła słonecznego. Glebę „matkę” stanowiła 10 cm warstwa mieszaniny piasku i torfu w proporcji 4:1. Podłożem naturalnym była gleba pyłowo — piaszczysta II klasy przydatności rolniczej.

Użytkowanie trawników polegało na częstym koszeniu na wysokość 3–4 cm (22 przycięć rocznie), nawożeniu: 157 N, 68 P₂O₅, 138 K₂O kg·ha⁻¹ z wielokrotnym rozdziałem dawek azotu i podlewaniu w okresie wschodów oraz letniej suszy. Takie użytkowanie w warunkach zacienionych uznać można jako „intensywne”. Ocenę nawierzchni wykonywano wg powszechnie stosowanej metodyki oceny cech użytkowych w skali 1–9 (1 — wyginiecie roślin, 9 — cecha najbardziej pożądana dla wyglądu i jakości). Analizę składu botanicznego porostu trawników przeprowadzono w okresie jesiennym w drugim i trzecim roku użytkowania.

Doświadczenie prowadzono według metody losowanych bloków przez okres trzech lat pełnego użytkowania. Obserwacje wykonywano w sezonach: wiosna lato, jesień, zima. Analizie poddano średnią ocen z wielolecia takich cech jak: Ogólny Aspekt estetyczny (OA), Przechimowanie (PR), Zimozieloność (ZZ), Rdza żółta (Rż), Pleśń śniegowa (Pś) i Zadarnienie (ZD). Wyniki opracowano metodą analizy wariancji wg układu split plot (Wójcik i Laudański, 1989). Do porównań zastosowano test Fischera.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza cech OA, PR, ZZ, Rż, Pś wykazała, że mieszanki śmiałka darniowego Brok w kompozycji z odmianami wiechlin łąkowych oraz w porównaniu do zasiewów wzorcowych różniły się niekiedy istotnie (tab. 1).

Najlepszym wyglądem (OA) cechowały się mieszanki śmiałka z odmianą wiechliny łąkowej — Chałupy i Conni. Obiekty te nie wykazały jednak istotnej różnicy w stosunku do mieszanek standardowych A i B. Duże różnice u badanych obiektów stwierdzono w cesze zimozieloności (ZZ). Wyraźnie najgorszy wygląd dała mieszanka z odmianą Limousine i czysty zasiew odmiany Brok. W pierwszym przypadku wiązało się to z niską odpornością odmiany Limousine na rdzę żółtą, a w drugim z stwierdzonym wczesnym wchodzeniem śmiałka Brok w spoczynek jesienno-zimowy oraz inwazją szkodnika (*Cecidomyiidae* sp.) żerującego w węźle krzewienia roślin i powodującego zamieranie pędów.

Zaskakującym wynikiem był rezultat związany z przechimowaniem trawników (PR). Najlepsza pod tym względem okazała się mieszanka trawnikowa (A) oparta na *Lolium perenne*. Przewyższała ona istotnie czysty zasiew śmiałka i jego niektóre kompozycje mieszanek. *Lolium perenne* mimo stosunkowo małego udziału w wysianej mieszance (25%) było przez cały okres użytkowania dominującym komponentem runi trawnika. Wcześniej wielokrotnie stwierdzano, że *Lolium perenne* jest trawą uszkodzaną przez zimy na skutek dużej podatności na pleśń śniegową (Prończuk i Zagdańska, 1993).

Tabela 1

Ocena cech trawników zacienionych. Średnia 3 lat użytkowania
Evaluation of characters of shade lawns. Average for 3 years of maintenance

Trawniki Lawns	Komponenty w mieszance (%) Components in mixtures (%)	Cechy Characters					Procentowy udział D.c. Brok w darni Participation D. c. Brok in sod (%)
		OA	PR	ZZ	Rż	Pś	
Mieszanki D.c. Brok z <i>Poa pratensis</i> Mixtures D.c. Brok with <i>Poa pratensis</i> cultivars	50						
Limousine		6,3	5,3	3,8	3,5	6,5	35,0
Conni		6,8	5,0	4,7	4,5	6,7	25,5
Chałupy		7,0	4,3	4,8	6,0	6,2	30,3
Dresa		6,3	4,9	4,0	5,5	6,5	27,0
Ra 1520		6,4	4,3	4,7	5,5	6,3	43,3
Średnia Average		6,6	4,8	4,4	5,0	6,4	32,2
Czysty zasiew — D.c. Brok Monoculture — D.c. Brok	100	6,5	4,6	3,7	7,0	6,3	81
Mieszanki standardowe Standard mixtures							
A. <i>Lolium perenne</i> — Stadion + <i>Poa pratensis</i> — Chałupy	25 75						
		6,8	5,6	6,2	7,3	6,8	—
B. <i>Festuca rubra</i> — Nimba, Pernille + <i>Festuca ovina</i> — Bardur	67 33						
		6,7	5,0	5,7	9,0	4,8	—
Średnia ogólna Average	—	6,6	4,9	4,7	6,0	6,3	—
NIR _{0,05} LSD _{0,05}		0,5	0,6	0,4	0,6	0,7	—

OA — Ogólny aspekt; General aspect

PR — Przechimowanie; Winter hardiness

ZZ — Zimozieloność; Wintergreenness

Rż — Tolerancja na rdzę żółtą; Tolerance to yellow rust

Pś — Tolerancja na pleśń śniegową; Tolerance to snow mould

Inne dane wskazują, że największą odpornością na pleśń śniegową cechuje się śmiełek darniowy (Nasinec, 2003). Tymczasem w przeprowadzonym doświadczeniu istotnie gorsze wyniki dawała jedynie standardowa mieszanka (B) oparta o duży udział (67%) kostrzewy czerwonej. W tej mieszance wystąpiło największe porażenie pleśnią śniegową i przez to wiosenne pogorszenie wyglądu trawnika.

Warunki pogodowe w latach 1998–2001 wyraźnie odbiegały od średniej z wielolecia (tab. 2).

Tabela 2

Średnie roczne temperatury i sumy opadów w latach 1998–2001 na tle danych z wielolecia w Radzikowie
Mean yearly temperatures and sums of rainfall in 1998–2001, in comparison to the long term averages at Radzików

	1998	1999	2000	2001	Wielolecie 1961–1990 Long term 1961–1990
Średnia temperatura Mean temperature	9,2	10,7	10,8	9,5	8,0
Suma opadów Sum of rainfall	366,8	366,7	317,3	485,7	532,2

Charakteryzowały się one znacznym wzrostem temperatury od 1,2°C (1998) do 2,8°C (2000) w porównaniu do wielolecia oraz wyraźnie obniżoną sumą opadów, zwłaszcza w 2000 roku. Wzrost temperatury w tym okresie nastąpił przede wszystkim w miesiącach zimowych i wiosennych.

Badania składu botanicznego runi trawników wykazały, że udział śmiałka darniowego w stosunku do normy wysiewu (50%) był zmniejszony i wynosił średnio w drugim-trzecim roku użytkowania, w zależności od mieszanki, od 25% do 43%. W czystym zasiewie śmiałka wystąpiło wyraźne rozrzedzenie darni i powstanie pustych miejsc samorzutnie zasiedlanych innymi trawami. Pokrycie powierzchni żdzębami i liśćmi było niepełne i wynosiło 81%. Występowała tendencja do tworzenia się kęp przy jednoczesnej małej konkurencyjności śmiałka.

Ocena zadarniania (ZA) jest cechą najczęściej badaną na boiskach sportowych. W przeprowadzonym doświadczeniu cechę ZA analizowano w sezonach i latach (tab. 3).

Tabela 3

Ocena zadarniania trawników zacienionych w sezonach i latach
Evaluation of shoot density of shade lawns in seasons and years

Trawniki Lawns	Wiosna Spring				Lato Summer				Jesień Autum				Średnia z lat Average of years
	1999	2000	2001	średnia average	1999	2000	2001	średnia average	1999	2000	2001	średnia average	
Mieszanki D. c. Brok z <i>Poa pratensis</i> Mixtures of D.c. Brok with <i>Poa pratensis</i> cultivars													
Limousine	6,5	8,5	6,5	7,2	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	7,0	7,0	7,7	7,6
Conni	7,0	8,0	6,0	7,0	8,5	6,5	8,0	7,7	8,5	7,0	7,0	7,5	7,4
Chałupy	6,5	7,5	5,5	6,5	8,0	7,0	7,5	7,5	8,5	8,0	7,0	7,8	7,3
Dresa	7,0	6,5	4,5	6,0	8,0	7,0	7,5	7,5	7,0	7,5	6,0	6,8	6,8
Ra 1520	7,0	6,5	4,5	6,0	8,0	7,0	7,0	7,3	7,0	6,0	6,0	6,3	6,5
Średnia Average	6,8	7,4	5,4	6,5	8,1	7,1	7,6	7,6	8,0	7,1	6,6	7,2	7,1
Czysty zasiew D. c. Brok Monoculture D.c. Brok	7,5	7,5	6,0	7,0	8,5	6,5	7,0	7,3	8,5	6,5	5,0	6,7	7,0
Mieszanki standardowe Standard Mixtures <i>C. Lolium p.</i> + <i>Poa pratensis</i>	8,0	8,0	7,5	7,8	7,5	7,5	8,0	7,7	7,5	7,5	7,0	7,3	7,6
<i>D. Festuca rubra</i> + <i>Festuca ovina</i>	6,0	7,5	7,0	6,8	8,0	8,5	8,5	8,3	7,0	8,0	7,5	7,5	7,5
Średnia ogólna Average	6,9	7,5	5,9	6,8	8,1	7,3	7,7	7,7	7,9	7,2	6,6	7,2	7,2
NIR _{0,05}	—	—	—	0,5	—	—	—	0,6	—	—	—	0,4	0,4
LSD _{0,05}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Mieszanki śmiałka Brok z niektórymi odmianami wiechlin (Limousine, Conni Chałupy) nie ustępowały pod względem zadarniania mieszankom standardowym (A,B), a w pierwszym roku były nawet lepsze. Różnice istniały pomiędzy odmianami wiechlin.

Najlepsze wyniki dało połączenie Brok z odmianą Limousine (ZA = 7,6), wyraźnie zaś gorsze z odmianą BA 1520 (ZA = 6,5). Śmiałek w czystym siewie charakteryzował się niezadawalającym zadarnianiem w trzecim roku użytkowania jak też w poszczególnych latach w okresie jesiennym. Wykazał on dobry rezultat jedynie w pierwszym roku użytkowania trawnika.

Słabnięcie zadarniania u śmiałka w dalszych latach użytkowania trawnika mogło być między innymi powodowane silnym atakiem szkodnika z rodziny Pryszczarkowatych (*Cecidomyiidae* sp.). W okresie wczesnojesiennym w drugim i trzecim roku użytkowania naliczano od kilku do kilkunastu larw tego owada (w stadium bobówki) w podstawach źdźbeł roślin. W okresie jesieni i zimy rośliny takie zamierały lub przez długi okres wiosną roku następnego regenerowały się dając niezadawalający wygląd trawnika i zadarniania. W literaturze nie spotkano prac na ten temat. Uzyskane wyniki w warunkach intensywnego użytkowania trawników w cieniu różniły się znacznie od uzyskanych wcześniej na trawnikach zlokalizowanych w warunkach słonecznych jak też ekstensywnie użytkowanych w cieniu. (Prończuk, 2001) Biorąc pod uwagę stosunkowo krótką historię hodowli śmiałka darniowego i dużą zmienność ekotypów (Żurek, 1999) można sądzić, że uda się wyselekcjonować nowe genotypy o korzystnych cechach użytkowych także dla warunków intensywnego użytkowania trawników w cieniu.

WNIOSKI

1. Śmiałek darniowy Brok nie ujawnił zadawalających właściwości wskazujących na wysoką przydatność do intensywnego użytkowania w warunkach trawników zacienianych.
2. Mieszanki śmiałka darniowego z odmianami wiechliny łąkowej dawały efekty zbliżone do mieszanek standardowych. Odmiany wiechliny miały istotny wpływ na cechy trawników.
3. Korzystną cechą śmiałka darniowego Brok była duża dynamika rozwoju, w tym zadarniania, w pierwszym roku użytkowania trawnika.
4. Śmiałek w dalszych latach użytkowania wykazał cechę nietrwałości oraz niską jesienno-zimową żywotność (zimozieloność), na co mogła mieć wpływ duża jesienna aktywność szkodnika z rodziny Pryszczarkowatych (*Cecidomyiidae* sp.).

LITERATURA

- Anonim 1995. Range of varieties. Barenbrug Holding, Oosterhout, The Netherlands: 56 pp.
- Anonim 1997. Turfgrass seed 1997. STRI, Bingley: 16 pp.
- Dudeck A. E., Peacock C. H. 1992. Shade and turfgrass, culture. In: Turfgrass. Agronomy Monograph 32: 271 — 282.
- Nasinec Ivo. 2003. Turf varieties for stress situations — results of breeding. Proc. XXXIII International Turfmeeting, Plzen: 7 — 10.
- Prończuk M., Zagdańska B. 1993. Effect of *Microdochium nivale* and low temperature on winter survival of perennial ryegrass. J. Phytopathology. 138: 1 — 8.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1996. Comparison of aesthetic aspects of turfgrasses in sun and shade conditions at Radzików. Proc. 20th Eucarpia Fodder Crops and Amenity Grasses Section: 237 — 242.

- Prończuk S., Żurek G., Żyłka D., Prończuk M. 2001. Ocena śmiałka darniowego (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.) w różnym użytkowaniu trawnikowym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. Z. 474: 113 — 121.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczeniach. PWN, Warszawa: 1 — 318.
- Żurek G. 1999. Evaluation and characterization of wild ecotypes of tufted hairgrass (*Deschampsia caespitosa* L.) P. B. collected from East Poland. ECP/GR Forages working group: 7th Meeting, Portugal: 208 — 212.

GENOWEFA SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin

Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania Część I. Okres uśpienia i intensywność wzrostu kiełków

The indicators of physiological processes in seed potato tubers during long-term storage

Part I. Dormancy period and intensity of sprouting

W latach 1985–2001 w Oddziale Naukowo-Badawczym IHAR w Jadwisinie przeprowadzono badania dotyczące długości okresu uśpienia i intensywności kiełkowania sadzeniaków ziemniaka. Łącznie przebadano 54 odmiany ziemniaka w 13 seriach. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że odmiany różniły się istotnie zarówno pod względem długości uśpienia, intensywności kiełkowania jak i masy wytwarzanych kiełków. Wskaźnikiem najbardziej pomocnym w określaniu optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków poszczególnych odmian okazała się masa kiełków wytwarzana w czasie długotrwałego przechowywania w temperaturze 6°C i 10°C.

Słowa kluczowe: kiełkowanie, odmiana, okres uśpienia, stan fizjologiczny sadzeniaka, warunki przechowywania, ziemniak

Thirteen series of experiments to evaluate potato sprouting, the length of tuber dormancy and mass of sprouts were carried out in the years 1985–2001 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department Jadwisin. Altogether, 54 potato cultivars were tested. Significant differences between cultivars in the dormancy period, sprouting ability and mass of sprouts were found. It was shown that the length of dormancy, intensity of sprout growth, and particularly the mass of sprouts at 6°C and 10°C, were significantly correlated with optimal temperature of storage of seed potato tubers.

Key words: cultivar, dormancy period, physiological state of seed potatoes, sprouting, storage conditions

WSTĘP

Bulwy ziemniaka przeznaczone do sadzenia powinny cechować się dobrą zdrowotnością, odpowiednią jakością fizjologiczną, gwarantującą prawidłowy wigor wzrostu i wysoką plenność roślin z nich wyrosłych. Na fizjologiczną jakość sadzeńców wpływa wiele współdziałających ze sobą czynników, tak w czasie wzrostu, jak i przechowywania. Jednym z głównych czynników modyfikujących wiek fizjologiczny sadzeńców są warunki przechowywania, począwszy od zbioru aż do ich wysadzenia. Stan fizjologiczny sadzeńców ziemniaka był przedmiotem licznych wcześniejszych prac (Sowa-Niedziałkowska 1990, 1993, 1997, 1999, 2000). Przedstawiono w nich wpływ zróżnicowanych warunków przechowywania na stan fizjologiczny sadzeńców i późniejszy ich rozwój w polu. Wykazano, że odmiany ziemniaka są zróżnicowane pod względem wymagań termicznych w czasie przechowywania sadzeńców. Ponadto stwierdzono, że odmiany przechowywane w tych samych warunkach wykazują różne zachowania. Jedne z nich rozpoczynają proces kiełkowania już w początkowym etapie przechowywania, inne zaś utrzymują długo swoje głębokie uśpienie, podczas którego procesy życiowe zredukowane są do minimum. Sprawia to, że odmiany o takich uwarunkowaniach genetycznych wymagają również zróżnicowanych warunków w czasie przechowywania sadzeńców.

Zdaniem wielu autorów, wybór optymalnej temperatury przechowywania sadzeńców powinien być uzależniony od: tempa fizjologicznego starzenia się bulw danej odmiany, długości okresu spoczynku oraz następczego wpływu na wigor wzrostu i plonowanie roślin w warunkach polowych (van Loon, 1987; van Ittersum, Scholte, 1992; Rykaczewska, 1993; Sowa-Niedziałkowska, 2000; Reust i in., 2001).

Wybór optymalnej temperatury przechowywania jest o tyle istotny, że w naszych warunkach klimatycznych, bulwy ziemniaka przeznaczone do sadzenia, magazynowane są przez 6–7 miesięcy. Zbyt wysoka temperatura przechowywania przyspiesza proces starzenia odmian charakteryzujących się krótkim okresem uśpienia, zaś w warunkach niskiej temperatury bulwy są dłużej młode fizjologicznie. We wcześniejszych badaniach (Sowa-Niedziałkowska, 1993, 1997, 1999) udowodniono, że powszechnie uprawiane odmiany ziemniaka są istotnie zróżnicowane pod względem wymagań termicznych w czasie przechowywania sadzeńców. W ostatniej pracy natomiast wyodrębniono trzy typy reakcji odmian ziemniaka na warunki przechowywania oraz opracowano dziewięciostopniową skalę określającą następczy wpływ warunków przechowywania sadzeńców na plonowanie (Sowa-Niedziałkowska, 2002). Ocenę 1 w skali 9-stopniowej uzyskały odmiany o bardzo szybkim tempie fizjologicznego starzenia, które do osiągnięcia najwyższego plonu wymagają najniższej temperatury przechowywania (2°C), zaś ocenę 9 — odmiany o dużej tolerancji na zakres temperatur od 2°C do 10°C, tj. o powolnym tempie fizjologicznego starzenia.

W niniejszej pracy podjęto natomiast próbę ustalenia, czy pomiędzy wybranymi wskaźnikami procesów życiowych zachodzących w przechowywanych bulwach ziemniaka a ich wymaganiami termicznymi, gwarantującymi uzyskanie najwyższych plonów, zachodzą dające się udowodnić współzależności.

Jest to bardzo ważne, gdyż odpowiedź pozytywna pozwoliłaby na opracowanie prostszej metody określania wymagań termicznych sadzeniaków nowych odmian ziemniaka z pominięciem bardzo pracochłonnych i kosztownych doświadczeń polowych, w których określa się następczy wpływ warunków przechowywania na wartość plonotwórczą sadzeniaków.

W tym celu potrzebne są szczegółowe informacje o oddziaływaniu zróżnicowanej temperatury przechowywania na przebieg procesów fizjologicznych (długość uśpienia i intensywność kiełkowania) i ich następczy wpływ na rozwój i plonotwórczość dużej liczebności odmian ziemniaka w warunkach polowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzone były w latach 1985–2001 w 13 seriach, w których uwzględniano nowe odmiany ziemniaka wpisywane sukcesywnie do Rejestru Odmian Oryginalnych. Każda odmiana badana była przez trzy sezony przechowalnicze. Wykaz wszystkich odmian zawiera tabela 1. Niektóre z nich zostały skreślone już z Rejestru Odmian, ale cytowane są ze względu na lepsze zilustrowanie skali różnic odmianowych pod względem wymagań termicznych w czasie przechowywania.

Tabela 1

Wykaz badanych odmian ziemniaka
List of potato cultivars investigated

Seria badań Series of experiments	Odmiana Cultivars	Lata badań Years of testing	Wczesność Earliness
1	2	3	4
I	Bóbr	1985/86–1987/88	późna — late
	Fala	1985/86–1987/88	średnio późna — mid late
	Fauna	1985/86–1987/88	średnio wczesna — mid early
	Perkoz	1985/86–1987/88	wczesna — early
II	Bliza	1986/87–1988/89	średnio wczesna — mid early
	Bogna	1986/87–1988/89	późna — late
	Bzura	1986/87–1988/89	bardzo wczesna — first early
	Ruta	1986/87–1988/89	późna — late
	Stobrawa	1986/87–1988/89	średnio późna — mid late
III	Ceza	1987/88–1989/90	późna — late
	Heban	1987/88–1989/90	średnio późna — mid late
	Lotos	1987/88–1989/90	wczesna — early
IV	Elba	1988/89–1990/91	późna — late
	Ibis	1988/89–1990/91	średnio wczesna — mid early
	Irga	1988/89–1990/91	średnio wczesna — mid early
	Koral	1988/89–1990/91	bardzo wczesna — first early
V	Darga	1989/90–1991/92	średnio wczesna — mid early
	Fregata	1989/90–1991/92	średnio późna — mid late
	Jagna	1989/90–1991/92	średnio wczesna — mid early
	Jagoda	1989/90–1991/92	średnio wczesna — mid early
	Malwa	1989/90–1991/92	bardzo wczesna — first early
	Marta	1989/90–1991/92	średnio późna — mid late
	Olza	1989/90–1991/92	późna — late

1	2	3	4
VI	Aster	1991/92–1993/94	bardzo wczesna — first early
	Kolia	1991/92–1993/94	średnio wczesna — mid early
	Kos	1991/92–1993/94	średnio wczesna — mid early
	Orlik	1991/92–1993/94	bardzo wczesna — first early
VII	Ekra	1992/93–1994/95	średnio wczesna — mid early
	Drop	1992/93–1994/95	bardzo wczesna — first early
	Lawina	1992/93–1994/95	średnio późna — mid late
	Lena	1992/93–1994/95	średnio wczesna — mid early
VIII	Arkadia	1993/94–1995/96	średnio późna — mid late
	Grot	1993/94–1995/96	średnio późna — mid late
IX	Harpun	1994/95–1996/97	średnio wczesna — mid early
	Maryna	1994/95–1996/97	średnio wczesna — mid early
	Muza	1994/95–1996/97	średnio wczesna — mid early
X	Ania	1995/96–1997/98	średnio późna — mid late
	Bekas	1995/96–1997/98	średnio wczesna — mid early
	Bila	1995/96–1997/98	wczesna — early
	Dunajec	1995/96–1997/98	późna — late
	Głada	1995/96–1997/98	średnio wczesna — mid early
	Sumak	1995/96–1997/98	wczesna — early
XI	Oda	1996/97–1998/99	średnio wczesna — mid early
	Orlan	1996/97–1998/99	średnio wczesna — mid early
	Triada	1996/97–1998/99	średnio wczesna — mid early
	Vistula	1996/97–1998/99	średnio późna — mid late
XII	Albina	1997/98–1999/00	wczesna — early
	Baszta	1997/98–1999/00	średnio wczesna — mid early
XIII	Anielka	1998/99–2000/01	średnio późna — mid late
	Balbina	1998/99–2000/01	średnio wczesna — mid early
	Jantar	1998/99–2000/01	późna — late
	Klepa	1998/99–2000/01	średnio późna — mid late
	Koga	1998/99–2000/01	późna — late
	Rybitwa	1998/99–2000/01	średnio późna — mid late

W latach poprzedzających zasadnicze doświadczenie przechowalnicze, badane odmiany w stopniu superelity lub elity, rozmnażano na polu doświadczalnym w Jadwisinie, w celu uzyskania jednolitego materiału wyjściowego i wyeliminowania wpływu innych niepożądanych czynników (np. glebowych, agrotechnicznych, klimatycznych itp.).

Bezpośrednio po zbiorze, z każdej odmiany pobierano po 20 bulw średniej wielkości i przechowywano je w ażurowych skrzyneczkach w komorach przechowalni o temperaturze 2°, 6° i 10°C, przy wilgotności względnej powietrza 90–95%. Obserwacje długości okresu uśpienia i intensywności wzrostu kielków wykonywano co 10 dni.

Masę kielków określano w próbach 10 kg w 3 powtórzeniach każdej odmiany po całym okresie przechowywania w temperaturze 6°C i 10°C. W kombinacji przechowywanej w temperaturze 2°C kielki były zbyt krótkie, więc nie określono ich masy.

Za koniec uśpienia uznano termin, zgodnie z ustaleniami Sekcji Fizjologicznej EAPR (Reust, 1986), gdy 80% bulw z danej próby, wytworzyło kielki 3 mm długości. Długość okresu uśpienia, podobnie jak długość spoczynku (Zarzyńska, 2003) określano dwoma metodami:

- datą skielkowania 80% bulw w próbie;
- liczbą dni od umownie przyjętej „daty zerowej — 1 października” do skielkowania 80% bulw.

Wyniki obserwacji i pomiarów pochodzące z kilku serii doświadczeń poddano ocenie statystycznej, wykonano dwuczynnikową analizę wariancji, z zastosowaniem testu F „Snedecora” dla modelu stałego. Przy obliczaniu najmniejszej istotnej różnicy (NIR) wykorzystano test t-Studenta. Celem usystematyzowania reakcji odmian na warunki przechowywania sadzeniaków, wyrażonej długością stadium uśpienia, intensywnością kielkowania i masą kielków, wyliczono przedziały ufności i podzielono odmiany na trzy istotnie różniące się grupy: poniżej, powyżej i w zakresie dolnego i górnego przedziału ufności. Na bazie wyliczeń opracowano 9-stopniową skalę, w której stopień 9 — oznacza najbardziej pożądaną cechę, a stopień 1 — cechę najgorszą.

Współzależność między wymaganiami termicznymi w czasie przechowywania sadzeniaków a wskaźnikami procesów życiowych, określano na podstawie analizy korelacji i analizy regresji wielokrotnej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wpływ uwarunkowań genetycznych odmiany i temperatury przechowywania na długość fazy uśpienia sadzeniaków

Bezpośrednio po zbiorze bulwy ziemniaka w zasadzie nie kielkują, gdyż znajdują się w stanie fizjologicznego spoczynku i nawet w warunkach sprzyjających temu procesowi nie obserwuje się wzrostu kielków. Stan ten określany jest terminem spoczynku bezwzględnego. Następnym etapem (fazą) jest spoczynek względny, zwany w przechowywaniu uśpieniem, na długość którego duży wpływ wywierają warunki przechowywania, a przede wszystkim temperatura, która może go skracać lub wydłużać (Struik, Wiersema 1999; Martin 2002; Sowa-Niedziałkowska 2004; Reust i in., 2001).

W pracy przekazanej do druku (Sowa-Niedziałkowska, 2004) przedstawiono wieloletnie wyniki badań uwzględniające zmienność długości okresu uśpienia, minimalną temperaturę kielkowania, intensywność wzrostu kielków odmian jadalnych i przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego. W pracy tej główną uwagę zwrócono na wpływ warunków klimatycznych w czasie wzrostu i przechowywania na procesy życiowe, a także na stabilność odmian w latach badań. Natomiast w niniejszym opracowaniu zainteresowano się przede wszystkim wskaźnikami charakteryzującymi stan fizjologiczny bulw przeznaczonych do sadzenia.

Za koniec stadium uśpienia uznano termin, gdy 80% bulw wytworzyło kielki 3 mm długości (zgodnie z ustaleniami EAPR — Reust, 1986).

Znając termin zakończenia fazy uśpienia, wyliczono długość jej trwania, przyjmując 1 października za „datę zerową”. Wieloletnie obserwacje wykazały, że przed tą datą żadna z badanych odmian nie była skielkowana w 80% wg metody EAPR. Podobne spostrzeżenia poczyniła w swojej pracy Zarzyńska (2003).

Wyliczona w ten sposób długość uśpienia uzależniona była istotnie od odmiany i warunków przechowywania. W temperaturze 2°C długość fazy uśpienia w przypadku

badanych odmian wahała się od 30 do 220 dni, w 6°C od 20 do 190 dni, a w 10°C od 20 do 150 dni.

Na podstawie wyliczeń statystycznych możliwe było dokonanie podziału odmian na 3 istotnie różniące się grupy:

- odmiany o krótkim uśpieniu, u których liczba dni od „daty zerowej” wynosiła poniżej 90;
- odmiany o średniej długości uśpienia, u których liczba ta wahała się od 90 do 180 dni;
- odmiany o długim okresie uśpienia, powyżej 180 dni.

Według takiego podziału liczba odmian w poszczególnych grupach uzależniona była od temperatury przechowywania (tab. 2).

Tabela 2

Grupy odmian ziemniaka o różnej długości okresu uśpienia bulw, mierzonego liczbą dni od „daty zerowej” (01.10) do końca uśpienia, w zależności od temperatury przechowywania
Grouping of potato cultivars based on the number of days from „date 0” (01.10) to the end of dormancy in relation to storage temperature

Długość uśpienia Length of dormancy								
Krótki, poniżej 90 dni Short, below 90 days			Średni, 90–180 dni Medium, 90–180 days			Długi, powyżej 180 dni Long, above 180 days		
2°C	6°C	10°C	2°C	6°C	10°C	2°C	6°C	10°C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fregata	Ania	Ania	Ania	Anielka	Albina	Albina	Albina	
Koral	Aster	Aster	Aster	Arkadia	Baszta	Balbina	Oda	
Głada	Bila	Anielka	Anielka	Baszta	Bekas	Baszta		
Lawina	Bóbr	Arkadia	Arkadia	Balbina	Bogna	Jantar		
Lena	Darga	Bila	Bekas	Bekas	Bzura	Klepa		
	Dunajec	Bóbr	Bila	Bliza	Elba	Koga		
	Ekra	Balbina	Bliza	Bogna	Harpun	Muza		
	Fala	Bliza	Bogna	Bzura	Heban	Oda		
	Fauna	Ceza	Bóbr	Ceza	Ibis	Rybitwa		
	Fregata	Darga	Bzura	Drop	Irga	Vistula		
	Głada	Dunajec	Ceza	Elba	Kolia			
	Koral	Drop	Drop	Grot	Koga			
	Lawina	Ekra	Darga	Harpun	Kos			
	Lena	Fala	Dunajec	Heban	Lotos			
	Malwa	Fauna	Elba	Ibis	Muza			
	Maryna	Fregata	Ekra	Irga	Oda			
	Orlik	Głada	Fala	Jagna	Stobrawa			
	Perkoz	Grot	Fauna	Jagoda				
	Ruta	Jagna	Grot	Jantar				
		Jagoda	Harpun	Klepa				
		Jantar	Heban	Koga				
		Klepa	Ibis	Kolia				
		Koral	Irga	Kos				
		Lawina	Jagna	Lotos				
		Lena	Jagoda	Marta				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Malwa	Kolia	Muza				
		Marta	Kos	Olza				
		Maryna	Lotos	Orłan				
		Olza	Malwa	Rybitwa				
		Orlik	Marta	Sumak				
		Orłan	Maryna	Stobrawa				
		Perkoz	Olza	Triada				
		Ruta	Orłan	Vistula				
		Rybitwa	Orlik					
		Sumak	Perkoz					
		Triada	Ruta					
		Vistula	Sumak					
			Stobrawa					
			Triada					

I tak w najniższej temperaturze przechowywania 5 odmian charakteryzowało się krótkim okresem uśpienia, 39 odmian — średnim, a 10 odmian miało długie uśpienie. W temperaturze 6°C — 19 odmian odznaczało się krótkim uśpieniem, 33 — średnim i 2 — długim. W najwyższej temperaturze przechowywania 10°C, krótkie uśpienie stwierdzono u 37 odmian, średnie u 17 odmian i ani jednej odmiany o długim uśpieniu powyżej 180 dni.

Aby ułatwić porównanie odmian pod względem zakończenia długości uśpienia bulw w zależności od temperatury w czasie długotrwałego przechowywania, na bazie powyższego podziału odmian zaproponowano 9-stopniową skalę. Każdej grupie odmian przypisano po 3 punkty skali. Pierwsze 3 stopnie skali przydzielono grupie odmian o uśpieniu krótkim, zakończonym 1 — w październiku, 2 — w listopadzie i 3 — w grudniu. Następne 3 punkty (4, 5, 6) przypisano odmianom o uśpieniu średnim (zakończonym w styczniu, lutym i marcu) i ostatnie 3 punkty (7, 8, 9) odmianom o uśpieniu długim, przypadającym na kwiecień, maj i czerwiec.

Spośród wszystkich badanych odmian wyróżniają się odmiany: Lena, Fregata, Koral i Głada, które zakończyły swoje uśpienie najwcześniej i rozpoczęły proces kiełkowania już w październiku (tab. 3). Stąd też odmiany te uzyskały najniższą ocenę 1 w skali 9-stopniowej, zarówno w temperaturze 10°C jak i 6°C. Na wyróżnienie zasługują również odmiany Elba, Albina i Oda o najdłuższym okresie uśpienia, które przechowywane w temperaturze 10°C rozpoczęły proces kiełkowania dopiero w lutym i uzyskały ocenę 5. Wraz z obniżaniem temperatury przechowywania wydłużał się okres uśpienia bulw i tym samym wzrastały oceny zaproponowanej skali. Wydłużenie to uzależnione było również od uwarunkowań genetycznych odmiany. Jedynie w przypadku odmian Lena i Lawina ocena długości okresu uśpienia nie uległa zmianie pod wpływem warunków przechowywania. Odmiana Lena uzyskała ocenę 1 a odmiana Lawina ocenę 2, niezależnie od temperatury przechowywania.

Tabela 3

Długość okresu uśpienia bulw badanych odmian w skali 9° (średnie z 3 lat badań)
Dormancy period of potato cultivars on a scale of 1–9° (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania Storage temperature		
	10°C	6°C	2°C
Lena	1	1	1
Fregata, Koral	1	1	2
Głada	1	1	3
Lawina	2	2	2
Maryna	2	2	3
Darga, Dunajec	2	2	5
Fauna	2	2	6
Orlik, Bila	2	3	3
Aster	2	3	4
Olza, Bóbr, Ekra, Marta, Malwa	2	3	5
Ceza, Jagoda	2	3	6
Drop	2	4	5
Bliza, Orłan	2	4	6
Jantar	2	4	7
Balibna, Klepa	2	5	7
Bekas	3	3	4
Ania, Harpun	3	3	5
Arkadia, Fala	3	3	6
Perkoz, Ruta, Sumak, Heban, Lotos, Grot	3	4	6
Anielka, Triada, Vistula	3	4	7
Bzura, Kolia, Kos	3	5	6
Muza, Koga, Rybitwa	3	5	7
Jagna	4	5	5
Bogna, Ibis, Irga, Stobrawa	4	5	6
Baszta	4	6	7
Elba	5	5	6
Albina	5	7	8
Oda	5	7	8

1 — Zakończenie uśpienia w październiku; End of dormancy in October

1 — Bardzo krótki okres uśpienia; Very short dormancy period

9 — Zakończenie uśpienia w czerwcu; End of dormancy in June

9 — Bardzo długi okres uśpienia; Very long dormancy period

U pozostałych odmian wpływ temperatury przechowywania na stadium uśpienia przedstawiał się następująco (tab. 3):

- Odmiany o bardzo krótkim okresie uśpienia, które w temperaturze 10°C uzyskały ocenę 1, zareagowały wydłużeniem tego okresu tylko pod wpływem najniższej temperatury przechowywania: Fregata, Koral, Głada;
- W grupie odmian z oceną 2, obniżenie temperatury o 4°C (z 10° do 6°C) spowodowało wzrost maksymalnie o trzy punkty skali (do oceny 5) a dalsze obniżenie temperatury do 2°C wydłużało okres uśpienia do oceny 7. Do grupy tej należą: Maryna, Darga Dunajec, Fauna, Orlik, Bila, Aster, Olza, Bóbr, Ekra, Marta, Malwa, Ceza, Jagoda, Drop, Bliza, Orłan, Jantar, Balbina i Klepa;
- Odmiany, których okres uśpienia w temperaturze 10°C oceniono na 3 punkty skali, uzyskały przeciętnie wyższą notę o 2 stopnie w miarę obniżania temperatury

- przechowywania: Bekas, Ania, Harpun, Arkadia, Fala, Perkoz, Ruta, Sumak, Heban, Lotos, Grot, Anielka, Triada, Vistula, Bzura, Kolia, Kos, Muza, Koga i Rybitwa;
- U odmian o wydłużonym okresie uśpienia w 10°C z oceną 4 i 5, wraz z obniżaniem temperatury przechowywania następował wzrost oceny przeciętnie o 1–2 stopnie skali. Grupę tę reprezentowały następujące odmiany: Jagna, Bogna, Ibis, Irga, Stobrawa, Baszta i Elba;
 - Odmiany Albina i Oda charakteryzowały się najdłuższym stadium uśpienia, stąd też ich oceny niezależnie od temperatury przechowywania były najwyższe (5 w 10°C, 7 — w 6°C i 8 w 2°C).

Z praktycznego punktu widzenia, przesunięcie zakończenia uśpienia sadzeniaków odmian szybko kiełkujących na okres późniejszy pod wpływem niskiej temperatury przechowywania jest bardzo ważne, gdyż powoduje utrzymanie ich w bardziej pożądanym stanie fizjologicznym a intensywny wzrost kiełków odbywa się po posadzeniu, w środowisku glebowym.

Wpływ uwarunkowań genetycznych odmiany i temperatury przechowywania na intensywność kiełkowania

Intensywność kiełkowania określano dwoma parametrami: w milimetrach odnośnie kiełków najdłuższych na bulwie (średnio z 20 bulw i 3 lat badań) i w gramach z próby 10 kg po zakończeniu sezonu przechowalniczego. Ocena tych parametrów wykonywana była zawsze w pierwszej połowie kwietnia za wyjątkiem kombinacji przechowywanej w temperaturze 2°C, w której obserwacje wydłużono o jeden miesiąc. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji, pomiarów i wyliczeń statystycznych stwierdzono istotne zróżnicowanie w zależności od warunków przechowywania i odmiany. Przeciętna długość kiełków w temperaturze 2°C wynosiła 4,2 mm, w 6°C — 18,4 mm a w temperaturze 10°C — 53,7 mm (NIR = 5,9). Wyliczenia statystyczne umożliwiły także dokonania podziału odmian na trzy grupy istotnie zróżnicowane w zakresie intensywności kiełkowania (tab. 4). Grupę o mało intensywnym wzroście kiełków stanowią odmiany, których przeciętna długość kiełków nie przekroczyła 30 mm. W grupie o średnio intensywnym kiełkowaniu znalazły się odmiany o długości kiełków w granicach od 30 do 60 mm zaś w trzeciej grupie — odmiany o wymiarach kiełków ponad 60 mm.

Wszystkie odmiany, które przechowywane były w najniższej temperaturze 2°C miały mało intensywny wzrost kiełków (wahania od oczek rozbudzonych u odmiany Albina, Oda do 20 mm u odmiany Lena) (tab. 4).

W temperaturze 6°C intensywnym wzrostem kiełków charakteryzowała się tylko jedna odmiana Maryna, średnio intensywnym odmiany: Arkadia, Bekas, Głada, Harpun, Lena i Orlan, a mało intensywny wzrost kiełków poniżej 30 mm długości, stwierdzono u pozostałych 47 odmian.

W najwyższej temperaturze przechowywania 10°C, intensywne kiełkowanie stwierdzono u 19 odmian (wahania od 66 mm u odmiany Drop do 208 mm u odmiany Orlan), średnio intensywne u 12 odmian i mało intensywne poniżej 30 mm u 23 pozostałych odmian. Mało intensywny wzrost kiełków w tych warunkach przechowywania wykazały następujące odmiany: Baszta, Bliza, Bogna, Bzura, Ceza, Elba, Fregata, Fauna,

Harpun, Heban, Ibis, Jagna, Jagoda, Kolia, Kos, Lotos, Malwa, Marta, Muza, Oda, Olza, Perkoz i Stobrawa.

Tabela 4

**Podział odmian na grupy o różnej długości kielków w zależności od temperatury przechowywania —
średnie z 3 lat badań**
**Grouping of potato cultivars depending on the length of sprouts and storage temperature —
means for 3 years**

Wymiary najdłuższego kielka na bulwie w mm Length of the longest sprout on the tuber in mm								
Poniżej 30 mm — Below 30 mm			30–60 mm			Powyżej 60 mm — Above 60 mm		
2°	6°	10°	2°	6°	10°	2°	6°	10°
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Albina	Albina	Baszta	—	Akadia	Albina	—	Maryna	Anielka
Ania	Ania	Bliza		Bekas	Ania			Arkadia
Anielka	Anielka	Bogna		Glada	Bóbr			Aster
Arkadia	Aster	Bzura		Harpun	Darga			Balbina
Aster	Baszta	Ceza		Lena	Ekra			Bekas
Baszta	Balbina	Elba		Orłan	Grot			Bila
Balbina	Bila	Fregata			Irga			Drop
Bekas	Bliza	Fauna			Koral			Dunajec
Bila	Bogna	Harpun			Lawina			Fala
Bliza	Bóbr	Heban			Orlik			Glada
Bogna	Bzura	Ibis			Rybitwa			Jantar
Bóbr	Ceza	Jagna			Sumak			Klepa
Bzura	Darga	Jagoda						Koga
Ceza	Dunajec	Kolia						Lena
Darga	Drop	Kos						Maryna
Dunajec	Ekra	Lotos						Orłan
Drop	Elba	Malwa						Ruta
Ekra	Fala	Marta						Triada
Elba	Fauna	Muza						Vistula
Fala	Fregata	Oda						
Fauna	Grot	Olza						
Fregata	Heban	Perkoz						
Glada	Ibis	Stobrawa						
Grot	Irga							
Harpun	Jagoda							
Heban	Jagna							
Ibis	Jantar							
Irga	Klepa							
Jagoda	Koga							
Jagna	Kolia							
Jantar	Koral							
Klepa	Kos							
Koga	Lawina							
Kolia	Lotos							
Koral	Malwa							
Kos	Marta							
Lawina	Muza							
Lena	Oda							
Lotos	Olza							
Malwa	Orlik							

c.d. Tabela 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Marta	Perkoz							
Maryna	Ruta							
Muza	Rybitwa							
Oda	Stobrawa							
Olza	Sumak							
Orlik	Triada							
Orłan	Vistula							
Perkoz								
Ruta								
Rybitwa								
Stobrawa								
Sumak								
Triada								
Vistula								

Każdej wydzielonej grupie przydzielono po 3 punkty (podobnie jak przy długości uśpienia) i w tabeli 5 przedstawiono intensywność wzrostu kielków w skali 9-stopniowej. Ocenę 1 uzyskały odmiany, których przeciętna długość kielków w końcowym okresie przechowywania przekroczyła 80 mm, zaś ocenę 9 — o przeciętnej długości poniżej 10 mm. Największe zróżnicowanie w intensywności kiełkowania badanych odmian stwierdzono w najwyższej temperaturze przechowywania 10°C, w której niemal cała skala została wykorzystana do scharakteryzowania tej cechy, bo od 1 do 8. Najmniejsze zróżnicowanie w zakresie intensywności kiełkowania wystąpiło w temperaturze 2°C (ocena 8 i 9).

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 5, aż 13 odmian przechowywanych w warunkach najbardziej sprzyjających procesowi kiełkowania tzn. w temperaturze 10°C, uzyskało ocenę 1, a 8 odmian w tych samych warunkach wykazało mało intensywne kiełkowanie i otrzymało ocenę 8. Wraz z obniżaniem temperatury przechowywania, zmniejszało się tempo wzrostu kielków, w wyniku tego wzrastały punkty skali określające ten proces. Niska temperatura przechowywania ograniczała wzrost kielków nie tylko u odmian o krótkim okresie uśpienia (np. u odmiany Lena), lecz również skutecznie hamowała ten proces aż do pierwszej dekady maja u odmian o długim okresie uśpienia (np. Albina i Oda).

Drugim sposobem oceniającym intensywność kiełkowania była masa kielków określana w próbie 10 kg po zakończonym sezonie przechowalniczym w temperaturze 6°C i 10°C. W temperaturze 2°C kielki były zbyt krótkie (przeciętnie 4,2 mm), dlatego też nie określano ich masy. Masa kielków, podobnie jak inne określane parametry, zróżnicowana była istotnie w zależności od odmiany i temperatury przechowywania. Przeciętna masa kielków w temperaturze 6°C wynosiła 46,5 g, a w 10°C — 177,3 g (NIR = 18,8). Masa kielków w temperaturze 6°C wahała się od zera u odmian Albina, Bzura, Oda, Perkoz, Stobrawa do 160 g u odmiany Głada. Natomiast w temperaturze 10°C wahania te wynosiły od 10 g u odmian Albina i Oda do aż 710 g u odmiany Aster.

Tabela 5

**Wpływ badanych czynników na intensywność wzrostu elongacyjnego kiełków w skali 1–9
(średnie z 3 lat)**

Influence of the investigated factors on the length of sprouts on a 1–9 scale (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania — Storage temperature		
	10°C	6°C	2°C
Głada, Lena	1	5	8
Bekas	1	5	9
Arkadia, Orłan	1	6	9
Aster, Jantar, Ruta, Triada, Vistula	1	7	9
Anielka, Balbina, Klepa	1	8	9
Maryna	2	3	8
Bila	2	6	9
Koga	2	9	9
Dunajec	3	7	9
Drop	3	8	9
Lawina	4	8	9
Rybitwa	5	9	9
Fala, Korol, Sumak	6	7	9
Ania, Bóbr, Darga, Ekra, Irga, Orlik	6	8	9
Harpun	7	6	9
Bliza	7	7	9
Fregata, Grot, Ibis, Jagoda, Lotos, Malwa, Muza	7	8	9
Albina, Baszta, Bogna, Kolia, Kos, Oda, Perkoz	7	9	9
Elba, Jagna	8	8	9
Bzura, Ceza, Fauna, Heban, Marta, Olza, Stobrawa	8	9	9

1 — Intensywny wzrost kiełków — długość kiełków ponad 80 mm

1 — Fast growth of sprouts — above 80 mm in length

9 — Mało intensywny wzrost kiełków — długość kiełków poniżej 10 mm

9 — Slow growth of sprouts — below 10 mm in length

Zróznicowanie badanych odmian w zakresie masy wytwarzanych kiełków przedstawiono w tabeli 6. Na podstawie wyliczonego przedziału ufnosci wyodrębniono trzy grupy odmian o masie poniżej 150 g, w przedziale 150–300 g i powyżej 300 g. Jak wynika z informacji zawartych w tabeli 6, największe zróżnicowanie odmian wystąpiło w temperaturze 10°C. W tych warunkach przechowywania u 7 odmian (Anielka, Arkadia, Aster, Darga, Głada, Jagoda i Ruta) stwierdzono istotnie najwyższą masę kiełków powyżej 300 g, u 17 odmian — w przedziale od 150 do 300 g i aż u 30 odmian o masie kiełków poniżej 150 g. W temperaturze 6°C wszystkie odmiany (za wyjątkiem odmian Bekas i Głada) wytwarzały masę kiełków poniżej 150 g. W temperaturze 6°C nie było żadnej odmiany wytwarzającej masę kiełków powyżej 300 g.

Masę kiełków w zależności od badanych czynników przedstawiono również w skali 9-stopniowej (tab. 7). Ocena 1 wskazuje, że masa kiełków w próbie 10 kg wynosiła ponad 400 g, zaś ocena 9 określa masę kiełków poniżej 50 g. Zróznicowanie odmian, podobnie jak przy długości kiełków było największe w temperaturze 10°C, ponieważ wszystkie punkty skali (od 1 do 9) zostały wykorzystane w ocenie tego parametru. Odmiany Aster, Głada i Ruta charakteryzujące się intensywnym wzrostem elongacyjnym kiełków (z oceną 1) miały również największą masę. Nie była to jednak reguła, gdyż niektóre odmiany odznaczające się cienkimi kiełkami i mniej licznymi rozgałęzieniami, wytwarzały mniejszą masę kiełków jak np. odmiana Orłan. Obniżenie temperatury przechowywania do

poziomu 6°C spowodowało, że masa kielków różnicowana była w mniejszym zakresie, od oceny 6 u odmiany Głada i Bekas do oceny 9 w skali 9° u większości (33) badanych odmian.

Tabela 6

**Podział odmian na grupy o różnej masie kielków w zależności od temperatury przechowywania —
średnie z 3 lat badań**
**Grouping of potato cultivars depending on the mass of sprouts and storage temperature — means for 3
years**

Masa kielków Mass of sprouts					
poniżej 150 g below 150 g		150 — 300 g 150 — 300 g		powyżej 300 g above 300 g	
10°C	6°C	10°C	6°C	10°C	6°C
1	2	3	4	5	6
Albina	Albina	Ania	Bekas	Anielka	—
Baszta	Ania	Balbina	Głada	Arkadia	
Bogna	Anielka	Bekas		Aster	
Bóbr	Arkadia	Bila		Darga	
Bzura	Aster	Bliza		Głada	
Ceza	Baszta	Drop		Jagoda	
Elba	Balbina	Dunajec		Ruta	
Fala	Bila	Ekra			
Fauna	Bliza	Fregata			
Grot	Bogna	Jantar			
Harpun	Bóbr	Klepa			
Heban	Bzura	Kolia			
Ibis	Ceza	Lena			
Irga	Darga	Maryna			
Jagna	Dunajec	Orlan			
Koga	Drop	Triada			
Koral	Ekra	Vistula			
Kos	Elba				
Lawina	Fala				
Lotos	Fauna				
Malwa	Fregata				
Marta	Grot				
Muza	Harpun				
Oda	Heban				
Olza	Ibis				
Orlik	Irga				
Perkoz	Jagoda				
Rybitwa	Jagna				
Sumak	Jantar				
Stobrawa	Klepa				
	Koga				
	Kolia				
	Koral				
	Kos				
	Lawina				
	Lena				
	Lotos				
	Malwa				

c.d. Tabela 6

1	2	3	4	5	6
	Marta				
	Maryna				
	Muza				
	Oda				
	Olza				
	Orlik				
	Orłan				
	Perkoz				
	Ruta				
	Rybitwa				
	Stobrawa				
	Sumak				
	Triada				
	Vistula				

Tabela 7

**Masa kielków pod koniec sezonu przechowalniczego w zależności od badanych czynników w skali 9°
(średnie z 3 lat badań)**

Mass of sprouts depending on the tested factors on a 1–9 scale (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania Storage temperature	
	10°C	6°C
Głada	1	6
Aster	1	7
Ruta	1	8
Arkadia	2	8
Anielka	3	7
Jagoda, Darga	3	8
Bekas	4	6
Dunajec	4	7
Triada, Drop, Bila, Ekra	4	8
Fregata	4	9
Ania, Maryna,	5	7
Jantar, Lena, Vistula	5	8
Kolia	5	9
Orłan, Klepa	6	8
Balbina, Bliza	6	9
Koral, Malwa,	7	8
Ceza, Fauna, Fala, Irga, Harpun, Heban, Lotos, Marta, Muza, Orlik	7	9
Bzura, Bóbr, Grot, Jagna, Koga, Lawina, Olza, Perkoz, Sumak, Stobrawa	8	9
Albina, Baszta, Bogna, Elba, Ibis, Kos, Oda, Rybitwa	9	9

1 — Masa kielków powyżej 400 g; Mass of sprouts above 400 g

9 — Masa kielków poniżej 50 g; Mass of sprouts below 50 g

Współzależność między wymaganiami termicznymi w czasie przechowywania sadzeniaków a wybranymi wskaźnikami procesów życiowych

Badania nad stanem fizjologicznym sadzeniaków rozpoczęte zostały kilkanaście lat temu i w dalszym ciągu są kontynuowane. Powszechnie wiadomo, że warunki przechowywania sadzeniaków są jednym z ważniejszych czynników wpływających na rozwój i plonowanie roślin ziemniaka. O tym informują wyniki badań własnych jak

również prace innych autorów (van Loon, 1987; Bodlaender, Marinus, 1987; Struik, Wiersema, 1999). Autorzy ci donoszą, że warunki przechowywania sadzeniaków powinny być dostosowane do cech osobniczych odmiany a w szczególności do długości okresu spoczynku, intensywności kiełkowania i do zachowania jak najlepszego wigoru wzrostu roślin potomnych. Potwierdzają to również najnowsze wyniki badań innych autorów (Reust i in., 2002; Martin, 2002; Struik, 2002). W dotychczasowych pracach z tego zakresu, dotyczących polskich odmian ziemniaka, określono optymalne warunki przechowywania sadzeniaków oraz przedstawiono je w skali 1–9 (Sowa-Niedziałkowska, 2002). Ze względu jednak na pracochłonność tego typu doświadczeń, ciągle poszukuje się uniwersalnego miernika, za pomocą którego możliwe byłoby wyznaczenie optymalnych warunków przechowywania sadzeniaków każdej odmiany z pominięciem kosztownych badań polowych. Jak dotychczas nie znaleziono takiego uniwersalnego wskaźnika. W niniejszej pracy podjęto próbę ustalenia, czy pomiędzy wskaźnikami procesów życiowych zachodzących w przechowywanych bulwach (sadzeniakach), a ich wymaganiami termicznymi gwarantującymi uzyskanie najwyższych plonów, zachodzą istotne współzależności. Najbardziej właściwym wydaje się stosowanie opisu warunków, w jakich bulwy znajdowały się od zbioru do sadzenia, terminu zakończenia uśpienia i stanu ich kiełkowania.

Wyliczone współczynniki korelacji zawarte w tabeli 8, miały na celu dać odpowiedź na pytanie postawione we wstępie — czy możliwe jest na podstawie długości uśpienia, intensywności wzrostu kielków i ich masy, określić wymagania sadzeniaków nowych odmian ziemniaka odnośnie optymalnej temperatury przechowywania.

Tabela 8

Zależność między długością okresu uśpienia, intensywnością wzrostu elongacyjnego kielków i ich masą a optymalnymi warunkami przechowywania sadzeniaków (lata 1986–2001)
The relationship between a dormancy period, intensity of sprouting, mass of sprouts and optimal conditions of seed potato tubers storage(1986–2001)

Badana cecha Trait investigated	Współczynniki korelacji Correlation coefficient		
	2°C	6°C	10°C
Długość okresu uśpienia Dormancy period	0,1914	0,3904 ^{xx}	0,3856 ^{xx}
Intensywność wzrostu elongacyjnego kielków Intensity of sprouting	0,1704	0,3059 ^x	0,4124 ^{xx}
Masa kielków Mass of sprouts	0,0	-0,4711 ^{xx}	-0,5104 ^{xx}

^x — Istotne przy $P_{0,05}$; Significant at $P_{0,05}$

^{xx} — Istotne przy $P_{0,01}$; Significant at $P_{0,01}$

Wyliczenia statystyczne wskazują, że istnieje istotna zależność między wskaźnikami procesów życiowych określonych w temperaturze 6°C i 10°C a optymalnymi wymaganiami temperatury przechowywania sadzeniaków. Jednakże niezbyt wysokie wartości współczynników korelacji (pomimo istotności) nie są satysfakcjonujące. Na ich podstawie nie można stwierdzić jednoznacznie, że każda odmiana, która do osiągnięcia maksymalnego plonu, wymaga wyższej temperatury przechowywania sadzeniaków,

charakteryzuje się długim okresem uśpienia czy też mało intensywnym wzrostem kiełków. Dobrym przykładem jest odmiana Lena charakteryzująca się najkrótszym okresem uśpienia (ocena 1 w skali 9°) uzyskała ocenę 4, która nie jest najniższą oceną określającą optymalną temperaturę przechowywania sadzeniaków. Taki wynik świadczy o tym, że sadzeniaki odmiany Lena mimo krótkiego okresu spoczynku są tolerancyjne na temperaturę przechowywania aż do 6°C. Natomiast, optymalna temperatura przechowywania odmian: Anielka, Arkadia, Bogna, Ceza, Glada, Jagoda, Jantar, Koral, Ruta, Triada i Vistula nie powinna przekraczać 2°C.

Spośród uwzględnionych w badaniach wskaźników najwyższe współczynniki korelacji uzyskano przy określaniu współzależności wymagań termicznych w czasie przechowywania sadzeniaków z masą kiełków. Dotyczy to zarówno temperatury przechowywania w 6°C, jak i w 10°C. W temperaturze 2°C kiełki były zbyt krótkie, więc nie oznaczono ich masy.

Wyliczenia te sugerują, że odmiany wytwarzające dużą masę kiełków w czasie przechowywania wymagają niższej temperatury magazynowania sadzeniaków. Do tej grupy należą wyżej wymienione odmiany, których temperatura przechowywania nie powinna przekraczać 2°C. Im wyższa optymalna temperatura przechowywania sadzeniaków, tym masa kiełków wyrosłych w czasie przechowywania była mniejsza, tak jak w trzeciej grupie odmian (Albina, Bila, Bóbr, Ekra, Elba, Fala, Fauna, Harpun, Heban, Ibis, Irga, Koga, Lotos, Marta, Malwa, Oda, Orłan, Rybitwa).

Tabela 9

Istotność wpływu określanych cech na plonowanie odmian ziemniaka (lata 1986–2001)
Significance of the tested traits in yielding of different potato cultivars

Wymagania odmian Cultivar requirements	Długość uśpienia Dormancy period	Intensywność kiełkowania Intensity of sprouting	Masa kiełków Mass of sprouts	Stosunek korelacyjny Correlation ratio
I* — Niska temperatura przechowywania Low storage temperature	—	xx	xx	R = 0,47
II — Tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 6°C Tolerant to storage temperature up to 6°C	—	x	xx	R = 0,39
III — Tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 10°C High tolerant to storage temperature up to 10°C	xx	x	x	R = 0,56

— Brak istotności; Not significant

x Istotne przy $P_{0,05}$; Significant at $P_{0,05}$

xx Istotne przy $P_{0,01}$; Significant at $P_{0,01}$

I* — Arkadia, Anielka, Bogna, Ceza, Darga, Fregata, Glada, Jagoda, Jantar, Koral, Ruta, Triada, Vistula

II — Ania, Aster, Balbina, Baszta, Bekas, Bliza, Bzura, Drop, Dunajec, Grot, Jagna, Kolia, Kos, Klepa, Lawina, Lena, Maryna, Muza, Olza, Orlik, Perkoz, Sumak, Stobrawa

III — Albina, Bila, Bóbr, Ekra, Elba, Fala, Fauna, Harpun, Heban, Ibis, Irga, Koga, Lotos, Malwa, Marta, Oda, Orłan, Rybitwa

Przy rozpatrywaniu jednoczesnego wpływu określanych parametrów fizjologicznych (długość okresu uśpienia bulw, wymiary kielka najdłuższego na bulwie, masa kielków) na plonowanie odmian o zróżnicowanych wymaganiach termicznych w czasie przechowywania, zastosowano analizę regresji wielokrotnej. Zestawienie informacji o istotności wpływu tych parametrów zawiera tabela 9.

Przy analizowaniu trzech zmiennych towarzyszących określanych parametrów na plonowanie, zauważa się największy wpływ masy kielków i ich długości, a mniejszy terminu zakończenia uśpienia. Dotyczy to zwłaszcza odmian I i II grupy. Długość fazy uśpienia miała istotne oddziaływanie tylko w trzeciej grupie odmian tolerancyjnej na temperaturę przechowywania sadzeniaków w zakresie 2°C–10°C.

PODSUMOWANIE

W oparciu o uzyskane wyniki i wyliczenia statystyczne stwierdza się, że metoda określania wymagań nowych odmian ziemniaka pod względem optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków na podstawie wskaźników fizjologicznych zachodzących w tym czasie nie jest zadawalająca i skłania do dalszych poszukiwań bardziej precyzyjnych. Mimo, że uzyskane współczynniki korelacji i regresji nie są wysokie (ale istotne) to wykazano, że intensywność wzrostu kielków i ich masa mogą być dobrym wskaźnikiem dla odmian wymagających niskiej temperatury przechowywania (I grupa). Dla drugiej grupy odmian tolerancyjnych do temperatury 6°C, najlepszym wskaźnikiem okazała się być masa kielków. Jedynie dla odmian tolerancyjnych na przechowywanie sadzeniaków w zakresie 2°C–10°C, długość okresu uśpienia może mieć największe znaczenie.

LITERATURA

- Allen E. J., O'Brien P. J., Firmon D. 1992. Seed tuber production and management. In: The potato crop. Ed. by Harris P. Chapman and Hall. London. Second ed.: 248 — 288.
- Bodlaender K. B. A., Marinus J. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 3 Effect on plant growth under controlled conditions. *Potato Res.* 30: 423 — 440.
- Ittersum M. K., van Scholte K., 1992. Shortening dormancy of seed potatoes by storage temperature regimes. *Potato Res.* 35: 389 — 401.
- Loon van C. D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 4. Influence of storage period and storage temperature on growth and yield in the field. *Potato Res.* 3: 441 — 450.
- Martin M. 2002. The use of different storage techniques to control the compartment of potato tubers. Abstr. of 15th Trien. Conf. of EAPR, Hamburg, Germany: 159.
- Reust W. 1986. Physiological age of potato. Definitions of terms. EAPR working group. *Potato Res.* 29: 268 — 271.
- Reust W., Winiger F. A., Hebeisen T., Dutoit J. P. 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. *Potato Res.* 44: 11 — 17.
- Rykaczewska K. 1993. Znaczenie wieku fizjologicznego sadzeniaków w rozwoju i plonowaniu ziemniaka. W: Znaczenie jakości materiału siewnego w produkcji roślinnej. Mat. Konf. Nauk. SGGW Warszawa: 260 — 266.

- Sowa-Niedziałkowska G. 1990. Wpływ zróżnicowanej temperatury przechowywania sadzeniaków na wschody, liczbę pędów i plonowanie odmian ziemniaka Bóbr, Fala, Fauna i Perkoz. *Biul. Inst. Ziemn.* 40: 51 — 60.
- Sowa-Niedziałkowska G. 1993. Wpływ zróżnicowanej temperatury przechowywania sadzeniaków na wschody, liczbę pędów i plonowanie ziemniaka. Cz. II. Odmiany: Bliza, Bogna, Bzura, Ruta i Stobrawa. *Biul. Inst. Ziemn.* 42: 77 — 86.
- Sowa-Niedziałkowska G. 1997. Oddziaływanie zróżnicowanej temperatury przechowywania sadzeniaków na rozwój i plonowanie nowych odmian ziemniaka. *Mat. Konf. „Nasiennictwo ziemniaka”*. Bonin: 26 — 27.
- Sowa-Niedziałkowska G. 1999. Wpływ następczy przechowywania sadzeniaków w wysokiej temperaturze na rozwój i plonowanie roślin ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 469 Cz. I: 159 — 163.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Oddziaływanie warunków przechowywania sadzeniaków na wzrost i plonowanie odmian jadalnych ziemniaka. *Biul. IHAR* 213: 217 — 223.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. *Biul. IHAR* 223/224: 361 — 368.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004. Wpływ odmiany ziemniaka i warunków przechowywania bulw na długość okresu uśpienia i intensywność kiełkowania. *Biul. IHAR* 232: 23 — 36.
- Struik P. C., Wiersema S. G. 1999. Control and manipulation of physiological seed tuber quality. In: *Seed potato technology*. Wageningen Pers. The Netherlands: 97 — 131.
- Struik P. C. 2002. Developments in research on physiological age of seed tubers. *Abstracts of 15th Trien. Conf. of the EAPR*. Hamburg, Germany: 32.
- Zarzyńska K. 2003. Dziewięciostopniowa skala określania długości okresu spoczynku bulw różnych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 228: 215 — 223.

GENOWEFA SOWA-NIEDZIAŁKOWSKA

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Jadwisin

Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania Część II. Wpływ następczy warunków przechowywania sadzeniaków na wzrost i rozwój roślin potomnych

**The indicators of physiological processes in seed potato tubers during long-term
storage**

**Part II: Residual effect of conditions of seed tubers storage on growth and
development of progeny plants**

Na podstawie badań przeprowadzonych w latach 1986–2001 w Oddziale Naukowo-Badawczym IHAR w Jadwisinie określono wpływ warunków przechowywania sadzeniaków na wzrost i rozwój roślin potomnych. Badaniami objęto 54 odmiany ziemniaka, których sadzeniaki przechowywano wcześniej w temperaturze 2°, 6° i 10°C przy wilgotności względnej powietrza ponad 90%. Oceniano tempo wschodów roślin, obsadę roślin oraz liczbę pędów głównych w roślinie. Stwierdzono, iż temperatura przechowywania w sposób istotny wpływa na obsadę roślin. Wykazano istotną zależność między miejscami pustymi na poletku, liczbą pędów a optymalną temperaturą przechowywania sadzeniaków poszczególnych odmian. Miejsca puste na plantacji mogą być dobrym wskaźnikiem w określaniu wymagań termicznych odmian co do temperatury przechowywania sadzeniaków. Dotyczy to szczególnie odmian o krótkim okresie uśpienia i intensywnym wzroście kielków.

Słowa kluczowe: jakość fizjologiczna sadzeniaków, odmiana, rozwój roślin, temperatura przechowywania, wschody, ziemniak

Influence of temperature during storage of seed potato tubers on growth and development of progeny plants was evaluated in the years 1986–2001 at the Plant Breeding and Acclimatization Institute, Department Jadwisin. Altogether, 54 potato cultivars were tested. Prior to planting, seed potatoes of these cultivars were stored in a store-house at 2°, 6° and 10°C, and at RH above 90%. During the vegetation seasons, rate of plants emergence, percentage of missing plants and a number of stems per plant were estimated. It was found that storage conditions largely influenced the physiological state of mother tubers. With decreasing temperature the percentage of blanks in the field increased. All

the trials showed that the proportion of missing plants was a very important measure to evaluate physiological quality of seed tubers. Moreover, in the case of cultivars showing a very high rate of physiological ageing during long-term storage, the proportion of missing plants in plantation was significantly correlated with optimal storage temperature.

Key words: cultivars, emergence, physiological quality of seed tubers, plant development, potato, storage

WSTĘP

W pierwszej części pracy (Sowa-Niedziałkowska, 2004) dużo miejsca poświęcono procesom fizjologicznym zachodzącym w bulwach ziemniaka pod wpływem zróżnicowanych warunków termicznych w czasie długotrwałego przechowywania. Udowodniono, że warunki przechowywania modyfikują stan fizjologiczny sadzeńki zależnie od odmiany. Stąd też warunki przechowywania sadzeńki powinny być zróżnicowane i dostosowane do uwarunkowań genetycznych odmiany. Wykazano również, że najbardziej przydatnym wskaźnikiem do określania optymalnej temperatury przechowywania sadzeńki może być masa kielków określana po długotrwałym przechowywaniu.

Z uwagi na to, że w I części pracy (Sowa-Niedziałkowska, 2004) oceniane wskaźniki (długość uśpienia, intensywność kiełkowania) nie okazały się najlepszą metodą określania optymalnej temperatury składowania sadzeńki, badania poszerzono o doświadczenia polowe. W tym celu przeprowadzono kompleksowe badania nad następczym wpływem zróżnicowanej temperatury przechowywania sadzeńki na wigor wzrostu i cechy rozwoju roślin, aby sprecyzować, która z tych cech może być lepszym wskaźnikiem, określającym wymagania termiczne odmiany w długotrwałym magazynowaniu.

Jednym z czynników wpływających na wigor wzrostu roślin jest stan fizjologiczny sadzeńki, który zależy od środowiska w okresie wegetacji a przede wszystkim od warunków przechowywania (van der Zaag, van Loon, 1987; Sowa-Niedziałkowska, 1993, 2000; Struik, Wiersema, 1999; Reust, 2001). Wyniki badań tych autorów wskazują, że sadzeńki różnych odmian ziemniaka przechowywane w tych samych warunkach charakteryzują się zróżnicowanym stanem fizjologicznym. Reust i wsp. (2001) stwierdzili również dużą zmienność odmianową w zakresie wigoru wzrostu roślin, gdy sadzeńki przechowywane były w tych samych warunkach. Autorzy ci sugerują, że określenie fizjologicznego wigoru wzrostu roślin w doświadczeniach polowych, powinno być głównym zadaniem przy wyborze optymalnych warunków przechowywania bulw ziemnych. Potwierdzają to również wyniki badań własnych (Sowa-Niedziałkowska, 2000). Utrata wigoru, czy też drastyczny brak wschodów jest wskaźnikiem świadczącym o nieodpowiednim stanie fizjologicznym sadzeńki, za co główną odpowiedzialność ponoszą złe warunki ich przechowywania. Każdy producent powinien dążyć do zapewnienia optymalnego fizjologicznego wigoru sadzeńki, gwarantującego prawidłowy wzrost i wysoką plonotwórczość roślin. Dlatego też potrzebne są szczegółowe informacje o fizjologicznych zmianach w czasie przechowywania w zróżnicowanych warunkach, aby możliwe było wskazanie optymalnych warunków i określenie, który z parametrów rozwojowych roślin ma największy wpływ na plonowanie. Stąd też w pracy

przeanalizowano oddziaływanie następczego wpływu warunków przechowywania sadzeniaków licznej grupy odmian ziemniaka na późniejszy wzrost i rozwój roślin potomnych w doświadczeniu polowym.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w Jadwisinie w latach 1986–2001. W cyklach trzyletnich przebadano łącznie 54 odmiany ziemniaka w 13 seriach. Wykaz wszystkich odmian podano w części I (tab. 1, Sowa-Niedziałkowska, 2004). Stan fizjologiczny sadzeniaków modyfikowany był zróżnicowaną temperaturą przechowywania. Sadzeniaki badanych odmian magazynowano w przechowalni od początku października aż do sadzenia, tj. do początku trzeciej dekady kwietnia w temperaturze 2°, 6°, 10°C i wilgotności względnej powietrza powyżej 90%. Zdrowe, wyrównane i bez kiełków bulwy wysadzano corocznie w doświadczeniu polowym w układzie bloków losowanych po 40 roślin na poletku w trzech powtórzeniach. W okresie wegetacji określano: tempo wschodów, obsadę roślin oraz liczbę pędów głównych przypadających na jedną roślinę.

Warunki meteorologiczne w latach badań przedstawiono w tabeli 1. Tabela zawiera średnie temperatury powietrza i sumy opadów w głównych miesiącach wegetacji roślin ziemniaka (maj — wrzesień). Temperatura powietrza a przede wszystkim rozkład i ilość opadów były zróżnicowane w latach badań. Ze względu na podwyższone temperatury powietrza i opady znacznie poniżej normy optymalnych wymagań roślin ziemniaka, lata 1992 i 1999 uznano za niekorzystne.

W pracy uwzględniono odmiany, które na podstawie wcześniejszych opracowań (Sowa-Niedziałkowska, 2002), podzielono na trzy grupy o zróżnicowanej reakcji na warunki przechowywania (tab. 2). Powyższy podział odmian na grupy o zróżnicowanych wymaganiach termicznych w czasie przechowywania sadzeniaków, uwzględniony został w opracowaniu uzyskanych wyników i w wyliczeniach statystycznych.

Istotności zróżnicowania wpływu badanych czynników na analizowane parametry określano przy zastosowaniu testu F "Snedecora" dla modelu stałego. Celem wyznaczenia F obliczeniowego stosowano analizę wariancji. Czynnikiem pierwszym były odmiany, drugim warunki przechowywania a powtórzeniami lata badań. Przy obliczaniu najmniejszej udowodnionej różnicy zastosowano test t "Studenta". Zależność między temperaturą przechowywania sadzeniaków badanych grup odmian a cechami rozwojowymi roślin potomnych określano na podstawie analizy korelacji.

Przy analizowaniu jednoczesnego wpływu miejsc pustych na poletku i liczby łodyg w roślinie na plonowanie, zastosowano regresję wielokrotną. Oznaczone parametry rozwojowe były zmiennymi towarzyszącymi a plonowanie zmienną zależną.

Tabela 1

Opady i temperatura powietrza w latach badań (miesiące V–IX)
Rainfall and air temperature in the years of study (months V–IX)

Miesiące Months	Rok Year																Średnia wielolecia Many-year average
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
	Temperatura °C Temperature °C																
V	14,7	12,2	15,1	14,2	13,8	10,6	13,9	16,6	12,4	12,8	15,1	13,6	14,8	12,9	14,7	13,8	13,8
VI	16,5	15,7	17,1	15,8	17,2	15,6	18,0	15,6	15,9	17,4	16,8	17,0	17,7	18,6	17,2	14,5	16,6
VII	18,0	17,9	19,4	18,6	17,0	19,2	20,0	16,9	21,7	20,1	16,1	17,9	17,9	21,2	16,1	20,2	18,3
VIII	17,4	15,2	17,2	17,7	17,4	18,3	21,2	16,6	18,3	18,5	18,7	19,2	16,4	18,1	17,7	18,9	17,8
IX	10,8	12,5	13,7	14,2	11,1	14,0	12,5	11,8	14,7	13,3	10,5	13,1	13,3	16,1	10,9	11,5	13,0
Średnia Mean	15,5	14,7	16,5	16,1	15,3	15,5	17,1	15,5	16,6	16,4	15,4	16,2	16,0	17,4	15,3	15,8	
Opady w mm Rainfall in mm																	
V	86,5	65,0	37,1	33,7	31,2	38,8	22,7	26,3	68,0	35,4	54,6	41,3	54,9	58,4	35,6	57,1	50,7
VI	55,3	110,4	76,9	149,4	42,3	56,1	58,5	41,4	9,5	89,7	67,0	38,6	195,3	170,9	21,1	68,3	80,6
VII	52,5	55,4	41,0	50,7	62,3	57,0	51,2	70,6	42,5	66,7	76,2	229,0	64,2	29,6	94,8	103,5	75,4
VIII	84,9	61,6	79,6	45,5	60,3	38,0	32,9	80,9	55,6	64,7	31,5	16,9	58,8	8,8	40,3	33,8	61,7
IX	55,6	36,5	16,2	7,9	78,5	34,5	95,5	78,5	87,0	145,4	65,5	31,8	3,8	18,9	40,1	74,9	52,0
Suma Total	334,8	328,9	250,8	287,2	274,6	224,4	260,8	297,7	262,6	401,9	294,8	357,6	377,0	286,6	231,9	337,7	

Tabela 2

Optymalna temperatura przechowywania sadzeńników badanych odmian (Sowa-Niedziałkowska, 2002)
Optimal storage temperature for seed potato tubers of tested cultivars (Sowa-Niedziałkowska, 2002)

Grupa odmian Group of cultivars	Skala Scale	Odmiany Cultivars
I*	1	Fregata
	2	Arkadia, Bogna, Ceza, Darga, Głada, Jagoda, Jantar, Koral, Ruta, Triada, Vistula
	3	Anielka
II	4	Balbina, Bekas, Bliza, Drop, Dunajec, Lena,
	5	Ania, Aster, Baszta, Grot, Klepa, Maryna, Sumak
	6	Bzura, Jagna, Kolja, Kos, Lawina, Muza, Olza, Orlik, Perkoz, Stobrawa
III	7	Bila, Bóbr, Ekra, Elba, Fauna, Heban, Ibis, Koga, Orlan,
	8	Albina, Fala, Harpun, Lotos, Marta, Malwa, Rybitwa,
	9	Oda

*I — skala 1–3 Odmiany wymagające najniższej temperatury przechowywania sadzeńników (2°C); Scale 1–3. The cultivars requiring the lowest temperature (2°C) of seed tubers storage

II — skala 4–6 Odmiany tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 6°C; Scale 4–6. The cultivars tolerant to storage temperature up to 6°C

III — skala 7–9 Odmiany o tolerancji na temperaturę przechowywania w zakresie 2°–10°C; Scale 7–9. The cultivars showing high tolerance to storage temperature in the range 2°–10°C

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji polowych stwierdzono, że liczba dni od posadzenia do początku wschodów roślin nie była istotnie zróżnicowana w I i II grupie odmian od stanu fizjologicznego sadzeńników modyfikowanego temperaturą przechowywania (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ temperatury przechowywania sadzeńników na wschody roślin (średnie z 3 lat badań)
The influence of storage temperature of seed tubers on plant emergence (means from 3 years)

Grupa odmian Group of cultivars	Temperatura przechowywania sadzeńników w °C Temperature of seed tubers storage (°C)			NIR — LSD $\alpha < 0,05$
	2°	6°	10°	
	Liczba dni od posadzenia do początku wschodów Number of days from planting to the beginning of emergence			
I*	28,0	27,9	28,1	r.n.
II	26,4	26,0	25,8	r.n.
III	29,1	27,7	28,0	0,5
Liczba dni od początku do końca wschodów Number of days from the beginning to the end of emergence				
I	22,5	22,4	22,5	r.n.
II	20,5	21,2	23,2	1,1
III	20,7	20,8	22,9	1,0

r.n. — Różnice nieistotne; Differences not significant

* I, II, III — Oznaczenie jak w tabeli 2; Explanation as in Table 2

Sadzeńniki tych grup odmian niezależnie od temperatury przechowywania rozpoczęły wschody prawie w tym samym czasie. O małym wpływie stanu fizjologicznego sadzeńników, zróżnicowanego temperaturą przechowywania na liczbę dni od posadzenia do początku wschodów donoszą również w swoich badaniach De Weerd i Thornton

(1990). Stwierdzono natomiast nieznaczne, ale istotne opóźnienie początku wschodów w grupie III odmian (tolerancyjnej na temperaturę przechowywania do 10°C) pod wpływem przechowywania sadzeń w niskiej temperaturze (2°C). Wydaje się, że zachowanie takie można wyjaśnić uwarunkowaniami genetycznymi odmiany odnośnie zakończenia fazy uśpienia bulw. U większości odmian grupy III zakończenie fazy uśpienia sadzeń przechowywanych w temperaturze 2°C wystąpiło w końcowym etapie magazynowania a u niektórych odmian (Albina, Oda) dopiero w maju. Stąd być może nie było jeszcze pełnej gotowości do wzrostu po posadzeniu i wystąpiło nieznaczne opóźnienie wschodów. Natomiast u odmian o krótszym okresie uśpienia, sadzeńki wykazujące wcześniejszą gotowość do wzrostu, wschodziły prawie w tym samym terminie.

Ponadto dowiedziono, że niezależnie od grupy odmian, czas trwania wschodów, czyli liczba dni od początku do końca wschodów sadzeńki przechowywanych w temperaturze 10°C była wydłużona, lecz wydłużenie to nie było zbyt duże i nie zawsze statystycznie udowodnione. Zatem obserwacje fazy wschodów nie mogą być pomocne w określaniu optymalnej temperatury przechowywania nowych odmian ziemniaka.

W końcowej fazie wschodów określano obsadę roślin na poletku w zależności od badanych czynników. Uzyskane wyniki z obserwacji polowych przedstawiono w tabelach 4, 5 i 6.

Tabela 4

**Wpływ temperatury przechowywania sadzeńki na procent miejsc pustych — I grupa odmian
(średnie z 3 lat badań)**

**The influence of temperature of seed potato tubers storage on emergence — Ist group of cultivars —
missing plants in % (means for 3 years)**

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Anielka	3,9	2,5	40,3
Arkadia	5,0	2,0	11,7
Bogna	2,6	5,4	11,7
Ceza	2,5	1,8	7,9
Darga	2,5	5,4	5,6
Fregata	4,5	3,3	17,2
Głada	2,8	1,7	23,9
Jagoda	2,5	6,4	9,8
Jantar	12,9	18,3	48,3
Koral	3,3	8,8	11,9
Ruta	0,5	1,5	3,4
Triada	4,2	2,5	10,3
Vistula	7,2	4,4	16,9
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,2	4,9	16,8
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		3,5	

Zróznicowany stan fizjologiczny bulw matecznych wpłynął istotnie na obsadę roślin, jednakże w dużym stopniu uwidoczniła się indywidualna reakcja odmian na warunki przechowywania. Generalnie sadzeńki przechowywane w optymalnych warunkach dla danej odmiany charakteryzowały się dobrymi wschodami, zaś w nieodpowiednich —

istotnym wzrostem miejsc pustych. Stwierdzono, że wysoka temperatura przechowywania (10°C) sadzeniaków odmian wymagających niskiej temperatury 2°C pogarszała istotnie obsadę roślin (tab. 4). Miejsca puste w tej kombinacji wahały się od 3,4% u odmiany Ruta do aż ponad 40% u odmian Anielka i Jantar. Powodem tak dużych braków roślin u tych odmian było gnicie bulw, przyspieszone wysoką temperaturą przechowywania. U innych odmian np. Głada, Fregata zaobserwowano, że brak zdolności do wzrostu roślin spowodowany był bulwami „kamiennymi” i sporadycznym tworzeniem „młodych bulwek” tuż przy bulwie matecznej, co jest typowym objawem starości fizjologicznej sadzeniaka, wywołanym zbyt wysoką temperaturą przechowywania (Roztropowicz, 1985; van Loon, 1987; Sowa-Niedziałkowska, 1993; Sruik, Wiersema, 1999). Odmiany grupy II wykazały podobne zachowania. Stwierdzono również wzrost miejsc pustych, gdy sadzeniaki magazynowane były w temperaturze 10°C, lecz wzrost ten był prawie trzykrotnie niższy niż w I grupie odmian i wahał się od zera u odmiany Jagna do ponad 20% u odmian Balbina, Klepa i Olza (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ temperatury przechowywania sadzeniaków na procent miejsc pustych — II grupa odmian
(średnie z 3 lat badań)

The influence of temperature of seed potato tubers storage on emergence — 2nd group of cultivars — missing plants in % (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Ania	3,6	3,1	4,7
Aster	0,5	2,0	1,3
Balbina	10,3	5,3	24,7
Baszta	4,7	4,2	4,2
Bekas	1,4	1,1	5,0
Bliza	4,2	3,0	5,4
Bzura	0,8	3,5	1,6
Drop	1,5	1,1	2,2
Dunajec	1,9	2,2	8,3
Grot	1,1	0	3,6
Jagna	0,7	2,1	0
Klepa	7,2	5,6	28,0
Kolia	0,4	1,9	0,4
Kos	2,1	1,7	1,3
Lawina	2,6	0,4	1,6
Lena	2,9	0,6	5,2
Maryna	5,3	5,0	6,4
Muza	4,4	1,9	2,1
Olza	7,9	13,4	21,7
Orlik	0,5	0,6	0,8
Perkoz	0,8	1,4	1,9
Stobrawa	1,0	1,8	3,3
Sumak	0,8	1,9	1,6
Średnia dla przechowywania Mean for storage	2,9	2,8	5,9
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		1,4	

Obsada roślin III grupy odmian nie była istotnie zróżnicowana pod następczym wpływem warunków przechowywania sadzeniaków (tab. 6). Odmiany grupy III tolerancyjne na temperaturę przechowywania, z uwarunkowań genetycznych charakteryzowały się wydłużonym okresem uśpienia bulw i mało intensywnym wzrostem kiełków, stąd też temperatura w badanym zakresie (2°–10°C) nie różnicowała istotnie obsady roślin. Ponadto stwierdzono, że u odmiany Oda o najdłuższym okresie uśpienia, sadzeniaki młodsze fizjologicznie (przechowywane w 2°C) wschodziły gorzej (15,8% miejsc pustych) niż starsze fizjologicznie (6,7% miejsc pustych).

Tabela 6

Wpływ temperatury przechowywania sadzeniaków na procent miejsc pustych — III grupa odmian (średnie z 3 lat badań)

The influence of temperature of seed potato tubers on emergence storage — 3rd groups of cultivars — missing plants in % (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Albina	1,7	0,6	0,8
Bila	2,5	3,1	1,1
Bóbr	3,2	4,0	9,8
Ekra	0,7	0,2	5,7
Elba	3,5	3,1	2,4
Fala	5,7	1,9	2,9
Fauna	3,9	3,5	4,7
Harpun	3,9	2,2	2,8
Heban	1,7	0,5	1,1
Ibis	11,7	13,2	10,3
Irga	1,1	2,0	1,9
Koga	3,3	2,1	8,4
Lotos	1,1	2,2	0,8
Malwa	2,6	1,1	2,5
Marta	4,4	3,2	8,0
Oda	15,8	8,1	6,7
Orłan	9,7	5,5	13,4
Rybitwa	7,8	5,8	13,4
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,7	3,5	5,4
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		r.n. *	

* Różnica nieistotna przy poziomie $\alpha < 0,05$; Not significant at $\alpha < 0,05$

Przedstawione wyniki w pracy, jak również innych autorów (Reust i in., 2001) dowodzą, że obsada roślin wskazuje, czy dana odmiana jest wrażliwa na przechowywanie sadzeniaków w podwyższonej temperaturze. Dlatego też uwzględnienie w pracach badawczych zróżnicowanych temperatur przechowywania, stwarza możliwości wyboru optymalnych warunków magazynowania sadzeniaków. Potwierdzają to również wyniki badań Struika i Wiersemy (1999).

Temperatura przechowywania sadzeniaków wywarła również istotny wpływ na liczbę pędów głównych w roślinie, ale tylko w I i II grupie odmian (tab. 7 i 8). Podobnie jak w przypadku innych parametrów, wpływ ten był największy w I grupie odmian (tab. 7).

Tabela 7

Liczba pędów głównych w roślinie w zależności od wymagań termicznych sadzeniaków w czasie przechowywania — I grupa odmian (średnie z 3 lat badań)
A number of stems per plant depending on temperature requirements during storage of seed potato tubers — Ist group of cultivars (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Anielka	3,4	3,2	3,2
Arkadia	4,1	4,0	3,1
Bogna	5,0	4,8	4,3
Ceza	5,0	5,0	4,7
Darga	4,4	4,5	3,7
Fregata	4,7	4,3	3,3
Głada	4,4	4,2	2,9
Jagoda	3,5	3,4	3,4
Jantar	3,0	2,7	2,3
Koral	5,3	5,5	4,8
Ruta	6,3	5,4	6,4
Triada	3,5	3,3	2,9
Vistula	3,6	3,8	3,5
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,3	4,2	3,7
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		0,2	

Wraz ze wzrostem temperatury przechowywania, następowało istotne obniżenie liczby pędów z 4,3 w 2°C do 3,7 w 10°C. Odmiana Głada wykazała największą wrażliwość, gdyż liczba pędów głównych w roślinie wahała się od 4,4 w 2°C i sukcesywnie zmniejszała się do 2,9 w temperaturze 10°C. W II grupie odmian stwierdzono także istotne obniżenie liczby pędów głównych, ale tylko u roślin wyrosłych z sadzeniaków przechowywanych w temperaturze 10°C (tab. 8). W III grupie odmian liczba pędów, podobnie jak obsada roślin, nie była istotnie zróżnicowana pod następczym wpływem warunków przechowywania sadzeniaków (tab. 9). Spośród wszystkich odmian w tej grupie, wyróżnia się odmiana Oda (podobnie jak przy określaniu miejsc pustych), która wykazała odwrotną zależność — najmniejszą liczbę łodyg miały rośliny wyrosłe z sadzeniaków przechowywanych w temperaturze 2°C.

Aby stwierdzić, który z ocenianych parametrów w doświadczeniu polowym może być pomocny w określaniu optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków, wyliczono współczynniki korelacji określające zależność między temperaturą przechowywania sadzeniaków badanych odmian o różnych wymaganiach termicznych a procentem miejsc pustych i liczbą pędów głównych w roślinie (tab. 10). Wyliczenia te wykonano oddzielnie dla każdej grupy odmian. Stwierdzono, iż odmiany należące do I grupy, wymagające najniższej temperatury przechowywania sadzeniaków (2°C) wykazały istotną zależność między wymaganiami termicznymi a procentem miejsc pustych. Podobną zależność stwierdzono w przypadku II grupy odmian, ale przy znacznie niższym współczynniku korelacji. Natomiast w grupie III odmian nie udowodniono istotnej korelacji między powyższymi parametrami.

Tabela 8

Liczba pędów głównych w roślinie w zależności od wymagań termicznych sadzeniaków w czasie przechowywania II — grupa odmian (średnie z 3 lat badań)
A number of stems per plant depending on temperature requirements during storage of seed potato tubers — 2nd group cultivars (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Ania	4,6	3,7	3,7
Aster	5,9	5,0	3,9
Balbina	3,3	3,1	2,6
Baszta	3,6	3,4	2,5
Bekas	3,8	3,9	3,3
Bliza	4,0	4,3	4,4
Bzura	4,0	4,5	4,6
Drop	4,3	4,1	4,2
Dunajec	3,7	3,9	3,0
Grot	2,8	3,0	3,2
Jagna	4,1	4,7	4,1
Klepa	4,7	4,3	4,0
Kolia	5,9	5,1	4,7
Kos	3,3	3,0	3,1
Lawina	3,9	4,1	4,0
Lena	4,6	4,5	3,8
Maryna	3,4	3,2	2,7
Muza	2,7	2,4	2,4
Olza	3,7	4,0	4,3
Orlik	5,3	4,9	4,1
Perkoz	6,0	5,9	6,5
Stobrawa	5,4	5,7	5,1
Sumak	3,3	3,1	2,9
Średnia dla przechowywania Mean for storage	4,2	4,1	3,8
NIR — LSD $\alpha < 0,05$		0,2	

Świadczy to o tym, że w przypadku odmian I grupy wymagającej niskiej temperatury przechowywania jak i odmian II grupy wrażliwych na temperaturę powyżej 6°C, wzrost temperatury ponad optymalną pociąga za sobą osłabienie zdolności do normalnego kiełkowania i rozwoju roślin oraz prowadzi do drastycznego wzrostu miejsc pustych. Można zatem przypuszczać, że dla tak reagujących odmian brak wschodów roślin może być pomocnym wskaźnikiem w określaniu wymagań termicznych w czasie przechowywania. Jest to jednak metoda wymagająca wykonania doświadczenia następczego.

O dużym znaczeniu obsady roślin na poziom plonowania jest sporo doniesień (np. Schuler, Moll, 1993; De Weerd, Thornton, 1990; Marinus, 1992). Brak jest natomiast w dostępnej literaturze informacji o zależnościach między parametrami rozwojowymi roślin a wymaganiami sadzeniaków odnośnie temperatury przechowywania.

Nie udowodniono istotnej korelacji między wymaganiami termicznymi w czasie przechowywania sadzeniaków a liczbą pędów głównych w roślinach potomnych (tab. 10). Wyliczone współczynniki korelacji niezależnie od grupy odmian były nieistotne.

Tabela 9

Liczba pędów głównych w roślinie w zależności od wymagań termicznych sadzeniaków w czasie przechowywania — III grupa odmian (średnie z 3 lat badań)
A number of stems per plant depending on temperature requirements during storage of seed potato tubers — 3rd group cultivars (means for 3 years)

Odmiana Cultivar	Temperatura przechowywania w °C Storage temperature in °C		
	2°	6°	10°
Albina	2,9	3,0	3,0
Bila	3,7	3,7	3,7
Bóbr	4,9	5,5	4,6
Ekra	3,9	3,8	2,4
Elba	4,0	3,8	3,9
Fala	4,5	4,0	4,1
Fauna	4,2	4,5	4,6
Harpun	3,6	3,2	3,5
Heban	4,2	4,5	4,6
Ibis	3,9	3,5	3,5
Irga	4,2	4,3	4,1
Koga	3,5	4,3	4,1
Lotos	4,6	4,4	4,8
Malwa	4,7	5,0	4,2
Marta	3,8	4,1	4,0
Oda	2,1	2,7	2,7
Orlan	3,1	3,0	2,8
Rybitwa	2,9	2,9	3,2
Średnia dla przechowywania Mean for storage	3,8	3,9	3,8
NIR — LSD $\alpha < 0,05$	r.n.*		

r.n. — Różnice nieistotne; Differences not significant

Tabela 10

Współczynniki korelacji między badanymi parametrami a temperaturą przechowywania sadzeniaków o różnych wymaganiach termicznych w czasie długotrwałego magazynowania (dla lat 1986-2001)
Coefficients of correlation between tested factors and storage temperature for groups of cultivars showing different requirements during long-term storage

Badana cecha Trait	Grupa odmian Group of cultivars		
	I *	II	III
Miejsca puste w % Missing plants in %	0,5218 ^{xx}	0,2373 ^x	0,0731
Liczba pędów w roślinie Number of stems per plant	-0,2517	-0,1738	-0,0285

^x Istotne przy $P_{0,05}$; Significant at $P_{0,05}$

^{xx} Istotne przy $P_{0,01}$; Significant at $P_{0,01}$

* I, II, III — Odmiany jak w tabeli 2; Cultivars as in table 2

Przy analizowaniu jednoczesnego wpływu miejsc pustych i liczby łodyg głównych w roślinie na plonowanie odmian o zróżnicowanych wymaganiach termicznych w czasie przechowywania sadzeniaków, zastosowano analizę regresji wielokrotnej. Zestawienie informacji o istotności wpływu tych parametrów przedstawiono w tabeli 11.

Tabela 11

Istotność wpływu określanych cech na plonowanie poszczególnych grup odmian
Significance of tested traits in yielding of different potato cultivars

Wymagania odmian Cultivar requirements	Miejsca puste w % Missing plants in %	Liczba łodyg Number of stems	Stosunek korelacyjny Correlation ratio
I* — Niska temperatura przechowywania Low storage temperature	xx	xx	R = 0,67
II — Tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 6°C Tolerant to storage temperature up to 6°C	xx	—	R = 0,26
III — Tolerancyjne na temperaturę przechowywania do 10°C High tolerant to storage temperature up to 10°C	—	xx	R = 0,66

* I, II, III — Odmiany jak w tabeli 2; Cultivars as in table 2

— Brak istotności; Not significant

xx Istotne przy $P = 0,01$; Significant at $P = 0,01$

Na podstawie przeprowadzonych wyliczeń statystycznych stwierdzono, że oddziaływanie zmiennych towarzyszących w ramach wytypowanych grup odmianowych było następujące:

- w grupie I odmian, wymagających niskiej temperatury przechowywania sadzeniaków, zarówno obsada roślin jak i liczba pędów głównych wykazały wysoce istotny wpływ na kształtowanie plonu;
- w II grupie odmian, wrażliwych na wzrost temperatury przechowywania powyżej 6°C jedynie miejsca puste miały istotny wpływ na plonowanie;
- w III grupie odmian tolerancyjnych na badany zakres temperatur (2°–10°C) tylko liczba pędów głównych w roślinie wykazała istotny udział w powstawaniu plonu.

PODSUMOWANIE

Na podstawie wieloletnich badań i wykonanych wyliczeń statystycznych dowiedziono, że obsada roślin jak również liczba pędów głównych w roślinie, może być uniwersalnym wskaźnikiem określania optymalnych warunków przechowywania sadzeniaków odmian wrażliwych na temperaturę ich magazynowania (tab. 11). Odmiany grupy pierwszej, reagujące na wzrastające temperatury przechowywania (od 2° do 10°C) drastycznym wzrostem miejsc pustych i istotnym zmniejszeniem liczby pędów głównych w roślinie, wymagają niskiej temperatury składowania bulw matecznych, nieprzekraczającej 2°C. Spośród 54 badanych odmian, 13 z nich wykazało taką reakcję (Arkadia, Anielka, Bogna, Ceza, Darga, Fregata, Głada, Jagoda, Jantar, Koral, Ruta, Triada, Vistula).

Wytypowanie odmian wymagających niskiej temperatury przechowywania ma duże praktyczne znaczenie, gdyż 76% badanych odmian, w niniejszym opracowaniu o podwyższonej tolerancji na wzrost temperatury, nie wymaga kosztownego magazynowania sadzeniaków w przechowalniach wyposażonych w agregaty chłodnicze.

LITERATURA

- De Weerd J. W., Thornton R. E. 1990. Emergence of two potato cultivars as affected by low temperatures and physiological age. Abs. 11th Trien. Conf. of EAPR. Edinburgh; 402 — 403.
- Loon van C. D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes of two cultivars. 4. Influence of storage period and storage temperature on growth and yield in the field. Potato Res. 3: 441 — 450.
- Marinus J. 1992. The effect of temperature and light during storage of young seed potatoes on initial plant development at early plantings. Potato Res. Vol. 35: 343 — 354.
- Reust W., Winiger F. A., Hebeisen T., Dutoit J. P. 2001. Assessment of the physiological vigour of new potato cultivars in Switzerland. Potato Res. 44: 11 — 17.
- Roztropowicz S. 1985. Wiek fizjologiczny bulw i jego znaczenie dla nasiennictwa ziemniaka. XVIII Sesja Nauk. Koszalin "Nasiennictwo ziemniaka". Inst. Ziemn. Bonin: 101 — 103.
- Schuler K., Moll A. 1993. Etablierung von Kartoffelsorten im Feld nach physiologischer Alterung der Pflanzknollen. Potato Res. 36: 143 — 151.
- Sowa-Niedziałkowska G. 1993. Wpływ zróżnicowanej temperatury przechowywania sadzeniaków na wschody, liczbę pędów i plonowanie ziemniaka. Cz. II. Odmiany: Bliza, Bogna, Bzura, Ruta i Stobrawa. Biul. Inst. Ziemn. 42: 77 — 86.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Oddziaływanie zróżnicowanych warunków przechowywania sadzeniaków na rozwój i plonowanie nowych odmian ziemniaka. Biul. IHAR 213: 217 — 223.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2002. Określenie optymalnej temperatury przechowywania sadzeniaków różnych odmian ziemniaka w skali 9-stopniowej. Biul. IHAR 223/224: 361 — 368.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004. Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania. Część I. Okres uśpienia i intensywność wzrostu kielków. Biul. IHAR 233: 219 — 236.
- Struik P. C., Wiersema S. G. 1999. Control and manipulation of physiological seed tuber quality. In: Seed potato technology. Wageningen, The Netherlands: 97 — 131.
- Zaag van der D. E., van Loon C. D. 1987. Effect of physiological age on growth vigour of seed potatoes on two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. Potato Res. 30: 451 — 472.

PODZIĘKOWANIE

Bardzo dziękuję Pani prof. Stanisławie Roztropowicz-Szkubel za cenne uwagi przy pisaniu niniejszej pracy.

MICHAŁ KOSTIWZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Presja infekcyjna PVY, PVM, PVS i PLRV w latach 1989–1992 i 1996–2000 w warunkach Polski północnej

Infection pressure of PVY, PVM, PVS and PLRV in the years 1989–1992 and 1996–2000 under conditions of northern Poland

Badania przeprowadzono w rejonie Bonina, woj. zachodniopomorskie. Ich celem było porównanie presji infekcyjnej PVY, PVM, PVS i PLRV oraz jej dynamiki w różnych latach i w różnych okresach sezonu wegetacyjnego. Największe zagrożenie dla ziemniaka stanowił PVY. Średnie porażenie bulw tym wirusem z obydwóch okresów badań wyniosło 47,0%. Porażenie przez PVS i PVM było już znacznie mniejsze i kształtowało się na poziomie odpowiednio 17,1 i 8,6% bulw porażonych. Wirusy te najintensywniej szerzyły się w okresie od III dekady czerwca do III dekady lipca lub I sierpnia, ale zagrożenie infekcją powodowaną przez PVY było duże przez cały sezon wegetacyjny. Wysoka infekcja w bardzo wczesnym terminie wegetacji roślin jest dowodem, że nasiennictwo odmian podatnych na PVY może być trudne nawet na północy Polski, a więc w rejonie zaliczanym do I strefy (zdrowej) presji wirusów. W omawianym czasie znaczenie PLRV było niewielkie.

Słowa kluczowe: porażenie bulw, presja infekcyjna, wirusy, ziemniak

The aim of the investigations carried out in Bonin, Zachodniopomorskie voivodeship, was to assess and compare infection pressure of PVY, PVM, PVS and PLRV both in different years and periods of the growing season. The incidence of PVY was found to be the greatest. Average infection of tubers with this virus for both periods of studies was 47%. Infection with PVS and PVM was at the lower level (17.1% and 8.6%, respectively). The most intense spread of PVY, PVS and PVM was recorded in the approximate period between 21–30 of June and 21–31 of July or 1–10 of August, although the threat of PVY infection lasted throughout the growing season. The relatively great impact of PVY, as compared to that of other viruses, as early as the first phase of plants vegetation strongly indicates that seed production of cultivars susceptible to PVY might be difficult even in conditions of northern Poland, which has been classified as the first (healthy) zone of virus infection pressure. In contrast, the level of infection with PLRV in the years of studies was very low.

Key words: infection pressure, potato, tuber infection, viruses

WSTĘP

Choroby wirusowe mają duże znaczenie w produkcji towarowej, a szczególnie w produkcji nasiennej ziemniaka. Stanowią główną przyczynę złej jakości produkowanych sadzeniaków. W ostatnich latach z tego powodu w Polsce degradowano i dyskwalifikowano (łącznie) około 20% plantacji nasiennych tej rośliny (Kostiwn, 2004). Dlatego ważnym zadaniem nasiennictwa ziemniaka jest zabezpieczenie reprodukowanych materiałów przed porażeniem przez wirusy.

Od wielu już lat największe zagrożenie dla upraw ziemniaka stanowi wirus Y (*Potato virus Y*, PVY) i według informacji Chrzanowskiej (2004) zagrożenie to rośnie. Wśród przyczyn autorka wymienia m.in.: zmiany w populacji szczepów stwierdzając, że od ponad 20 lat w Polsce szerzy się dość słaby, ale bardzo infekcyjny szczep PVY nazwany PVY^{NW}. Inną przyczyną jest zwiększenie areалу uprawy odmian (głównie zagranicznych) o bardzo niskiej odporności na PVY oraz uprawa odmian dotychczas nie wpisanych do krajowego rejestru, przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego. Zgodnie z danymi Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej obecnie w Polsce zarejestrowanych jest 113 odmian ziemniaka, z czego 41 charakteryzuje się oceną "6" lub niższą w skali od 1 do 9, gdzie "1" — oznacza dużą podatność, a "9" — skrajną odporność. Z praktycznego punktu widzenia oznacza to, że odmiany podatne na wirusy (a szczególnie na PVY) są trudne w nasiennictwie. Do mniej groźnych należą wirusy M i S (*Potato virus M*, PVM, *Potato virus S*, PVS). PVM występuje wprawdzie powszechnie w Polsce, ale przeważają izolaty powodujące słabe objawy chorobowe. Znaczenie PVM może być duże w przypadku porażenia roślin odmian wyraźnie reagujących na infekcję tym patogenem. Zgodnie z obowiązującymi przepisami, ostre schorzenia stanowią podstawę do degradacji lub dyskwalifikacji materiału nasiennej. Wyniki badań Chrzanowskiej i Zagórskiej (1996) wykazały, że aż 30% odmian reagowało ostrymi schorzeniami na silny szczep PVM. Wśród szeroko uprawianych obecnie, silne objawy porażenia wykazują na przykład odmiany Aster i Drop.

Zmniejszyło się znacznie zagrożenie wirusem liściozwoju ziemniaka (*Potato leafroll virus*, PLRV). Patogen ten w połowie lat 70. ubiegłego wieku, miał co najmniej tak duże znaczenie gospodarcze jak PVY (Gabriel, 1989). Prawdopodobnie przyczyną zmniejszonego zagrożenia jest mniejsza liczba źródeł wirusów w terenie i większa izolacja przestrzenna między poszczególnymi plantacjami utrudniająca naloty mszyc z zewnątrz. W obydwóch przypadkach jest to efekt malejącej od lat powierzchni uprawy ziemniaków w kraju. W latach 1962–2003 zmniejszyła się ona blisko czterokrotnie.

Celem badań było poznanie zmieniającego się zagrożenia ziemniaków przez PVY, PVM, PVS i PLRV oraz porównanie dynamiki szerzenia się tych wirusów w różnych okresach sezonu wegetacyjnego w warunkach Polski północnej.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w warunkach pola w latach 1989–1992 oraz 1996–2000 w Boninie woj. zachodniopomorskie. W celu uzyskania danych dotyczących dynamiki

szerzenia się wirusów w różnych okresach sezonu wegetacyjnego co 10 dni w terminie od 21 maja do 1 września dokonywano ekspozycji zdrowych roślin ziemniaka (pochodzących z kultur *in vitro*) w polu. Każdorazowo po 20 roślin odmiany Liwia (lata 1989–1992) lub Lotos (lata 1996–2000) w wieku około 7 do 10 dni po wschodach, które wyrosły w szklarni w doniczkach o średnicy 18 cm, umieszczano na okres 10 dni w sąsiedztwie źródeł poszczególnych wirusów (PVY, PVM, PVS i PLRV), którymi były rośliny, które wyrosły z wysadzonych w polu bulw, zainfekowanych odnośnymi wirusami. Po 10 dniach rośliny przenoszono do szklarni wolnej od owadów i niezwłocznie traktowano insektycydem w celu zwalczenia mszyc. Przetrzymywano je do zakończenia wegetacji. Zebrane jesienią bulwy umieszczono w przechowalni. Na wiosnę (druga połowa kwietnia) następnego roku z czterech największych bulw każdej rośliny wycinano po jednym wycinku oczkowym i wysadzano w szklarni do mieszanki torfu z ziemią w doniczkach o średnicy 8 cm. Po upływie 5-tygodniowej wegetacji, rośliny testowano techniką ELISA na obecność poszczególnych wirusów (PVY, PVM, PVS i PLRV).

Użyte w doświadczeniu odmiany Liwia i Lotos charakteryzowały się podobnym stopniem odporności na PVY, odpowiednio 5–6 i 6 w skali 9-stopniowej. Zatem uzyskane porażenie tym wirusem było w pełni porównywalne dla obu odmian. Różniły się one z kolei stopniem odporności na PLRV. Odmiana Liwia posiada odporność 5–6, a odmiana Lotos jest całkowicie połowo odporna na PLRV (odporność 7–8 w tej samej skali). Należy podkreślić, że poprzez ekspozycję roślin w podobnym wieku, wyeliminowano w zasadzie wpływ odporności na infekcję związaną z wiekiem roślin, a porażenie bulw w tych badaniach było zależne przede wszystkim od presji infekcyjnej wirusów.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki zainfekowania bulw odmiany Liwia PVY, PVM, PVS i PLRV w latach 1989–1992 w Boninie zestawiono w tabeli 1. Uwzględniono porażenie w kolejnych dekadach w okresie od 21 maja do 1 września oraz porażenie średnie z całego tego okresu. Dane wykazały, że wyraźnie najintensywniej szerzył się PVY. Średnie porażenie bulw z całego sezonu wegetacyjnego było bardzo wysokie i wyniosło 61,7%. Infekcja wywołana przez PVM i PVS była o wiele niższa w tym czasie i wyniosła średnio odpowiednio: 9,8 i 15,7% bulw porażonych. Porażenie PLRV było najniższe i wyniosło 1,6%. PVM i PVS najintensywniej szerzyły się w okresie od III dekady czerwca do II dekady lipca. Porażenie bulw PVM wahało się wówczas odpowiednio od 25,6% do 23,0%, a najwyższy jego poziom zanotowano w I dekadzie lipca (43,0%). W analogicznym okresie infekcja powodowana przez PVS była najwyższa w II dekadzie lipca (46,7%). Nieco niższy poziom (42,4%) wystąpił w I dekadzie tego miesiąca, a najniższy (36,7%) w III dekadzie czerwca. Zarówno we wcześniejszym, jak i późniejszym okresie porażenie obydwoma tymi wirusami było już o wiele niższe. Na przykład w III dekadzie maja oraz w I i II dekadzie czerwca porażeniu przez PVM uległo odpowiednio tylko 0,2; 1,9 i 1,1% bulw, a przez PVS odpowiednio: 1,2; 3,6 i 13,5%. W odniesieniu do końcowej części sezonu wegetacyjnego poziom porażenia bulw tymi wirusami był również niewielki. Infekcja PVM wahała się

w zakresie od 0,7% w I dekadzie sierpnia do 0% w III dekadzie tego miesiąca. W analogicznym okresie PVS zainfekował odpowiednio: 0,6 i 1,9% bulw.

Tabela 1

Porażenie PVY, PVM, PVS i PLRV bulw ziemniaka odmiany Liwia w różnych okresach sezonu wegetacyjnego (średnie z lat 1989–1992)
Infection with PVY, PVM, PVS and PLRV of tubers of cv. Liwia in different periods of the growing season in Bonin (mean for 1989–1992)

Termin ekspozycji roślin w polu Term of field exposure of plants	Porażenie (%) Infection (%)			
	PVY	PVM	PVS	PLRV
21.05–31.05	21,0	0,2	1,2	0
31.05–11.06	26,3	1,9	3,6	0,2
11.06–21.06	54,7	1,1	13,5	2,6
21.06–1.07	96,3	25,6	36,7	2,1
1.07–11.07	88,2	43,0	42,4	2,1
11.07–22.07	87,2	23,0	46,7	2,5
22.07–1.08	83,1	2,7	8,5	1,4
1.08–12.08	50,9	0,7	0,6	1,0
12.08–21.08	59,8	0,2	1,6	2,4
21.08–1.09	49,1	0	1,9	1,6
Średnia Mean	61,7	9,8	15,7	1,6

Zwraca uwagę bardzo wysokie zagrożenie ziemniaków przez PVY w ciągu całego sezonu wegetacyjnego. Już w III dekadzie maja (bardzo wcześnie) porażenie bulw tym patogenem osiągnęło poziom 21,0% i w miarę upływu czasu zwiększało się aż do 96,3% w III dekadzie czerwca. Po tym czasie wprawdzie stopniowo malało, jednak nawet pod koniec sezonu wegetacyjnego było i tak jeszcze nadal bardzo wysokie, osiągając aż 49,1% w III dekadzie sierpnia. Również w latach 1996–2000 (tab. 2) PVY szerzył się najintensywniej, chociaż ogólne zagrożenie nim było znacznie mniejsze niż w latach 1989–1992. Średnie porażenie z całego sezonu wegetacyjnego wynoszące 32,4% było niemal dwukrotnie niższe niż średnie z lat 1989–1992 (61,7%). Infekcja PVM i PVS w latach 1996–2000 utrzymywała się średnio na poziomie odpowiednio 7,4% i 18,5% porażonych bulw. Była więc zbliżona do poziomu z lat 1989–1992 (średnio odpowiednio 9,8 i 15,7%). Najwyższy odsetek bulw porażonych przez PVY w latach 1996–2000 zanotowano w II i III dekadzie lipca (odpowiednio 58,0 i 69,9%) oraz w I dekadzie sierpnia (65,0%). PVM najintensywniej szerzył się w okresie od II dekady lipca do I sierpnia, osiągając poziom 14,6% w II dekadzie lipca; 16,6% w III dekadzie tego miesiąca oraz 32,4% w I dekadzie sierpnia. Z kolei PVS stanowił największe zagrożenie w okresie od I dekady lipca (23,3% bulw porażonych) do I dekady sierpnia (26,2%) ze szczytowym porażeniem w II dekadzie lipca wynoszącym 59,6%. W odniesieniu do wszystkich 3 wymienionych wirusów porażenie bulw zarówno we wcześniejszym jak i późniejszym okresie było już znacznie mniejsze, szczególnie w odniesieniu do PVM z okresu od 21 maja do 1 lipca, kiedy to poziom infekcji wahał się w tym czasie od 0,4 do 1,7%. W analogicznym okresie porażeniu przez PVS uległo 8,8 i 8,9% bulw odpowiednio w I i II dekadzie czerwca oraz 7,3% w III

dekadzie tego miesiąca. Natomiast w III dekadzie maja infekcji tymi wirusami nie stwierdzono.

Tabela 2

Porażenie PVY, PVM, PVS i PLRV bulw ziemniaka odmiany Lotos w różnych sezonach okresu wegetacyjnego (średnie z lat 1996–2000)
Infection with PVY, PVM, PVS and PLRV of tubers of potato cv. Lotos in different periods of the growing season in Bonin (mean for 1996–2000)

Termin ekspozycji roślin w polu Term of field exposure of plants	Porażenie (%) Infection (%)			
	PVY	PVM	PVS	PLRV
21.05–31.05	0,4	0,4	0	0
31.05–11.06	15,3	1,1	8,8	0
11.06–21.06	20,8	1,6	8,9	0
21.06–1.07	32,3	1,7	7,3	0,1
1.07–11.07	39,9	3,6	23,3	0
11.07–22.07	58,0	14,6	59,6	0
22.07–1.08	69,9	16,6	48,7	0
1.08–12.08	65,0	32,4	26,2	0
12.08–21.08	19,3	2,2	2,2	0
21.08–1.09	3,6	0,1	0,2	0
Średnia Mean	32,4	7,4	18,5	0,01

Również i w badaniach z tego okresu (1996–2000) infekcja PVY utrzymywała się na wysokim poziomie niemal przez cały sezon wegetacyjny osiągając najwyższe porażenie w III dekadzie lipca (69,9%) i 1 sierpnia (65,0%). W okresie wcześniejszym i późniejszym była wprawdzie niższa, tym niemniej nadal utrzymywała się na wysokim poziomie, bowiem już w I dekadzie czerwca porażeniu uległo aż 15,3%. Wysoka presja infekcyjna w początkowym okresie wegetacji roślin ma istotne znaczenie, gdyż te są bardzo podatne na zakażenie, ponieważ nie zdążyły jeszcze nabyć odporności na wirusy związanej z wiekiem.

Z zestawionych w tabelach 1 i 2 danych widać wyraźnie, że sam przebieg dynamiki porażenia przez poszczególne wirusy w obydwóch okresach badań (lata 1989–1992 oraz 1996–2000) był podobny. Różnica dotyczyła w zasadzie wyłącznie poziomu infekcji oraz niekiedy terminu szczytowego jej wystąpienia, co w przyrodzie jest rzeczą naturalną, związaną z wpływem zmieniających się warunków szerzenia się wirusów przez wektory. W sposób bardziej wyraźny opisaną zależność przedstawiają wyniki zawarte w tabeli 3, w której zestawiono dane zbiorcze uwzględniające średnie porażenie bulw przez poszczególne wirusy z obydwóch okresów badań. Jedynie w odniesieniu do PLRV dane dotyczą wyłącznie porażenia z lat 1989–1992 z powodu praktycznie braku infekcji tym patogenem w latach 1996–2000. Można uważać, że duży wpływ na brak porażenia przez PLRV w latach 1996–2000 miała zapewne użyta w doświadczeniu odmiana ziemniaka (Lotos), która należy do bardzo odpornych na tego patogena (całkowicie połowo odporna na PLRV). Inną przyczyną była zapewne niska presja mszyc *Myzus persicae* (Sulz.) w tym czasie, głównego w warunkach Polski wektora tego wirusa (Kostiw, 2002).

Tabela 3

Porażenie PVY, PVM, PVS i PLRV bulw ziemniaka odmian Liwia i Lotos w różnych okresach sezonu wegetacyjnego (średnie z lat 1989–1992 i 1996–2000)
Infection with PVY, PVM, PVS and PLRV of tubers of potato cvs Liwia and Lotos in different periods of the growing season in Bonin (mean for 1989–1992 and 1996–2000)

Termin ekspozycji roślin testowych Terms of test plant replacement	Porażenie (%) Infection (%)			
	PVY	PVM	PVS	PLRV ^{1/}
21.05–31.05	10,7	0,3	0,6	0
31.05–11.06	20,8	1,5	6,2	0,2
11.06–21.06	37,7	1,8	11,7	2,6
21.06–1.07	64,3	13,6	22,0	2,1
1.07–11.07	64,0	23,3	32,8	2,1
11.07–22.07	72,8	18,8	53,1	2,5
22.07–1.08	76,5	9,6	28,6	1,4
1.08–12.08	57,9	16,5	13,4	1,0
12.08–21.08	39,5	1,2	1,9	2,4
21.08–1.09	26,3	0,5	1,0	1,6
Średnia Mean	47,0	8,6	17,1	1,6

^{1/} Średnie z lat 1989–1992

^{1/} Mean for 1989–1992

PODSUMOWANIE

Badania porównawcze presji infekcyjnej PVY, PVM, PVS i PLRV w różnych okresach sezonu wegetacyjnego w latach 1989–1992 i 1996–2000 wykazały, że:

- największe zagrożenie stanowił PVY (średnie porażenie bulw tym wirusem z całego okresu badań wyniosło 47,0%), a następnie PVS (17,1%) i PVM (8,6%). Zagrożenie infekcją powodowaną przez PLRV było bardzo niewielkie. W latach 1989–1992 porażeniu uległo średnio zaledwie 1,6% bulw odm. Liwia, mimo że należy ona do podatnych na PLRV, a w latach 1996–2000 infekcja bulw odm. Lotos (odporna) była jedynie śladowa
- PVY intensywnie szerzył się szczególnie w okresie od III dekady czerwca (średnio za cały okres badań stwierdzono 64,3% bulw porażonych) do III dekady lipca (76,5%). Należy jednak podkreślić, że zagrożenie tym wirusem było wysokie przez cały sezon wegetacyjny. Natomiast wysoka presja PVS utrzymywała się w okresie od II dekady czerwca (11,7% porażenie bulw) do I dekady sierpnia (13,4%), a PVM w okresie od III dekady czerwca (13,6%) do I dekady sierpnia (16,5%).

WNIOSKI

1. Wysokie porażenie bulw PVY już w bardzo wczesnym terminie wegetacji roślin dowodzi, że produkcja nasienna ziemniaka odmian podatnych na ten wirus (z oceną 6 i niższą w skali 9°) może być bardzo trudna nawet na północy Polski, a więc w rejonie o przeciętnie znacznie niższej presji infekcyjnej wirusów w porównaniu do pozostałych obszarów kraju.

2. Podobny przebieg dynamiki szerzenia się PVY, PVM i PVS przez cały sezon wegetacyjny świadczy, iż decydujący udział w ich epidemiologii mają zasadniczo te same czynniki.

LITERATURA

- Chrzanowska M., Zagórska H. 1996. Reakcja polskich odmian ziemniaka na silny szczep wirusa M po sztucznej inokulacji roślin. *Biul. Inst. Ziemn.* 46: 17 — 27.
- Chrzanowska M. 2004. Wirusy ziemniaka, nasilenie występowania, zachodzące zmiany i ich przyczyny. *Nasiennictwo i Ochrona Ziemniaka. Konferencja. Kołobrzeg. 4–5 marca 2004. IHAR. Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka Bonin*: 53 — 56.
- Gabriel W. 1989. *Epidemiologia chorób wirusowych ziemniaka*. PWN, Warszawa: 204 s.
- Kostiw M. 2002. The spread of PVY, PVM, PVS and PLRV at Bonin conditions during 1996–1999. *J. Plant Prot. Res.*, 42 (2): 165 — 171.
- Kostiw M. 2004. Stan i perspektywy nasiennictwa ziemniaków w Polsce. *Wiś Jutra* 2: 20 — 22.

JERZY OSOWSKI
EDWARD BERNAT
HANNA GAWIŃSKA-URBANOWICZ
JÓZEFA KAPSA

Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Nasilenie i zwalczanie patogenów występujących w uprawach ziemniaka w 2003 roku

The incidence and control of pathogens in potato crops in the year 2003

Ocena nasilenia występowania grzybowych i bakteryjnych chorób (zaraza ziemniaka, alternarioza, czarna nóżka, mokra zgnilizna i parch zwykły) w uprawach ziemniaka opracowana została na podstawie badań ankietowych prowadzonych w ramach współpracy Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie, Zakładu Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie z Wojewódzkimi Inspektoratami Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa. W roku 2003 stwierdzono późniejsze wystąpienie pierwszych objawów zarazy i alternariozy ziemniaka oraz niższy w porównaniu do lat ubiegłych procent porażenia bulw i roślin przez oceniane patogeny.

Słowa kluczowe: alternarioza, czarna nóżka, mokra zgnilizna, ochrona, parch zwykły, zaraza ziemniaka

Assessment of the incidence of fungal and bacterial diseases (late and early blights, black leg, soft rot and common scab) in potato crops was based on the surveys performed within the cooperation of the Plant Breeding and Acclimatization Institute in Radzików, Department of Potato Protection and Seed Science in Bonin, with Plant Health and Seed Inspection Service. In the year 2003, compared to 2002, the first disease symptoms of early blight appeared 7 days later and those of late blight — 12 days later. The proportions of tuber infection with bacterial and fungal pathogens in year the 2003 were lower than those in 2002.

Key words: black leg, common scab, early blight, late blight, protection, soft rot, potato

WSTĘP

Patogeny występujące na roślinach ziemniaka i choroby przez nie wywoływane są często czynnikami powodującymi wysokie straty plonu bulw nie tylko w okresie wegetacji, ale także podczas przechowywania. Ważnym czynnikiem wpływającym na wysokość strat powodowanych przez patogeny jest obok sprzyjających do ich rozwoju warunków

meteorologicznych (temperatura, wilgotność) także termin ich wystąpienia na plantacjach ziemniaka.

Straty plonu powodowane przez główne patogeny mogą sięgać od kilku do kilkadziesiąt procent. Na plantacjach niechronionych przed zarzą ziemniaka straty sięgają 70% (Hoffman i Schmutterer, 1983), a w przypadku alternariozy 20%–50% (Denner i Theron, 1999).

Celem przeprowadzonych badań była ocena nasilenia występowania ważnych gospodarczo patogenów ziemniaka i zakresu stosowanej ochrony na plantacjach ziemniaka w Polsce w roku 2003 w porównaniu z latami wcześniejszymi.

MATERIAŁ I METODY

Obserwacje patogenów najczęściej występujących w uprawach ziemniaka prowadzone są co roku przez inspektorów Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN) w ramach współpracy z Zakładem Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie. W roku 2003 badaniami ankietowymi objęte było występowanie i ochrona przed nimi następujących patogenów ziemniaka: czarna nóżka (*Erwinia carotovora* var. *atroseptica*), parch zwykły (*Streptomyces scabies*), alternarioza (*Alternaria* spp.), zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans*) i mokra zgnilizna (*Erwinia carotovora* var. *carotovora*).

Obserwacje patogenów prowadzone były w okresie wegetacji i po zbiorze ziemniaków. Dane zbierane przez inspektorów Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN) obejmowały daty wystąpienia pierwszych objawów zarazy i alternariozy, procent roślin i bulw porażonych przez oceniane patogeny. Otrzymane w ten sposób wyniki były analizowane i obliczane statystycznie (analiza wariancji) w ZNiOZ w Boninie.

WYNIKI

W sezonie wegetacyjnym 2003 panujące warunki meteorologiczne nie sprzyjały nie tylko występowaniu i rozwojowi chorób w wielu województwach, także utrudniały prawidłową wegetację roślin. Przedłużające się okresy suszy spowodowały, że pierwsze objawy chorób na plantacjach ziemniaka wystąpiły później niż w latach ubiegłych (tab. 1)

Tabela 1

Występowanie alternariozy i zarazy ziemniaka na terenie Polski w latach 2000-2003 (dane ankietowe)
The occurrence of early and late blights in Poland in the years 2000-2003 (survey data)

Rok Year	Liczba dni od sadzenia do wystąpienia objawów Days from planting to symptoms appearance	
	alternarioza — early blight	zaraza ziemniaka — late blight
2000	57	82
2001	61	72
2002	56	66
2003	63	78
Średnio Average	59,3	74,5

W roku 2003 stwierdzono średni pojaw alternariozy po 63 dniach od sadzenia i był to termin o 7 dni późniejszy w stosunku do roku poprzedniego.

Także w przypadku zarazy, stwierdzono opóźnienie wystąpienia pierwszych jej objawów na plantacjach. Średni termin wystąpienia choroby był o 12 dni późniejszy w porównaniu z rokiem 2002 i wynosił 78 dni.

W latach 2000–2003 alternarioza ziemniaka występowała średnio o 15 dni wcześniej niż zaraza.

Przegląd plantacji odmian ziemniaka najczęściej uprawianych w Polsce w latach 2000–2003 wykazał, najpóźniejszy termin wystąpienia alternariozy w 2003 roku (tab. 2).

Tabela 2

Średnia liczba dni od sadzenia do wystąpienia objawów choroby w wybranych odmianach ziemniaka w latach 2000–2003

The average number of days from planting to the disease symptoms appearance in some potato varieties in the years 2000–2003

Odmiana Variety	Lata Years				Średnio Average
	2000	2001	2002	2003	
Aster	57,3	59,5	60,0	59,00	58,9
Ibis	55,8	66,8	59,0	72,5	63,5
Irga	58,7	62,4	57,0	59,1	59,3
Bryza	59,3	60,0	60,8	78,0	64,5
Ania	53,6	58,4	52,0	57,0	55,2
Średnio Average	56,9 a	61,4 a	57,8 a	65,1b	

$NIR_{\alpha=0,05}$ — $LSD_{\alpha=0,05} = 7,1$

Różnił się on istotnie od terminu wystąpienia choroby w latach 2000–2003. We wszystkich latach najwcześniejszy termin wystąpienia choroby stwierdzono na odmianie Ania.

W sezonie wegetacyjnym 2003 obserwowano stosunkowo niewysokie porażenie roślin ziemniaka chorobami bakteryjnymi w porównaniu do lat ubiegłych (tab. 3).

Tabela 3

Występowanie chorób bakteryjnych na terenie Polski w latach 2000–2003

The occurrence of bacterial diseases in Poland in the years 2000–2003

Rok Year	Czarna nóżka (% roślin) Black leg (% of plants)	Mokra zgnilizna (% wagowy) Wet rot (% by weight)	Parch zwykły (indeks porażenia) Common scab (severity index)
2000	1,4	1,9	16,4
2001	2,1	2,5	10,3
2002	1,3	1,5	8,2
2003	1,5	1,0	7,5
Średnio Average	1,6	1,7	10,6

Procent roślin z objawami czarnej nóżki pozostał na poziomie roku 2000 (1,4%) i 2002 (1,3%) i wynosił 1,5%. Porażenie bulw ziemniaka przez mokrą zgniliznę było najniższe w okresie ostatnich czterech lat i wynosiło 1%. Także w przypadku parcha zwykłego w roku 2003 stwierdzono najniższy w ostatnich latach indeks porażenia tą chorobą — 7,5%

Warunki meteorologiczne niesprzyjające rozwojowi chorób miały także wpływ na zakres ochrony chemicznej stosowanej do zwalczania patogenów, zwłaszcza zarazy ziemniaka (tab. 4).

Tabela 4

Procentowy udział ilości zabiegów przeciwko zarazie ziemniaka w latach 2001-2003 (dane ankietowe)
Percentage share of treatments control late blight in the years 2001-2003 (survey data)

Rok Year	Liczba zabiegów Number of sprays						
	0	1	2	3	4	5	> 5
	procent percentage						
2001	7,8	21,6	41,2	15,7	9,8	2,0	1,9
2002	4,8	14,5	43,6	27,4	4,9	4,8	0
2003	48,4	19,4	25,8	3,2	0	3,2	0

Według badań ankietowych w roku 2003 nie wykonano zabiegów ochronnych na 48,4% plantacji. Jest to w porównaniu do roku ubiegłego 10-krotny wzrost tej powierzchni (2002 — 4,8%) i 6-krotny w porównaniu z rokiem 2001 (7,8%). Także w przypadku kolejnych zabiegów ochronnych rok 2003 odznaczał się dużymi zmianami w porównaniu do lat ubiegłych. Udział plantacji, na których wykonano tylko 1 zabieg był nieznacznie wyższy (19,4%) w porównaniu do roku 2002 (14,5%) i o 2,2% niższy od roku 2001. Dwa zabiegi ochronne na plantacjach ziemniaka były wykonywane w 2003 roku na 25,8% obserwowanych plantacji i była to wielkość o 17,8% mniejsza w porównaniu z rokiem 2002 (43,6%) i o 15,4% niższa od roku 2001 (41,2%). Niski poziom presji patogena wpłynął także na liczbę plantacji, na których zastosowano trzeci zabieg ochronny. W roku 2003 liczba plantacji chronionych za pomocą trzeciego zabiegu była bardzo niska i wynosiła 3,2%. Jest to liczba 8,5 razy mniejsza w porównaniu z rokiem 2002 (27,4%) i prawie 5 razy niższa od roku 2001 (15,7%).

W roku 2003 zaobserwowano także zmiany w zakresie stosowanych grup fungicydów (tab. 5). Poziom stosowania fungicydów o działaniu systemicznym był porównywalny z rokiem ubiegłym, a o 5,2% niższy od roku 2001. Większe zmiany w zakresie stosowania fungicydów stwierdzono w dwóch pozostałych grupach. Nastąpił spadek używania o 8,9% fungicydów o działaniu wgłębnym i wzrost o 9,9% stosowania fungicydów powierzchniowych.

Tabela 5

Procentowy udział poszczególnych grup fungicydów do zwalczania zarazy
Percentage share of fungicide groups to control late blight

Rok Year	Sposób działania w roślinie Mode of action in plant		
	systemiczne —systemic	wgłębne — translaminar	powierzchniowe — contact
2003	40,8	25,9	33,3
2002	41,8	34,8	23,4
2001	46,0	25,0	29,0

DYSKUSJA

Ważnym czynnikiem decydującym o wysokości otrzymywanych plonów obok prawidłowej uprawy jest także występowanie na uprawach patogenów powodujących grzybowe i bakteryjne choroby ziemniaka. Na wysokość strat powodowanych przez sprawców chorób duży wpływ mają korzystne do ich rozwoju warunki meteorologiczne (temperatura, wilgotność). Według wielu autorów (Häni i in., 1998; Kapsa, 2000; Kapsa, 2001) właśnie warunki meteorologiczne oprócz podatnej odmiany wpływają na tempo rozwoju procesu chorobowego. Niskie nasilenie występowania chorób grzybowych i bakteryjnych ziemniaka oraz termin ich wystąpienia na plantacjach w roku 2003 było spowodowane brakiem korzystnych do rozwoju chorób warunków meteorologicznych. Długie okresy suszy i wysokich temperatur wpłynęły nie tylko na zwolnienie tempa rozwoju chorób, ale także opóźniły ich wystąpienie w porównaniu do lat ubiegłych.

Średnio w warunkach Polski alternarioza występuje najczęściej między 50 a 70 dniem od sadzenia (Osowski, 2001). W roku 2003 stwierdzono opóźnienie wystąpienia pierwszych objawów alternariozy (o 7 dni) i zarazy ziemniaka (o 12 dni) w porównaniu do roku 2002 (tab. 1).

W okresie wegetacji w Polsce często występują długie okresy braku wilgotności wystarczającej do prawidłowego rozwoju roślin ziemniaka. Jest to czynnik niekorzystnie wpływający także na rozwój i patogeniczność sprawców wielu chorób ziemniaka (Choroszewski, 1993; Lutomińska, 2002). W roku 2003 stwierdzono najniższy indeks porażenia bulw ziemniaka parchem zwykłym (7,5%) w porównaniu do lat 2000–2002 (tab. 3).

Ważnym elementem prawidłowej agrotechniki jest stosowanie ochrony chemicznej. Według Oerke i wsp. (1994) bez ochrony można zebrać tylko 30,3% potencjalnych zbiorów. Po zastosowaniu zabiegów ochronnych możemy dodatkowo zebrać 27,6%. Pozostała część tj. 42,1% jest tracona na skutek niewłaściwie prowadzonej ochrony lub innych przyczyn.

W roku 2003 według badań ankietowych na 48,4% objętej oceną powierzchni nie wykonano żadnego zabiegu ochronnego przeciwko zarazie ziemniaka, a liczba zabiegów ochronnych uległa znacznemu zmniejszeniu (tab. 4). Według Osowskiego i Bernata (2003) liczba zabiegów ochronnych jest czynnikiem, który ma wpływ na wielkość plonu.

Niekorzystne do wystąpienia i rozwoju zarazy ziemniaka warunki meteorologiczne wpłynęły nie tylko na ograniczenie liczby zabiegów ochronnych, ale także miały wpływ na zakres stosowanych do zwalczania choroby grup środków ochrony roślin (tab. 5). Do pierwszego zabiegu w największym zakresie stosowano środki o działaniu systemicznym (40,8%) zgodnie z zaleceniami propagowanymi przez Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka (Kapsa, 2000). Ze względu na niski poziom zagrożenia patogenem w porównaniu do roku 2002 stwierdzono mniejszy zakres stosowania środków o działaniu głębokim.

LITERATURA

- Choroszewski P. 1993. Wpływ warunków klimatycznych na porażenie bulw ziemniaka sprawcami chorób w latach 1979–1988. Biul. Inst. Ziemn., 43: 115 — 131.
- Denner F. D. N., Theron D. J. 1999. Voorkoms en beheer van swamsiektes by aartappels. In: Handleiding vir aartappelverbouing in South-Africa. Steyn, P. J. (ed.) Agricultural Research Council, Roodeplaat, Pretoria: 117 — 132.
- Häni F., Popow H., Reinhard A. 1998. Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. PWRiL, Warszawa: 134 — 135.
- Hoffman G. M., Schmutterer H. O. 1983. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Kapsa J. 2000. Zwalczanie zarazy ziemniaka — stare i nowe problemy. IHAR Oddz. Bonin: 9 — 13.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monogr. i Rozpr. Nauk. 11 IHAR Radzików: 34 — 38.
- Lutomirska B. 2002. Wpływ temperatury gleby i opadów w czasie wegetacji na porażenie bulwy ziemniaka ospowatością i parchem zwykłym. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 481: 491 — 465.
- Oerke E. C., Dehne M. W., Schonbeck F., Weber A. 1994. Crop production and protection. Elsevier, Amsterdam.
- Osowski J. 2001. Potrzeba i możliwości zwalczania alternariozy. Ziemniak Pol. 2: 19 — 22.
- Osowski J., Bernat E. 2003. Wpływ liczby zabiegów na skuteczność ochrony przed zarazą w uprawach ziemniaka. Progress in Plant Prot. 43 (1): 311 — 314.

MAREK BADOWSKI

Zakład Ekologii i Zwalczania Chwastów

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Wrocław

Skuteczność niszczenia chwastów glifosatem przed wschodami ziemniaków

The efficacy of weed control by glyphosate in potato

W uprawie ziemniaków chwasty powinny być niszczone w momencie ich kielkowania, przed wschodami roślin uprawnych. Jeżeli chwasty już wyrosły lub na polu występują gatunki wieloletnie, jak np. *Elymus repens*, wówczas nawet intensywne zabiegi pielęgnacyjne nie są w stanie skutecznie odchwścić ziemniaków. Wtedy jedynym sposobem jest użycie środków chemicznych. W latach 2001–2002 prowadzono w Zakładzie Ekologii i Zwalczania Chwastów badania polowe z preparatem Sting CT 120 SL. Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 25 m². Herbicydy stosowano wiosną, po wschodach chwastów, które wytworzyły już liście właściwe, ale przed wschodami ziemniaków po ich uprzednim obredleniu. Ocenę działania środków wykonywano metodą bonitacyjną i szacunkową określając zniszczenie chwastów w procentach. Najlepiej zwalczały chwasty Sting CT 120 SL w dawce 4 l/ha i mieszanina Glifosat 360 SL + siarczan amonu 2 l + 5 kg/ha. Uzyskano 97–100% zniszczenia *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum persicaria*, *Veronica persica* i *Polygonum convolvulus* oraz 95% zniszczenia *Elymus repens*, natomiast odporny okazał się *Convolvulus arvensis*. Sting CT 120 SL w dawce 3 l/ha słabiej zwalczał chwasty. Badane herbicydy były selektywne dla roślin ziemniaka, a po ich zastosowaniu uzyskano wzrost plonu bulw o 35%–40% w porównaniu do kontroli.

Słowa kluczowe: glifosat, ziemniak, zwalczanie chwastów

The aim of the investigations was to assess the efficacy of weed control in potato crops using glyphosate (herbicide Sting CT 120 SL). Field experiments were carried out in the years 2001 and 2002 in the arable field near Wrocław. The field trial was laid out as a randomized complete block design including three replications. All farming measures were performed according to both conventional agricultural practice and the recommendations of the advisory service. Herbicide Sting CT 120 SL was applied in spring after weed germination, but prior to germination of potatoes. The efficacy of weed control was evaluated as a proportion of weeds destroyed. Moreover, a yield from each plot was estimated. No phytotoxic effect of the herbicide on potato plants was observed. Sting CT 120 SL applied in a dose of 4 l/ha controlled 97%–100% of *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum persicaria*, *P. convolvulus* and *Veronica persica*, which was comparable to the effects obtained with the mixture Glifosat 360 SL + ammonium sulphate, applied in doses 2 l/ha and 5 kg/ha, respectively. *Elymus repens* was destroyed in 95%, whereas *Convolvulus arvensis* was found to be resistant to Sting CT 120 SL. The efficacy of this herbicide in a dose of 3 l/ha was distinctly lower. The yield of potato tubers harvested in the plots treated with the herbicide was higher by 35 to 40% than that obtained from the untreated (control) plot.

Key words: glyphosate, potato, weed control

WSTĘP

Uprawa ziemniaków wymaga przeprowadzenia szeregu zabiegów pielęgnacyjnych, które mają za zadanie stworzenie jak najlepszych warunków do wzrostu i rozwoju roślin uprawnych, i w konsekwencji uzyskanie optymalnego plonu. W agrotechnice ziemniaków bardzo ważny jest okres od posadzenia sadzeniaków do wschodów roślin i zwarcia międzyrzędzi, gdyż w tym czasie chwasty, które są lepiej przystosowane do siedliska niż ziemniaki, skuteczniej konkurują o składniki pokarmowe, wodę i światło powodując straty w polonach średnio o 10%–30%, a przy masowym ich występowaniu nawet powyżej 50%. Chwasty powinny być niszczone w momencie ich kiełkowania i wschodów, a więc jeszcze przed wschodami roślin ziemniaka, gdyż wówczas są najbardziej wrażliwe na herbicydy stosowane do ochrony plantacji. Jeżeli chwasty się już dobrze ukorzeniły lub na polu występują gatunki wieloletnie, jak np. *Elymus repens*, wówczas nawet intensywne zabiegi pielęgnacyjne nie są w stanie zapewnić dobrej skuteczności odchwaszczania upraw ziemniaka, a jedynym sposobem jest użycie środków chemicznych (np. herbicydu Roundup 360 SL) (Gruczek, 2004).

W ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie wprowadzeniem do praktyki rolniczej środków nieselektywnych pozwalających na zniszczenie wschodzących na polu chwastów przed siewem i sadzeniem lub przed wschodami roślin uprawnych (Dzienia 1994). Preparatem spełniającym te wymagania jest herbicyd Sting CT 120 SL zawierający w swoim składzie 120 g/l glifosatu oraz 285 g/l siarczanu amonowego. Umożliwia on zwalczanie chwastów przed wschodami buraka cukrowego (Miziniak i in., 2000) kukurydzy, jak i ziemniaka.

Celem podjętych w Zakładzie Ekologii i Zwalczania Chwastów badań była ocena efektywności zwalczania chwastów przed wschodami ziemniaka preparatem Sting CT 120 SL

MATERIAŁ I METODY

W latach 2001–2002 prowadzono badania polowe na plantacjach ziemniaków w miejscowości Turów k/Wrocławia na średnio zasobnych glebach III kompleksu przydatności rolniczej. Doświadczenia zakładano metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach na poletkach o powierzchni 25 m².

Herbicydy stosowano wiosną przed wschodami ziemniaków, które wcześniej obredlono, wówczas gdy wschodzące chwasty wytworzyły już liście właściwe. Ocenę działania preparatów wykonywano metodą bonitacyjną i szacunkową określając zniszczenie chwastów w procentach.

Preparat Sting CT 120 SL badano w dawkach 3 i 4 l/ha, natomiast porównawczo zastosowano Glifosat 360 SL + siarczan amonu w dawce 2 l + 5 kg/ha. Podczas aplikacji herbicydów na poletkach doświadczalnych wschodziły następujące gatunki chwastów: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Polygonum persicaria*, *Veronica persica*,

Polygonum convolvulus i *Convolvulus arvensis*, natomiast *Elymus repens* znajdował się w fazie rozwojowej 2–3 liści.

WYNIKI

Herbicyd Sting CT 120 SL w dawce 3 i 4 l/ha, podobnie jak porównawcza mieszanina Glifosat 360 SL + siarczan amonu (2 l + 5 kg/ha), okazał się selektywny dla ziemniaków odmiany Bryza.

Skuteczność niszczenia większości chwastów dwuliściennych, a także *Echinochloa crus-galli* przez Sting CT 120 SL stosowany w dawce 4 l/ha była bardzo wysoka i wynosiła 98%–100%. Badany preparat dobrze działał również na *Elymus repens*, uzyskano 95% zniszczenia. Porównawcza mieszanina Glifosat 360 SL + siarczan amonu w dawce 2 l + 5 kg/ha nieco słabiej zwalczała *Echinochloa crus-galli* (96% zniszczenia) i *Elymus repens* (94% zniszczenia). *Convolvulus arvensis* okazał się odporny na badane preparaty (tab. 1).

Tabela 1

Skuteczność zwalczania chwastów przez Sting CT 120 SL w uprawie ziemniaka
The efficacy of weed control by glyphosate in potato

Obiekt Object	Dawka Dose (l kg/ha)	Zniszczenie chwastów (%) Weed control (%)							
		<i>Elyre</i>	<i>Echcg</i>	<i>Cheal</i>	<i>Polpe</i>	<i>Verpe</i>	<i>Polco</i>	<i>Amare</i>	<i>Conar</i>
Kontrola Control	—	* 110	* 20	* 23	* 11	* 7	* 5	* 5	* 5
Sting CT 120 SL	3,0	83	90	95	94	95	95	100	20
Sting CT 120 SL	4,0	95	98	100	98	100	97	100	21
Glifosat 360 SL + siarczan amonu (ammonium sulphate)	2,0 + 5,0	94	96	100	98	100	97	100	21

Elyre — *Elymus repens*

Echcg — *Echinochloa crus-galli*

Cheal — *Chenopodium album*

Polpe — *Polygonum persicaria*

* Dla kontroli podano liczbę chwastów (szt./m²)

* Number of weeds per 1 m² is given for the untreated (control) plot

Verpe — *Veronica persica*

Polco — *Polygonum convolvulus*

Amare — *Amaranthus retroflexus*

Conar — *Convolvulus arvensis*

Obniżenie dawki herbicydu Sting CT 120 SL do 3 l/ha wpłynęło na zmniejszenie jego skuteczność niszczenia takich chwastów dwuliściennych jak: *Polygonum persicaria* i *Polygonum convolvulus* (94%–95% zniszczenia) oraz *Chenopodium album* i *Veronica persica* (95% zniszczenia). Znacznie słabsze działanie obserwowano na *Echinochloa crus-galli* (90% zniszczenia) oraz na *Elymus repens*, ten gatunek okazał się średnio wrażliwy gdyż uzyskano tylko 83% zniszczenia. (tab. 1).

Po kwitnieniu ziemniaków obserwowano odrastanie niektórych gatunków chwastów np.: *Elymus repens*, *Polygonum persicaria* i *Convolvulus arvensis*. Szybsze odrastanie obserwowano na poletkach, na których aplikowano herbicyd Sting CT 120 SL w niższej dawce, tj. 3 l/ha (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ herbicydów na zachwaszczenie i plonowanie ziemniaka
Influence of herbicides on weed infestation and yield of potato

Obiekt	Dawka Dose (l, kg/ha)	Plon Yield dt/ha	Stopień pokrycia gleby przez rośliny w % Degree of soil coverage by plants in %								
			Ziemniak Potato	Elyre	Echcg	Cheal	Polpe	Conar	Verpe	Polco	Amare
Kontrola Control	—	153	80	30	12	15	10	7	5	5	3
Sting CT 120 SL	3,0	207	95	7	2	2	3	8	+	1	—
Sting CT 120 SL	4,0	215	95	2	+	+	2	7	+	+	—
Glifosat 360 SL + siarczan amonu (ammonium sulphate)	2,0 + 5,0	210	95	3	+	+	2	8	+	+	—
NIR _{0,05} dla plonu LSD _{0,05} for yield		26,8									
<i>Elyre</i> — <i>Elymus repens</i>						<i>Verpe</i> — <i>Veronica persica</i>					
<i>Echcg</i> — <i>Echinochloa crus-galli</i>						<i>Polco</i> — <i>Polygonum convolvulus</i>					
<i>Cheal</i> — <i>Chenopodium album</i>						<i>Amare</i> — <i>Amaranthus retroflexus</i>					
<i>Polpe</i> — <i>Polygonum persicaria</i>						<i>Conar</i> — <i>Convolvulus arvensis</i>					

WNIOSKI

1. Sting CT 120 SL, stosowany przed wschodami roślin uprawnych, w dawce 3 i 4 l/ha, był całkowicie selektywny dla ziemniaków odmiany Bryza.
2. Sting CT 120 SL w dawce 4 l/ha okazał się bardzo skuteczny w niszczeniu chwastów dwuliściennych i *Echinochloa crus-galli*, dobrze zwalczał również *Elymus repens*.
3. Obniżenie dawki herbicydu Sting CT 120 SL do 3 l/ha spowodowało wyraźny spadek skuteczności niszczenia *Echinochloa crus-galli* i *Elymus repens*.
4. Po zastosowaniu herbicydów, na skutek eliminacji konkurencji chwastów uzyskano istotny przyrost plonu ziemniaków w stosunku do kontroli.

LITERATURA

- Dzienia S. 1994. Nowe tendencje w uprawie roli. Materiały Ogólnopolskiego Seminarium p.t. Nowe tendencje w produkcji zbóż, ziemniaków i roślin strączkowych. Ustka 1994.
- Gruczek T. 2004. Zastosowanie herbicydu Roundup 360 SL do zwalczania chwastów w ziemniaku. Mat. Konf. Nauk. IHAR Bonin. Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Kołobrzeg, 2004: 53 — 40.
- Miziniak W., Banaszak H., Gabarkiewicz R. 2000. Efektywność glifosatu (Sting CT 120 SL) w stosowaniu przedwschodowym w buraku cukrowym i na ściernisku. Progress in Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, vol. 40 (2): 807 — 810.

JANUSZ URBANOWICZZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Zastosowanie herbicydu Sencor 70 WG w produkcji ziemniaka wczesnego

The use of herbicide Sencor 70 WG in early potato production

Przedstawiono wyniki doświadczeń przeprowadzonych w Boninie w latach 1996–1998. Badano skuteczność zwalczania chwastów na plantacji ziemniaka herbicydem Sencor 70 WG stosowanym w różnych dawkach i terminach aplikacji (przed i po wschodach roślin ziemniaka). Najwyższą skuteczność zwalczania chwastów odnotowano po zastosowaniu Sencoru 70 WG w dawce dzielonej (0,3 kg przed wschodami + 0,2 kg po wschodach) dla odmiany Lotos, która wynosiła 93,7%. W przypadku odmiany Aster skuteczność ta wynosiła 92,4% i była zbliżona do skuteczności na obiekcie z pełną dawką Sencoru 70 WG (1,0 kg przed wschodami) — 92,5%. Największą fitotoksyczność stwierdzono na obiekcie, gdzie stosowano Sencor 70 WG po wschodach w dawce 0,5 kg/ha.

Słowa kluczowe: chwasty, fitotoksyczność, metrybuzyna, plon, ziemniak

The results of experiments carried out in Bonin in the years 1996–1998 to assess the efficacy of a herbicide Sencor 70 WG in controlling weeds in potato crops are presented. The herbicide was applied in different doses either prior to potato emergence or after emergence. The greatest efficacy of Sencor 70 WG application was observed when the herbicide was used in a single dose of 1 kg/ha in the preemergence period or in a divided dose, including 0.3 kg/ha and 0.2 kg/ha in the preemergence and after emergence periods, respectively. The phytotoxic effects of plants treatment with Sencor 70 WG were largely diminished when the herbicide was applied in divided doses.

Key words: metribuzin, phytotoxic effects, potato, tuber yield, weeds

WSTĘP

Współczesne tendencje w rolnictwie dążą do zmniejszenia stosowanych dawek herbicydów, by ograniczyć stopień zachwaszczenia do poziomu nieszkodliwego dla rośliny uprawnej, a nie całkowitego wyeliminowania chwastów, co również ma znaczenie dla ochrony środowiska. Regulacja zachwaszczenia powinna opierać się na doborze właściwych herbicydów w odpowiednich dawkach i terminach stosowania (Rola i in., 1997). Zabieg herbicydem w dawkach dzielonych jest jednym z elementów tej regulacji i pozwala lepiej wykorzystać właściwości herbicydów przy obniżeniu zalecanych dawek.

Terminy zabiegów można dostosować do okresów największej konkurencji chwastów w stosunku do rośliny uprawnej (Adamczewski i in., 1997). Korzyścią wynikającą z takiego sposobu stosowania herbicydów jest również zmniejszenie fitotoksycznej reakcji roślin na stosowane herbicydy, obniżenie kosztów pielęgnacji upraw i zmniejszenie pozostałości substancji biologicznie czynnych w produktach rolniczych, z jednoczesnym zachowaniem ich wysokiej skuteczności chwastobójczej (Torstenson, 1996).

Celem badań było określenie reakcji roślin ziemniaka odmian Aster i Lotos na metrybuzynę, zastosowaną w dawkach dzielonych, w terminie przed i po wschodach ziemniaków.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1996–1998 w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie przeprowadzono badania nad skutecznością herbicydu Sencor 70 WG aplikowanego w różnych dawkach i terminach w uprawie ziemniaka wczesnego.

Doświadczenia poletkowe założono metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na glebie bielcowej wytworzonej z gp — gl, klasy IVa–IVb, kompleksu żyniego dobrego. Zawartość próchnicy wynosiła 1,7–2,1, pH gleby oznaczone w KCl wahała się w granicach od 4,9 do 5,5 (kwaśny). Wykaz badanych obiektów przedstawia tabela 1. Badania wykonano na bardzo wczesnej odmianie Aster i wczesnej Lotos. Obydwie charakteryzują się podwyższoną wrażliwością na metrybuzynę — substancję aktywną zastosowanego herbicydu.

Tabela 1

Wykaz badanych kombinacji
List of treatment combinations

Dawka herbicydu Sencor 70 WG (kg/ha) Dose of Sencor 70 WG (kg/ha)		Termin aplikacji Time of application	Symbol Type
Jednorazowa Single	1,0 kg	przed wschodami preemergence	T – O
Dzielona Divided	0,3 kg	przed wschodami preemergence	T – O
	0,2 kg	po wschodach after emergence	T – 1
Jednorazowa Single	0,5 kg	po wschodach after emergence	T – 1
Kontrola Control		—	—

Objawy fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka oceniono w skali 9-stopniowej (tab. 2). Skuteczność zwalczania chwastów określono na podstawie świeżej masy dominujących gatunków chwastów zebranych z powierzchni 1 m², przed zbiorem bulw i porównywano je z kontrolą — bez zabiegów herbicydowych. Po zbiorze bulw określono ich masę i porównano z plonem uzyskanym z kombinacji kontrolnej.

Uzyskane wyniki masy chwastów poddano analizie wariancji (ANOVA), przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$, a wartości średnie testowano testem Tukeya w celu stwierdzenia istotności różnic między badanymi kombinacjami.

Ocenę efektywności ekonomicznej odchwaszczania wykonano w oparciu o metodykę stosowaną przez M. Golinowską (2002) oraz IOR (Łuszczak, 1998; Pruszyński, 1999).

Tabela 2

Skala EWRS do oceny wpływu herbicydu na rośliny ziemniaka Evaluation of herbicide effects on potato plants (in European Weed Research Society scale)	
Skala Scale	Określenie uszkodzeń Phytotoxic effects
1	brak uszkodzeń — no damage
2	lekkie rozjaśnienie brzegów liści lub przy nerwach — slight clearing of leaf margins or veins
3	silne rozjaśnienia brzegów liści lub przy nerwach — severe clearing of leaf margins or veins
4	rozjaśnienia i lekkie nekrozy blaszek liściowych — do 2% — leaf clearing and slight spotting — up to 2%
5	rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych — do 10% — leaf clearing and slight spotting — up to 10%
6	rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych — do 25% — leaf clearing and slight spotting — up to 25%
7	rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych — do 50% — leaf clearing and slight spotting — up to 50%
8	rozjaśnienia i nekrozy blaszek liściowych — do 75% — leaf clearing and slight spotting — up to 75%
9	całkowite zniszczenie części nadziemnych roślin — entire destruction of above-ground part of plant

Analizę ekonomiczną wykonano przyjmując: koszty zabiegów herbicydowych — stanowiły koszt herbicydu (średnia cena z 10 hurtowni) oraz koszt jego zastosowania (przyjęto średnią cenę usługi w rejonie Koszalina); koszt herbicydu (iloczyn dawki preparatu i jego ceny). Kalkulację wykonano na plonie handlowym, przyjmując średnią cenę ziemniaków (na podstawie średnich cen z lat badań).

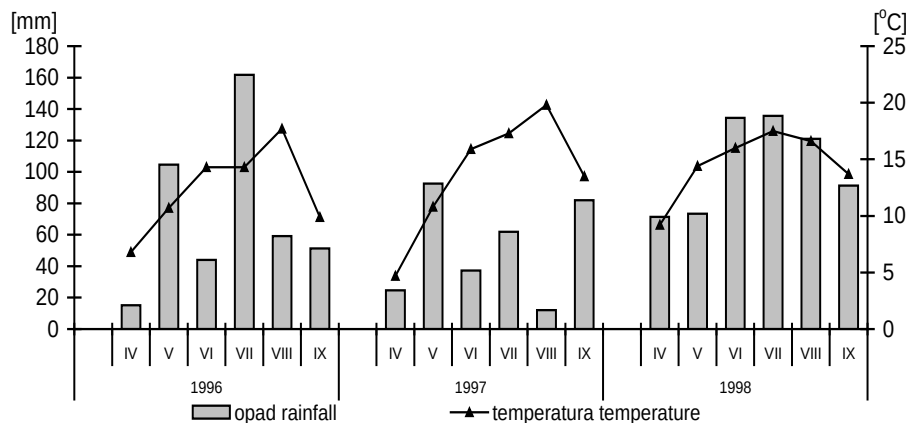
WYNIKI I DYSKUSJA

Substancją biologicznie czynną herbicydu Sencor 70 WG jest metrybuzyna, która należy do grupy triazyn. Ze względu na sposób działania jest zaliczana do inhibitorów fotosyntezy, gdyż blokuje przepływ elektronów w fotosystemie II (Praczyk, 2002). W wyniku jej działania, u roślin wrażliwych, najpierw na liściach starszych występują chlorozy, a później nekrozy. O sile uszkodzeń powodowanych przez metrybuzynę w dużym stopniu decydują niekorzystne warunki pogodowe (Urbanowicz, 2003), a zwłaszcza niska temperatura i niska wilgotność, gdyż wówczas spowalnia się jej metabolizm (Różański, 1998). Metrybuzyna pobierana jest głównie przez korzenie, ale również w mniejszym stopniu przez liście.

Reakcja roślin ziemniaka na stosowane herbicydy ma szczególne znaczenie w produkcji nasiennej, bowiem nawet krótkotrwałe odbarwienia czy też deformacje liści mogą utrudnić, a nawet uniemożliwić wykonanie selekcji negatywnej w wyniku równoczesnego wystąpienia objawów porażenia wirusami z fitotoksycznością.

Ilość opadów po wykonaniu zabiegów również mogła mieć wpływ na wzmożenie fitotoksycznej reakcji roślin. Herbicydy wraz z wodą przemieszczają się w pobliże włóśników korzeni roślin, skąd mogą zostać pobrane (Gruczek, 1980). Zmniejsza się wówczas selektywność ich działania, zwłaszcza na glebach o mniejszej zawartości

próchnicy. W trakcie badań największą sumę opadów odnotowano w 1998 roku, wynosiła ona 343,3 mm, najniższą zaś w 1997 — 198,9 mm (rys. 1). W roku 1996 odnotowano 237,2 mm.



Rys. 1. Przebieg warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym 1996–1998 w Boninie
Fig. 1. Weather conditions in the vegetation seasons in 1996–1998 in Bonin

Nie odnotowano nasilenia, ani też zmniejszenia fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka w poszczególnych latach badań (zróżnicowana ilość opadów). Jednak najdłużej objawy te utrzymywały się w roku 1988, do 33 dni, natomiast w latach 1996 i 1997 — do 26 dni od wykonania ostatniego zabiegu.

Zastosowany przed wschodami ziemniaka herbicyd Sencor 70 WG w pełnej dawce 1,0 kg/ha nie powodował objawów fitotoksycznej reakcji roślin ziemniaka zarówno na odmianie Aster, jak i Lotos (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ różnych dawek i terminów aplikacji herbicydu Sencor 70 WG na fitotoksyczną reakcję roślin ziemniaka (średnia z lat 1996–1998)
Influence of different doses and time of application of herbicide Sencor 70 WG on phytotoxic effects on potato plants (mean for 1996–1998)

Odmiana Aster — Cultivar Aster					
dawka w kg/ha termin aplikacji doses in kg per hectare/ times application		dni od ostatniego zabiegu days after last application			
przed wschodami preemergency	po wschodach after emergence	7	14	21	28
1,0	—	1	1	1	1
0,3	0,2	4	3	2	1
—	0,5	6	4	2	1
odmiana Lotos — cultivar Lotos					
1,0	—	1	1	1	1
0,3	0,2	3	3	2	1
—	0,5	5	3	2	1

Największy efekt fitotoksyczności zaobserwowano po zastosowaniu Sencoru 70 WG w dawce 0,5 kg/ha po wschodach ziemniaka. Objawy te ustąpiły średnio po około 28 dniach od wykonania ostatniego zabiegu, jednak do końca okresu wegetacji rośliny były mniejsze i słabsze w porównaniu do roślin na obiekcie kontrolnym. Mniejszą reakcję zaobserwowano na kombinacji, gdzie zastosowano Sencor 70 WG w dawce dzielonej 0,3 kg/ha przed wschodami i 0,2 kg/ha po wschodach ziemniaka (mniejsza ilość metrybuzyny oddziaływała na części zielone roślin).

Na poletkach doświadczalnych przed wykonaniem zabiegów herbicydowych dominowały następujące gatunki chwastów dwuliściennych: maruna bezwonna *Matricaria inodora* L., fiołek polny *Viola arvensis* Murr., rdest powojowy *Polygonum convolvulus* L. i komosa biała *Chenopodium album* L., które zostały zwalczone. Skuteczność zwalczania chwastów po zastosowaniu po wschodach ziemniaka Sencoru 70 WG w dawce 0,5 kg/ha wynosiła dla odmiany Aster 86,3% i 90,7% dla odmiany Lotos, zaś po zastosowaniu jego pełnej dawki przed wschodami odpowiednio: 92,5% i 86,2%. Po aplikacji Sencoru 70 WG w dawce 0,3 kg/ha przed wschodami i 0,2 kg/ha po wschodach skuteczność była największa i wynosiła 92,4% dla odmiany Aster i 93,7% dla odmiany Lotos. Świeża masa chwastów zebranych z poletek doświadczalnych różniła się istotnie w porównaniu z kontrolnymi, a także między masą chwastów uzyskanych z poletek traktowanych Sencorem 70 WG w różnych dawkach i terminach aplikacji (tab. 4).

Tabela 4

Świeża masa chwastów i skuteczność ich zwalczania (średnia z lat 1996–1998)
Fresh weight of weeds and the efficacy of weed control (mean for 1996–1998)

Dawka Sencoru 70 WG (kg/ha) Dose of Sencor 70 WG (kg/ha)		Świeża masa chwastów Fresh weight of weeds (g/m²)		Skuteczność Efficacy (%)	
przed wschodami preemergence	po wschodach after emergence	odmiana cultivar			
		Aster	Lotos	Aster	Lotos
1,0	0	34,4	46,5	92,5	86,2
0,3	0,2	35,1	21,7	92,4	93,7
0	0,5	63,0	31,3	86,3	90,7
Kontrola Control		460,5	336,3	—	—
NIR		1,69	4,25	—	—
LSD					

Najwyższy plon bulw uzyskano po zastosowaniu Sencoru 70 WG przed wschodami ziemniaka w pełnej, zalecanej dawce (1,0 kg/ha), a najniższy — po jego aplikacji w dawce 0,5 kg/ha po wschodach. Było to związane z długo utrzymującymi się objawami fitotoksycznej reakcji na roślinach ziemniaka. Odmiany Aster i Lotos są wrażliwe na metrybuzynę i mają krótki okres wegetacji. Z tych względów czas na pokonanie stresu wywołanego obecnością herbicydu i odbudowę chlorofilu okazał się niewystarczający, co w konsekwencji doprowadza do znacznego obniżenia plonu (tab. 5).

Wielkość plonu handlowego oraz jego przyrost w stosunku do plonu uzyskanego z poletek kontrolnych był najwyższy po zastosowaniu Sencoru 70 WG w dawce 1,0 kg/ha

przed wschodami, a także w dawce dzielonej 0,3 kg/ha przed wschodami i 0,2 kg/ha po wschodach ziemniaków. Wskaźnik pokrycia kosztów E określa stosunek wartości uratowanego plonu do kosztów poniesionych na zwalczanie chwastów i powinien być wyższy od jedności, by zabieg był opłacalny (Pruszyński, 1999). Zarówno w przypadku odmiany Aster i Lotos wartość współczynnika E była wyższa od 1, ale tylko dla dawki Sencoru 1,0 kg/ha stosowanego przed wschodami oraz dla dawki dzielonej (tab. 6).

Tabela 5

Plon bulw Tuber yield			
Dawka Sencoru 70 WG (kg/ha) Dose of Sencor 70 WG (kg/ha)		Średni plon bulw (%) Average tuber yield	
przed wschodami preemergence	po wschodach after emergence	odmiana cultivar	
		Aster	Lotos
1,0	0	129	113
0,3	0,2	121	102
0	0,5	99	96
Kontrola Control		100	100

Tabela 6

Oplacalność chemicznego zwalczania chwastów w ziemniaku
Profitability of chemical weeds control in potatoes

Odmiana Aster Cultivar Aster								
dawka Sencoru 70 WG (kg/ha) dose of Sencor 70 WG (kg/ha)		plon ogólny total yield (t/ha)	plon handlowy commercial yield (t/ha)	przyrost plonu increase of yield (t/ha)	wartość zwyżki plonu value of commercial yield increase (PLN)	E	Q ₁ (dt)	Q ₂ (%)
przed wschodami preemergence	po wschodach after emergence							
1,0	0	36,4	29,8	6,7	1876	9,4	7,1	2,0
0,3	0,2	34,2	28,0	4,9	1372	8,4	5,8	1,7
0	0,5	27,9	22,9	—	—	—	—	—
Kontrola Control		28,2	23,1	—	—	—	—	—
NIR		3,7	1,9	—	—	—	—	—
LSD		—	—	—	—	—	—	—
odmiana Lotos cultivar Lotos								
1,0	0	38,8	31,8	3,7	1036	5,2	7,1	1,8
0,3	0,2	35,0	28,7	0,6	168	1,1	5,8	1,6
0	0,5	33,0	27,1	—	—	—	—	—
Kontrola Control		34,3	28,1	—	—	—	—	—
NIR		2,3	1,2	—	—	—	—	—
LSD		—	—	—	—	—	—	—

E — Wskaźnik pokrycia kosztów; Coefficient of defrayal index

Q₁ — Wskaźnik opłacalności; Profitability index

Q₂ — Wskaźnik opłacalności zabiegów; Profitability index

Wskaźnik opłacalności — Q_1 , określa jaką ilością kwintali produktu chronionego zostaną zrównoważone koszty zabiegów (Łuszczak, 1998). Koszt zwalczania chwastów dla tych dwóch kombinacji wymaga przeznaczenia na ten cel (dla obydwu odmian) odpowiednio 7,1 dt i 5,8 dt plonu handlowego (Q_1). Wskaźnik opłacalności zabiegów — Q_2 , określa jaki procent wartości chronionego plonu stanowią koszty zabiegów. Dla ziemniaka wartość graniczna tego wskaźnika wynosi 10%, po przekroczeniu tej wartości ochrona jest nieopłacalna (Juszczak, 1998; Pruszyński, 1999; Golinowska, 2002; Gruczek, 2003). Koszty te są równoważone średnio przez 2,0% plonu (Q_2). Z analizy ekonomicznej wynika, że zastosowanie herbicydu Sencor 70 WG w dawce 0,5 kg/ha po wschodach roślin ziemniaka, pomimo wysokiej skuteczności chwastobójczej nie jest opłacalne, ponieważ uzyskany plon nie równoważy kosztów poniesionych na ochronę plantacji przed chwastami. Ma to ścisły związek z fitotoksyczną reakcją odmiany Aster i Lotos na Sencor 70 WG stosowany po wschodach, co w konsekwencji doprowadziło do obniżenia plonu (tab. 6).

Zastosowanie w praktyce dawek dzielonych herbicydu Sencor 70 WG nie wpływa na obniżenie jego wysokiej skuteczności w niszczeniu zachwaszczenia. Poza tym podzielenie zalecanej dawki preparatu, zmniejsza jego fitotoksyczne oddziaływanie na rośliny ziemniaka (Urbanowicz, 2003).

WNIOSKI

1. Zastosowanie herbicydu Sencor 70 WG w dawkach dzielonych obniżało uszkodzenia roślin ziemniaka i nie wpłynęło na zmniejszenie jego wysokiej skuteczności chwastobójczej w porównaniu do dawki jednorazowej zastosowanej po wschodach.
2. Najwyższą skuteczność zwalczania chwastów odnotowano po zastosowaniu Sencoru 70 WG w dawce dzielonej (0,3 kg przed wschodami + 0,2 kg po wschodach) dla odmiany Lotos, która wynosiła 93,7%. W przypadku odmiany Aster skuteczność ta wynosiła 92,4% i była zbliżona do skuteczności na obiekcie z pełną dawką Sencoru 70 WG (1,0 kg przed wschodami) — 92,5%.
3. Wysoką efektywność zapewnia stosowanie herbicydu Sencor 70 WG w dawce pełnej przed wschodami (1,0 kg/ha) i dzielonej (0,3 kg/ha przed i 0,2 kg/ha po wschodach).
4. Na plantacjach nasiennych i w uprawie odmian o podwyższonej wrażliwości na metrybuzynę bezpieczne jest stosowanie tego herbicydu w zalecanych dawkach w terminie przed wschodami.

LITERATURA

- Adamczewski K., Dobrzański A. 1997. Regulowanie zachwaszczenia w integrowanych programach uprawy roślin. Prog. Plant Prot. / Post. w Ochr. Roślin. 37 (1): 58 — 65.
- Golinowska M., Pytlarz-Kozicka M. 2002. Plonowanie ziemniaków a efektywność zabiegów ochrony roślin. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rolnictwo LXXXIII (444): 81 — 94.
- Gruczek T. 1980. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych na efektywność działania Afalonu w uprawie ziemniaków. Ziemiak: 79 — 112.

- Gruczek T. 2003. Zastosowanie Plateenu 41,5 WG do zwalczania chwastów w ziemniakach. Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Konferencja. Kołobrzeg, 24–25.04.2003. IHAR ZNiOZ Bonin: 37 — 42.
- Juszczak M. 1998. Rachunek ekonomiczny chemicznej ochrony wybranych upraw polowych. Łączne stosowanie agrochemikaliów w uprawach rolniczych. Chronić czy nie? Ekonomiczne aspekty ochrony roślin. Konferencja. Poznań, 21–22. 09. 1998. IOR Poznań: 90 — 118.
- Praczyk T. 2002. Diagnostyka uszkodzeń herbicydowych roślin rolniczych. PWRiL Poznań: 144 ss.
- Pruszyński S. 1999. Łączne stosowanie agrochemikaliów w uprawach rolniczych. Praca zbiorowa IOR Poznań: 142 ss.
- Rola J., Rola H. 1997. Strategia postępu w herbologii. Prog. Plant Prot. / Post. w Ochr. Roślin. 37 (1): 66 — 71.
- Różański L. 1998. Przemiany pestycydów w organizmach żywych i środowisku. Agro-Environ. Lab. Poznań, 382 ss.
- Torstenson L. 1996. Herbicides in the environment. Proc. Second Inter. Weed Control Congress, 25–28. 06. 1996. Copenhagen, Denmark (I): 267 — 274.
- Urbanowicz J. 2003. Zastosowanie różnych dawek i terminów aplikacji herbicydu Sencor 70 WG do zwalczania chwastów w ziemniaku. Ochrona ziemniaka. Konferencja. Kołobrzeg, 24– 25.04.2003. IHAR ZNiOZ Bonin: 42 — 44.
- Urbanowicz J. 2003. Reakcja odmian ziemniaka na metrybuzynę stosowaną po wschodach. Prog. Plant Prot. 43 (1): 436 — 441.

TERESA PASTUSZEWSKA¹**IWONA JUNOSZA KISIELEWSKA**¹**WERONIKA GRZECH**²**SEBASTIAN BRZozowski**²¹ Pracownia Chorób i Szkodników Kwarantannowych Ziemniaka
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Bydgoszczy² Katedra Fitopatologii

Akademia Techniczno-Rolnicza, Bydgoszcz

Rozwój bakteriozy pierścieniowej ziemniaka w rozmnożeniach wegetatywnych roślin

Development of bacterial ring rot infection in potato plants reproduction

W doświadczeniu polowym, w Pracowni Chorób i Szkodników Kwarantannowych Ziemniaka, w latach 2001–2003 śledzono rozwój objawów bakteriozy pierścieniowej ziemniaka w bulwach potomnych 8 prób (w próbie od 90–180 bulw) różnych odmian ziemniaka, w których stwierdzono metodą immunofluorescencyjną porażenie latentne. W pierwszym roku doświadczenia pierwsze symptomy choroby na liściach zaobserwowano w 8 tygodniu od wysadzenia u ok. 6% roślin ziemniaka (nr 27, 40, 170 i 187), pod koniec lipca liczba ich wzrosła do 80%. W następnych latach typowych objawów dla tej choroby na roślinach nie obserwowano. Każdego roku dwukrotnie oceniano bulwy potomne w poszukiwaniu widocznych objawów, zewnętrznych i wewnętrznych, na ich przekroju. Obserwacje te wykonywano zaraz po zbiorze oraz po przechowaniu na wiosnę. Bulwy wykazywały objawy od 0% (nr 63) do 21,6% (nr 170) — od ich braku, poprzez szkliste do kremowożółtych stref w wiązce przewodzącej w okolicy przystolonowej, potem żółtych do jasnobrązowych, aż do całkowitego zniszczenia wiązek naczyniowych i wycieku, przy ucisku bulw, śluzu bakteryjnego wraz ze zmacerowanymi tkankami bulwy.

Słowa kluczowe: bakterioza pierścieniowa ziemniaka, bulwy, porażenie latentne, metoda immunofluorescencyjna, objawy, rośliny

The development of bacterial ring rot symptoms in 8 samples of progeny tubers (90–180 tubers per sample), in which latent infection was detected by immunofluorescence methods, was examined in a field experiment in 2001–2003. First bacterial ring rot symptoms on leaves appeared in the 8th week after tubers planting in samples 27, 40, 170 and 187 (6% of leaves infested). They consisted of wilting of lower leaves, overcolouring and rolling of leaves margins inwards. Progeny tubers were examined twice a year, in autumn and in spring. Internal tuber symptoms ranged from glassy to cream — yellow zones along the vascular tissue near the stolon. In later stages of the disease yellowish rings were observed. Maximum percentage (21.6%) of tubers with visible symptoms was found in a sample no. 170.

Key words: bacterial ring rot, latent infection, immunofluorescence method, plants, tubers, symptoms

WSTĘP

Sprawcą groźnej choroby kwarantannowej ziemniaka — bakteriozy pierścieniowej jest gramododatnia bakteria *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms). Choroba jest trudna do wykrycia ze względu na jej cechy epidemiologiczne takie jak: wewnętrzne przemieszczanie się bakterii wiązkami naczyniowymi, bardzo powolny rozwój objawów na roślinie i ich maskowanie przez zgnilizny wywoływane przez towarzyszące mikroorganizmy oraz często bezobjawową postać choroby (Dykstra, 1941, 1942; Slack, 1987). Dopóki nie wystąpią wyraźne objawy choroby jest ona trudna do wykrycia na plantacji jak i w przechowalni czy kopcach.

Na częściach nadziemnych roślin ziemniaka objawy chorobowe ujawniają się późno, zwykle po kwitnieniu lub nawet pod koniec wegetacji. Mogą również wcale nie wystąpić. Z tego powodu choroba może być mylona z innymi, na przykład z zarazą ziemniaka (*Phytophthora infestans*), wędnięciem (*Verticillium albo-atrum*), czy też z objawami starzenia się rośliny. Pierwsze objawy choroby pojawiają się na niżej położonych liściach, wokół łodygi bądź z jej jednej strony. Brzegi liści zwijają się łyżeczkowato, bledną, więdną, usychają i zwisają. Liście i łodygi zmieniają barwę na matowojasnozieloną, szarzieloną, czasem są cętkowane, żółte, w końcu brunatnieją i obumierają. Wędnięcie postępuje od dołu ku górze łodygi. Mogą być zaatakowane liście z jednej strony łodygi lub listki z jednej strony liścia. Nasilenie objawów zależy od warunków środowiskowych, stężenia bakterii w tkance, a także odmiany ziemniaka. Przy utrzymującej się suszy i temperaturach w granicach 21–23°C (optimum temperatury wzrostu dla Cms) choroba rozwija się szybciej, natomiast nadmiar wilgoci hamuje jej rozwój.

Objawom występującym na częściach nadziemnych roślin towarzyszą objawy zewnętrzne i wewnętrzne na bulwach. Porażenie młodych bulw następuje poprzez stolony. Wczesne objawy infekcji uwiadcniają się na przekroju bulw w części przystolonowej, w postaci różnej długości, szklistych do kremowożółtych przebarwień wiązek przewodzącej. W stadium zaawansowanym choroby przebarwienie wiązek przewodzącej może być koloru jasnobrązowego i może obejmować cały jej obwód. Przy ściśnięciu bulwy, w miejscu przebiegu wiązki następuje jej rozwarstwienie, równocześnie można obserwować wyciek kremowego, serowatego i bezwonnego śluzu bakteryjnego zawierającego również zmacerowane tkanki rdzenia bulwy. W zaawansowanym stadium choroby można zauważyć objawy zewnętrzne w okolicy oczek — jasnoczerwone lub brunatne plamy oraz gwiazdkowate pęknięcia skórki. Bulwy z takimi objawami są podatne na wtórną infekcję bakteriami mokrej zgnilizny (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*), która może maskować objawy bakteriozy pierścieniowej.

Małe populacje sprawcy choroby zasiedlające tkankę roślin ziemniaka mogą nie wywoływać żadnych objawów, a wówczas choroba przebiega w postaci bezobjawowej, zwanej również latentną (Dykstra, 1941, 1942), a u tolerancyjnych odmian mogą wywoływać tylko niespecyficzne objawy, podobne do tych, jakie wywołują inne patogeny, czy też trudne do odróżnienia od objawów fizjologicznego starzenia się roślin. Porażenie latentne jest szczególnie niebezpieczne, ponieważ może nie powodować żadnych objawów na roślinach i bulwach nawet przez kilka rozmnożeń wegetatywnych roślin (De Boer

i McNaughton, 1986; Slack, 1987; De Boer i in., 1992b; Manzer i in., 1987) przyczyniając się do rozprzestrzeniania choroby.

W Polsce bakteria *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* zaliczana jest do szczególnie groźnych organizmów szkodliwych, objętych przepisami kwarantannowymi, nakazującymi przymusowe zwalczanie, z przyjęciem tolerancji zerowej. Obecnie brak jest dostępnej metody bezpośredniego chemicznego czy biologicznego zwalczania (EPPO/CABI, 1997). Wyhodowano kilka tolerancyjnych, o pewnej odporności, odmian takich jak: Furore, Merrimack, Saranac, Teton, Wolhthman (Bonde i in., 1942, 1947; Riedl i in., 1946; Lansade, 1950; Akeley i in., 1955). Odmiany te po inokulacji ulegały tylko lekkiemu porażeniu, ze względu jednak na nie dość dobre inne cechy użytkowe nie zostały szerzej wykorzystane w uprawie. Kriel i inni (1995) stwierdzili odporność na *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* u 9 tetraploidalnych dzikich gatunków *Solanum*.

Jak dotąd najważniejszym sposobem zwalczania i zapobieżenia rozprzestrzenianiu się choroby jest produkcja zdrowego materiału nasiennego i hodowlanego. Jest to możliwe tylko przez systemowe testowanie i kwalifikację tych materiałów, by wyeliminować z nich zainfekowane bulwy. Aby skutecznie usuwać bulwy porażone latentnie, niezbędne stało się opracowanie odpowiednio czułych, specyficznych i sprawnych metod laboratoryjnych. W sprawie wykrywania i diagnozowania bakteriozy pierścieniowej ziemniaka Dyrektywa UE i Procedura Kwarantanna EPPO (Dyrektywa EEC 93/85; Anonim, 1990) zalecają w pierwszym etapie wizualną ocenę 200 bulw z 25-tonowej partii. Następnie przeprowadzenie ekstrakcji bakterii z tkanki bulw i wykrywanie patogena metodą pośredniej immunofluorescencji (IFAS). Dla potwierdzenia wyniku pozytywnego w IFAS zaleca się wykonanie testu oberzynowego, tj. zainokulowanie roślin *Solanum melongena* w celu selektywnego rozmnożenia bakterii, a następnie izolację na podłoże mikrobiologiczne i ponowne przeprowadzenie testu IFAS. Specyficzność testu IFAS ograniczają reakcje krzyżowe stosowanych przeciwciał poliklonalnych, które w dużym stopniu można zredukować używając w kolejnym etapie przeciwciał monoklonalnych (Calzolari i in., 1982; Crowley i De Boer, 1982; De Boer i Wieczorek, 1984; De Boer i Mc Naughton, 1986). Duże trudności w diagnostyce przy wykorzystaniu IFAS stwarzają próby zawierające niskie koncentracje komórek bakteryjnych *Cms*. W ostatnich latach coraz szersze zastosowanie w diagnostyce bakterii mają metody molekularne (w tym technika PCR) jako odznaczające się wyższą czułością detekcji. Technika PCR została również wykorzystana przez szereg autorów do wykrywania bakterii *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* jako dodatkowa metoda weryfikująca niejednoznaczne czasami wyniki uzyskane w teście IFAS (Schneider i in., 1993; Firrao i Lozzi, 1994; Pastuszewska, 1999; Pastrik i Rainey, 1999).

Celem badań było śledzenie przez okres trzech lat rozwoju latentnej postaci bakteriozy pierścieniowej w trzech kolejnych rozmnożeniach wegetatywnych roślin ziemniaka. Chcieliśmy dowiedzieć się po upływie, jakiego czasu z bulw porażonych latentnie przez *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus*, wyrosną bulwy potomne z widocznymi objawami chorobowymi.

MATERIAŁ I METODY

Materiał roślinny

Materiałem wyjściowym było 8 prób ziemniaków różnych odmian i różnego pochodzenia (w próbie od 90 do 180 bulw), z których 3 pozyskano z badań masowych Inspekcji Ochrony Roślin oraz 5 z badań własnych. Pierwsza grupa, to pięć prób o nr: 27, 40, 170, 186 i 187, ze stwierdzoną testem pośredniej immunofluorescencji (IFAS) latentną postacią bakteriozy pierścieniowej. W próbach nr 27 i 40 stwierdzono ok. 10^7 komórek bakterii w 1 ml osadu (10^7 cfu/ml osadu), w próbach 170, 186 i 187 — ok. 10^6 cfu/ml osadu.

Drugą grupę stanowiły trzy próby o nr: 33, 46 i 63, które na podstawie testu IFAS były podejrzane o porażenie chorobą. Stwierdzono w nich poniżej 10^3 cfu/ml osadu, czyli poniżej progu wykrywalności tej metody.

Miejsce przeprowadzenia badań

Doświadczenie przeprowadzono w Pracowni Chorób i Szkodników Kwarantannowych Ziemniaka latach 2001–2003 na polu doświadczalnym na terenie IHAR w Bydgoszczy. W 2001 roku wysadzano z każdej próby wszystkie bulwy, jakimi dysponowano: z nr 170 i 187 po 90 bulw, z nr 33 i 63 po 135 bulw oraz z nr 27, 40, 186 i 46 po 180 bulw. W latach następnych z każdej próby wysadzano po 100 bulw pobranych losowo.

Przeprowadzone zabiegi pielęgnacyjne

Chwasty usuwano ręcznie, zastosowano insektycyd przeciwko stonce ziemniaczanej. Bulwy przechowywano przez okres zimy w ziemnej piwnicy, w której utrzymywała się temperatura ok. 4–5°C.

Przeprowadzone obserwacje

W czasie wegetacji prowadzono obserwacje roślin. Z tych, na których zaobserwowano objawy w postaci jednostronnych wędnieć na niżej położonych liściach, zwijających się łyżeczkowato brzegów liści i przebarwień, pobierano próbki tkanki i wykonywano preparaty mikroskopowe według metody IFAS dla potwierdzenia występowania sprawcy choroby.

Po zbiorze, w obrębie każdej próby, wszystkie zebrane bulwy potomne oceniano pod względem występowania objawów zewnętrznych i wewnętrznych. W tym celu wszystkie bulwy przecinano i obserwowano wiązki przewodzące, określając procent bulw z typowymi objawami. Bulwy porażone i gnijące po uparowaniu odrzucano, pozostałe bez objawów przechowywano do wiosny następnego roku. Wiosną ponownie przeprowadzono obserwacje objawów chorobowych, liczono bulwy z objawami. Wybierano do sadzenia bulwy bez widocznych objawów chorobowych, pozostałe parowano i wyrzucano.

Sposób wykrywania i identyfikacji *C. michiganensis* subsp. *sepedonicus* w próbach roślin ziemniaka według metody pośredniej immunofluorescencji (IFAS)

Ekstrakcja bakterii *Cms* z bulw i łodyg roślin

Próbę bulw (90–200 bulw) myto pod bieżącą wodą i wysuszono. Przy pomocy jałowego skalpela obierano skórkę z części przystolonowej i pobierano stożkowate wycinki z tkanki przewodzącej. W przypadku prób roślin, łodygi (ok. 10 cm części przyziemnej) cięto

jałowym skalpelem na krótkie odcinki. Wszystkie wycinki bulw bądź odcinki łodyg umieszczano w jednorazowym pojemniku, zalewano buforem do maceracji PB 0,05M, pH 7,0 (Na_2HPO_4 , KH_2PO_4 , H_2O) i wytrząsano na wytrząsarce poziomej przez 4 godz., przy obrotach 130 obr./min. Następnie roztwór przenoszono do probówki wirówkowej, wirowano w wirówce z chłodzeniem (4°C) 10 minut przy obrotach 10 000 obr./min. Supernatant odrzucano, a osad zawieszano w buforze PB 0,01 M, pH 7,2 (NaH_2PO_4 , NaH_2PO_4 , H_2O). Tak przygotowane próby analizowano według testu IFAS.

Wykonanie preparatów według testu IFAS

Przygotowano seryjne dziesięciokrotne rozcieńczenia ($10\times$, $100\times$, $1000\times$) w buforze PB 0,01 M, pH 7,2 (j.w). Kolejne rozcieńczenia osadu nanoszono na okienka wielopunktowego szkiełka mikroskopowego. Na oddzielnym szkiełku mikroskopowym przygotowano kontrolę pozytywną nanosząc zawiesinę kultury *Cms* BPR IOR nr 527 (w stężeniu 10^6 komórek /ml). Powietrznie wysuszone preparaty utrwalano 95% alkoholem etylowym. W pierwszym etapie reakcji nanoszono swoiste kozie przeciwciała poliklonalne i po 30 min. inkubacji w wilgotnej komorze sflukiwano i moczo (2 $\times$ 5 min.) w buforze PBS 0,01 M. PH 7,2 (Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , NaCl , H_2O). W drugim etapie nanoszono koniugat przeciwciał króliczych z FITC oraz sflukiwano i moczo jak poprzednio. Obydwa przeciwciała zakupiono w Loeve. Do preparatu dodawano bufor fosforanowy z glicerolem (Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , glicerol, H_2O) i przykrywano szkiełkiem nakrywkowym. Preparaty przeglądano w mikroskopie fluorescencyjnym Zeiss Jenalumar, przy powiększeniu 650 razy. W preparatach z badanych prób, w co najmniej 10 losowo wybranych polach widzenia, poszukiwano morfologicznie typowych, fluoryzujących komórek bakteryjnych (porównując je z kontrolą pozytywną) i przeliczano je na mililitr nierozcieńczonego osadu. Próg wykrywalności dla metody IFAS równa się 10^3 – 10^4 komórek na mililitr nierozcieńczonego osadu. Mniej niż 1 komórka fluoryzująca w polu widzenia mikroskopu (< 1 IFU/ pole widzenia mikroskopu) odpowiada populacji bakterii mniejszej niż 10^3 cfu/ml osadu.

WYNIKI

W czasie wegetacji typowe objawy na roślinach zaobserwowano tylko w pierwszym roku doświadczenia. Sprzyjały temu korzystne warunki pogodowe — małe opady i średnia temperatura. Objawy ujawniły się już po upływie ok. 8 tygodni na poletkach z próbami nr 27, 40, 170 i 187. Na około 6% roślin obserwowano jednostronne wędnięcia niżej położonych liści, zwijające się łyczeczkowato brzegi liści i ich przebarwienia. Wykonane z podejrzanych roślin preparaty mikroskopowe według metody IFAS, we wszystkich pobranych roślinach potwierdziły występowanie bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Z czasem liście stawały się żółte, potem brunatne i obumierały. Pod koniec lipca roślin z wyraźnymi objawami choroby na poletkach w próbach 27 i 40 było ok. 80%, natomiast w próbach nr 170, 186 i 187 ok. 50%.

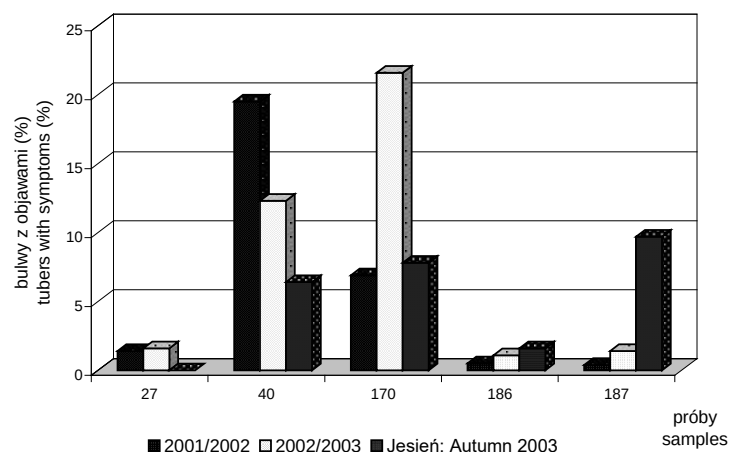
Zakres porażenia bulw potomnych z pierwszego rozmnożenia (tab. 1) był następujący: w potomstwie pierwszej grupy prób porażonych latentnie bakteriozą pierścieniową

ziemniaka (nr: 27, 40, 170, 186, 187), po zbiorze wahał się od 0%–0,9% (odpowiednio w nr 186 i 40), po przechowaniu w potomstwie nr 40 wzrósł do 19,5% (rys. 1).

Tabela 1

Porażenie bulw potomnych bakteriozą pierścieniową w latach 2001–2002
Infestation of potato progeny tubers by bacterial ring rot (2001–2002)

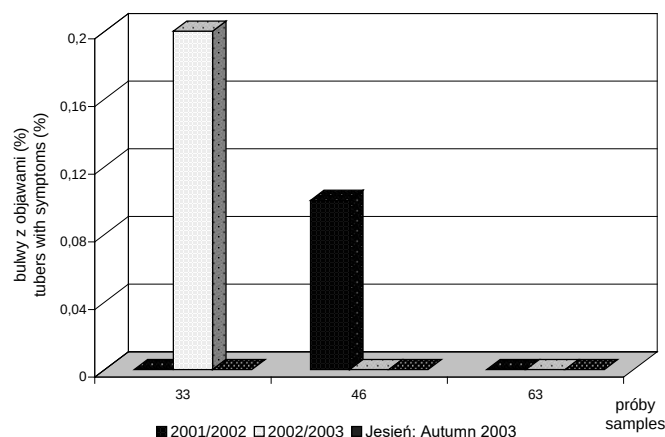
Numer próby Sample	Liczba bulw potomnych ogółem Number of progeny tubers	Bulwy z objawami Tubers with visible symptoms						Bulwy gnijące% Decayed tubers
		jesień 2001 autumn	%	wiosna 2002 spring	%	razem j + w total a + s	%	
27	2200	8	0,4	22	1,0	30	1,4	1,9
40	1100	10	0,9	205	18,6	215	19,5	7,7
170	550	1	0,2	37	6,7	38	6,9	11,3
186	1600	0	0,0	8	0,5	8	0,5	3,4
187	700	2	0,3	1	0,1	3	0,4	6,7
33	1600	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4,1
46	2166	2	0,1	0	0,0	2	0,1	0,9
63	1650	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2,0



Rys. 1. Porażenie bulw potomnych pochodzących z bulw porażonych latentnie bakteriozą pierścieniową ziemniaka (2001–2003)

Fig. 1. Infestation of tubers produced by potato plants grown from tubers with proved latent infection with ring rot (2001–2003)

W potomstwie drugiej grupy prób podejrzanych o porażenie latentne (nr: 33, 46, 63) zakres porażenia po zbiorze i po przechowaniu przez 6 miesięcy nie zmienił się i wyniósł od 0%–0,1%. W potomstwie z próby nr 46 znaleziono po zbiorze 2 bulwy z objawami (0,3%) (rys. 2).



Rys. 2. Porażenie bulw potomnych pochodzących z bulw podejrzanych o porażenie latentne bakteriozą pierścieniową ziemniaka (2001–2003)

Fig. 2. Infestation of tubers produced by potato plants grown from tubers with probable latent infection with ring rot (2001–2003)

Zakres porażenia bulw potomnych drugiego rozmnożenia (tab. 2) był następujący: w pierwszej grupie po zbiorze wahał się od 0 do 0,3% (bulwy z objawami znaleziono tylko w nr 170), a wiosną po okresie przechowywania wzrósł do 1,1%–21,3%.

Tabela 2

Porażenie bulw potomnych bakteriozą pierścieniową w latach 2002–2003
Infestation of potato progeny tubers by bacterial ring rot (2002–2003)

Numer próby Sample	Liczba bulw potomnych ogółem Number of progeny tubers	Bulwy z objawami Tubers with visible symptoms						Bulwy gnijące% Decayed tubers
		jesień 2002 autumn	%	wiosna 2003 spring	%	razem j + w total a + s	%	
27	747	0	0,0	12	1,6	12	1,6	15,8
40	578	0	0,0	71	12,3	71	12,3	23,4
170	352	1	0,3	75	21,3	76	21,6	26,4
186	645	0	0,0	7	1,1	7	1,1	22,5
187	710	0	0,0	10	1,4	10	1,4	11,1
33	833	1	0,1	1	0,1	2	0,2	15,6
46	1011	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1,1
63	522	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3,1

Najwięcej bulw z objawami stwierdzono w próbie nr 170 (21,6%) i nr 40 (12,3%). W próbach tych zanotowano również najwyższy procent bulw gnijących, odpowiednio 26,3% i 23,4%.

W potomstwie drugiej grupy tylko w jednej próbie nr 33 znaleziono po zbiorze i po przechowaniu po 1 bulwie z objawami.

Zakres porażenia bulw potomnych trzeciego rozmnożenia (tab. 3) kształtował się dla pierwszej grupy pomiędzy 0% a 9,7%. Żadnej porażonej bulwy nie znaleziono w nr 27, najwięcej w nr 187.

Tabela 3

Porażenie bulw potomnych bakteriozą pierścieniową — jesień 2003
Infestation of potato progeny tubers by bacterial ring rot — autumn 2003

Numer próby Sample	Liczba bulw potomnych ogółem Number of progeny tubers	Bulwy z objawami Tubers with visible symptoms		Bulwy gnijące % Decayed tubers
		liczba number	%	
27	747	0	0,0	1,7
40	360	23	6,4	21,4
170	574	45	7,8	24,6
186	555	9	1,6	15,7
187	538	4	9,7	11,9
33	690	0	0,0	7,2
46	933	0	0,0	0,1
63	822	0	0,0	0,5

Tabela 4

Zróznicowanie reakcji bulw różnych genotypów ziemniaka na bakteriozę pierścieniową ziemniaka w latach 2001–2003

Differentiation of tuber reaction to ring rot in potato genotypes studied in 2001–2003

Nr próby Sample	Liczba bulw potomnych Number of progeny tubers	Bulwy z objawami Tubers with visible symptoms		Bulwy gnijące % Decayed tubers
		suma sum	%	
27	3694	42	1,1	4,6
40	2038	309	15,2	14,4
170	1476	159	10,8	20,0
186	2800	24	0,9	10,0
187	1948	17	0,9	9,7
33	3123	2	0,1	7,9
46	4110	2	0,04	0,8
63	2994	0	0,0	0,02

W roku 2003 zakończono trzyletnie obserwacje rozwoju infekcji. Zbiorcze wyniki za ten okres przedstawiono w tabeli 4. Zakres porażenia bulw potomnych, jaki zanotowano za okres trzech lat badań był następujący:

- w pierwszej grupie pochodzących z prób porażonych latentnie (nr: 27, 40, 170, 186, 187) wahał się w granicach od 0,9% (nr 186 i 187) do 15,2% (nr 40),
- w bulwach potomnych wszystkich prób porażonych latentnie bulwy z objawami choroby znaleziono już w pierwszym rozmnożeniu,
- -najwięcej bulw z objawami wykryto w potomstwie z próby nr 40, odpowiednio w roku 2001/2002 w pierwszym rozmnożeniu zanotowano ich najwięcej — 19,5%; w 2002/2003 — 12,3%; jesienią 2003 — 6,4%, średnio za okres trzech lat obserwacji — 15,2% (tab. 1, 2, 3, 4),

- w potomstwie z drugiego rozmnożenia próby nr 170, w ciągu trzyletnich obserwacji zarejestrowano najwyższy z wszystkich prób procent bulw z objawami (21,6%) i gnijących (26,4%) (tab. 2),
- w drugiej grupie prób podejrzanych o porażenie (nr 33, 46 i 63) w pierwszym roku tylko w próbie nr 46 znaleziono bulwy z objawami (tab. 1), w drugim w próbie nr 33 (tab. 2). Natomiast w próbie nr 63 w ciągu trzech lat obserwacji nie stwierdzono żadnej bulwy z objawami (tab. 1, 2, 3).

DYSKUSJA

Bakterie *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* w niskim stężeniu w łodydze czy bulwach mogą w ogóle nie wywoływać żadnych objawów chorobowych w łodydze czy bulwach. Pojawienie się objawów na roślinach na plantacji jest zmienne, nie zawsze zauważalne, a jeżeli wystąpi to jest obserwowane pod koniec wegetacji, w okresie starzenia się roślin. Nasilenie objawów jest uzależnione od warunków otoczenia, stężenia bakterii wewnątrz rośliny, również odmiany ziemniaka, a objawy mogą być maskowane przez objawy fizjologicznego starzenia się roślin, a także obecność innych patogenów (De Boer, Naughton, 1986; Bishop i Slack, 1987; De Boer i in., 1992). Niewiele jeszcze wiadomo, z jaką częstotliwością pojawiają się infekcje latentne. Przypuszcza się, że na wielkość populacji bakterii mają wpływ warunki naturalne na plantacjach (De Boer i Mc Naughton, 1986; Kawchuk i in., 1998). De Boer i Mc Cann (1990) w próbach, w których testem IFAS wykrywali liczną populację bakterii *C. m.* subsp. *sepedonicus*, stwierdzali tylko 9% bulw z objawami. Porażenia latentne mogą być niewykrywalne przez okres kilku lat uprawy (Manzer i in., 1987). Sztucznie infekowane bulwy traktowane w jednakowy sposób mogą zachowywać się różnie (Westra i Slack, 1994; Kawchuk i in., 1998; Nelson i in., 1992; De Boer i in., 1992 a; Pastuszewska, 1999). W jednym roku, na wyrastających z zainfekowanych bulw roślinach występują objawy zarówno na liściach jak i bulwach, w innym tylko na liściach lub tylko na bulwach. Kawchuk i wsp. (1998) zaobserwowali to zjawisko w ciągu wieloletnich badań — zakres objawów infekcji na liściach był bardzo zróżnicowany, od braku jakichkolwiek objawów aż do całkowitej nekrotyzacji liści. Na bulwach było podobnie, obserwowano bulwy bez żadnych objawów choroby, bulwy z porażeniem części lub całej wiązki przewodzącej, ale również bulwy, które miały całkowicie rozmiękczone miąższ. Autorzy ci uzyskali pozytywną korelację ($P < 0,01$) pomiędzy objawami na liściach i bulwach w kilku pierwszych latach eksperymentu. Później obserwowali obniżenie ekspresji objawów na bulwach aż do całkowitego ich zaniku, co tłumaczą wpływem dodatkowych zmiennych. Mogła to spowodować, jak przypuszczają, akumulacja antagonistycznych mikroorganizmów w glebie. Gamard i De Boer (1995) wyizolowali wiele różnych bakterii z bulw ziemniaka i otaczającej rizosfery. Nelson i Semeniuk (1964) zauważyli zmiany w izolacie bakterii *Corynebacterium insidiosum* (McCulloch) pozyskanym z pola. Nadal prowadzone są badania w tym kierunku w celu wyjaśnienia przyczyn zanikania objawów bakteriozy pierścieniowej w bulwach.

WNIOSKI

1. Duże znaczenie dla wystąpienia objawów bakteriozy pierścieniowej na roślinach w czasie wegetacji oraz w bulwach miały czynniki środowiska (sprzyjająca pogoda) i poziom stężenia bakterii w tkance.
2. W potomstwie roślin z prób porażonych latentnie, bulwy z objawami znaleziono już w pierwszym rozmnożeniu.
3. W potomstwie z prób nr 186 i 187 wzrastał w kolejnych rozmnożeniach procent bulw z objawami; w nr 27 i 170 wzrastał do drugiego rozmnożenia, następnie obniżył się. Natomiast w potomstwie nr 40 najwięcej bulw porażonych stwierdzono w pierwszym roku, w kolejnych latach procent ich spadał.
4. Procent bulw z objawami wzrastał po okresie przechowywania.
5. Z bulw silniej porażonych uzyskiwano mniej bulw potomnych, wyższy był procent bulw gnijących (od 9,7%–14,4%).
6. W potomstwie z prób podejrzanych o porażenie (nr 33, 46 i 63) bakteriozą pierścieniową bulwy z objawami znaleziono w pierwszym roku w potomstwie nr 46, w drugim w nr 33. Natomiast w potomstwie nr 63 do trzeciego rozmnożenia nie natrafiono na bulwy z objawami.
7. Stadia latentne bakteriozy pierścieniowej ziemniaka mogą być niewykrywalne w ciągu kilku lat uprawy ziemniaka (próbie nr 63 w ciągu trzech lat obserwacji nie stwierdzono żadnej bulwy z objawami).

LITERATURA

- Akeley R. V., Stevenson F. J., Blood P. T., Schultz E. S., Bonde R., Nielsen K. F. 1955. Merrimack. A new variety of potato resistant to late blight and ring rot and adapted to New Hampshire. *Am. Potato J.* 32: 93.
- Anonim. 1990. Quarantine procedure. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*. Inspection and test methods. *Bulletin OEPP/EPP Bulletin* 20: 235 — 254.
- Bonde R., Stevenson F. J., Clark C. F., Akeley R. V. 1942. Resistance of certain potato varieties and seedling progenies to ring rot. *Phytopathology* 32: 813 — 819.
- Bishop A. L., S. A. Slack, 1987. Effect of cultivar, inoculum dose and strain of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* on symptom development in potatoes. *Phytopathology* 77: 1085 — 1089.
- Bonde R., Stevenson F. J., Akeley R. V. 1947. Breeding potatoes for resistance to ring rot. *Phytopathology* 37: 539 — 555.
- Calzolari A., Bazzi C., Mazucchi U. 1982. Cross reactions between *Corynebacterium sepedonicum* and *Arthobacter polychromogenes* in immunofluorescence staining. *Potato Research* 25: 239 — 246.
- Crowley C. F., De Boer S. H., 1982. Non-pathogenic bacteria associated with potato stems cross-react with *Corynebacterium sepedonicum* antisera in immunofluorescence. *Am. Potato J.* 59: 1 — 8.
- De Boer S. H., Wiczorek A. 1984. Production of monoclonal antibodies of *Corynebacterium sepedonicum*. *Phytopathology* 74: 1431 — 1433.
- De Boer S. H., McNaughton M. E. 1986. Evaluation of immunofluorescence with monoclonal antibodies for detecting latent bacterial ring rot infections. *Am. Potato J.* 63: 533 — 542.
- De Boer S. H., Mc Cann M. 1990. Detection of *Corynebacterium sepedonicum* in potato cultivars with different propensities to express ring rot symptoms. *Am. Potato J.* 67: 85 — 694.
- De Boer S. H., Janse J. D., Stead D. E., Van Vaerenbergh J., Mc Kenzie A. R., 1992a. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in potato stems and tubers grown from seed pieces with various levels of inoculum. *Potato Research* 35: 202 — 216.

- De Boer S. H., Van Vaerenbergh J., Stead D. E., Janse J. D., Mc Kenzie A. R. 1992b. A comparative study in five laboratories on detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in potato stems and tubers. *Potato Research* 35: 217 — 226.
- Dykstra T. P. 1941. Results of experiments in control of bacterial ring rot of potatoes in 1940. *Am. Potato J.* 18: 27 — 55.
- Dykstra T. P. 1942. Compilation of results in control of bacterial ring rot in 1941. *Am. Potato J.* 19: 175 — 196.
- Dyrektywa EEC Nr 93/85. *Official Journal L* 259.18.10.1993.
- EPPO/CABI. 1997. Quarantine Pests for Europe. Second edition: 986 — 990.
- Firrao G. R., R. Lozzi. 1994. Identification of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* using polymerase chain reaction. *Can. J. Microbiol.* 40: 148 — 151.
- Gamard P., De Boer S.H. 1995. Evaluation of antagonistic bacteria for suppression of bacterial ring rot of potato. *Eur. J. Plant Pathology*. 101: 519 — 525.
- Kawchuk L. M., Lynch D. R., Kozub G. C., Nelson G. A., F. Kulcsar, Fujimoto D. K. 1998. Multi-year evaluation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* disease symptoms in cultivated potato genotypes. *Am. J. of Potato Research* 75: 235 — 243.
- Kriel C. J., Jansky S. H., Gudmestad N. C., Ronis D. H. 1995. Immunity to *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*: Screening of exotic *Solanum* species. *Euphytica* 82: 125 — 132.
- Lansade M. 1950. Recherches sur le flétrissement bacterien de la pomme de terre en France *Corynebacterium sepedonicum* (S. et K.) Skapt. et Burkh. *Ann. Epiphyt.* 2: 69 — 156.
- Manzer F. E., Gudmestad N. C., Nelson G. A. 1987. Factors affecting infection, disease development and symptom expression of bacterial ring rot. *Am. Potato J.* 64: 641 — 676.
- Nelson G. A., Lynch D. R., Kozub G. C. 1992. Ring rot symptom development on potato cultivars and lines in southern Alberta. *Potato Res.* 35: 133 — 142.
- Nelson G.A., Semeniuk G. 1964. An antagonistic variant of *Corynebacterium insidiosum* and some properties of the inhibitor. *Phytopathology* 54: 330 — 335.
- Pastrik K.H., Rainey F.A. 1999. Identification and differentiation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* by polymerase chain reaction — based techniques. *J. Phytopathology* 147: 687 — 693.
- Pastuszewska T. 1999. Badania nad sposobami wykrywania i eliminacji *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* w roślinach ziemniaka. Praca doktorska wykonana w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Bydgoszczy.
- Riedl W. A., Stevenson F. J., Bonde R. 1946. The Teton potato, a new variety resistant to ring rot. *Am. Potato J.* 23: 379 — 309.
- Schneider B. J., Zhao J. L., Orser C. D. 1993. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* by DNA amplification. *FEMS Microbiol. Lett.* 109: 207 — 212.
- Secor G. A., De Buhr L., Gudmestad N. C. 1987. Chemical sanitation for bacterial ring rot control. *Am. Potato J.* 64: 699 — 698.
- Slack S. A. 1987. Biology and ecology of *Corynebacterium sepedonicum*. *Am. Potato J.* 64: 665 — 669.
- Westra A. A. G., Slack S. A., Drennan J.L. 1994. Comparison of some diagnostic assays for bacterial ring rot of potato: A case study. *Am. Potato J.* 9: 557 — 565.

JERZY LEWOSZ**MARIA HOŁUBOWSKA**Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Zabiegi ograniczające rozprzestrzenianie bakteriozy pierścieniowej ziemniaka

Agronomical measures that reduce a spread of potato ring rot

Dokonano przeglądu aktualnej wiedzy na temat sposobów rozprzestrzeniania się bakteriozy pierścieniowej ziemniaka i możliwych zabiegów służących zmniejszeniu ryzyka przenoszenia sprawcy choroby.

Słowa kluczowe: ziemniak, bakterioza pierścieniowa, *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*

The paper reviews the current knowledge of the ways of the ring rot spread in potato and presents agronomical measures that can be applied to reduce a risk of spread of the bacteria causing this disease.

Key words: potato, ring rot, *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*

WSTĘP

Bakterioza pierścieniowa bulw ziemniaka wywoływana jest przez bakterie *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (Spieckermann i Kotthoff, 1914; Davies i in., 1984; Cms). W kilku ostatnich latach zaobserwowano w krajach europejskich pojawienie się wielu ognisk choroby, również na terenie Wielkiej Brytanii, gdzie dotychczas bakteria ta nigdy nie występowała. Ocenia się, że straty roczne powodowane przez obecność bakterii dochodzą do kwoty 15 milionów Euro i wynikają one z nakładów niezbędnych na eliminację zainfekowanego materiału, dezynfekcję pomieszczeń i maszyn rolniczych, zwiększenia nakładów na badania i kontrolę materiałów hodowlanych i nasiennych oraz rekompensaty za straty poniesione przez farmerów. Okazało się, że dotychczasowa wiedza na temat epidemiologii i zwalczania bakteriozy pierścieniowej jest niewystarczająca, aby skutecznie wyeliminować te bakterie z upraw ziemniaka. Przy zwalczaniu bakteriozy pierścieniowej na terenie całej Unii Europejskiej obowiązuje Dyrektywa 2000/29/EC a sprawca tej choroby jest na liście organizmów podlegających obowiązkowi zwalczania (EPPO A2; Aneks IAII Dyrektywy 2000/29/EC).

CHARAKTERYSTYKA PATOGENA

Cms wyspecjalizował się w pasożytowaniu w tkance przewodzącej roślin ziemniaka, jakkolwiek po sztucznej infekcji może również pasożytować na innych roślinach *Solanaceae* m.in. pomidora i obojętyny. Wykorzystuje się, zatem w testach diagnostycznych te dwa gatunki jako rośliny indykatorowe. Bakterie *Cms* są Gram-dodatnie, nie zarodnikują, mają kształt pałeczek o wymiarach 0,5–1,0 μm , większość szczepów wytwarza śluz. Szczepy *Cms* są mało zróżnicowane genetycznie wskutek wysokiej specjalizacji wobec roślin gospodarza i bardzo podobnych wymagań biotroficznych (Lee i in., 1997). Komórki *Cms* są trudne w diagnozowaniu wskutek zmiennej morfologii, niskiej specyficzności serologicznej, braku wysoce selektywnych pożywek, oraz występowaniu infekcji latentnej w formie bezobjawowej w pierwszych stadiach infekcji, kiedy to liczebność populacji bakterii w tkankach ziemniaka jest niska i może pozostawać niewykrywalna nawet w kilku kolejnych generacjach zainfekowanych roślin (Franc, 1999). Wzrost kolonii na pożywkach jest bardzo powolny i łatwo tłumiony przez inne szybko rosnące bakterie towarzyszące. Warunki sprzyjające infekcji mogą różnić się od warunków sprzyjających pojawieniu się objawów choroby. Intensywność objawów zależna jest od odmiany i warunków środowiska (Kawchuk i in., 1998). Temperatura 18°–25°C, niska intensywność światła, wysoka wilgotność gleby sprzyjają rozwojowi infekcji, jakkolwiek sucha gleba i temperatury w zakresie 24°–32°C sprzyjają pojawianiu się objawów infekcji w postaci więdnienia roślin. Bakterie źle znoszą wyższe temperatury, stąd bakterioza częściej występuje w krajach o umiarkowanym i chłodnym klimacie. Obecność bakterii w tkance naczyniowej roślin powoduje gromadzenie się śluzu i upośledza transpirację roślin. Z tego powodu porażone rośliny mogą być karłowate, a w późniejszym okresie wegetacji mogą pojawić się objawy więdnienia i zawijania się w górę brzegów liści, żółknięcia i płowienia liści, desykacji i nekrotyzacji blaszek liściowych między żyłkami. W okresach suszy i zaawansowanej infekcji, całe rośliny mogą więdnąć i usychać, jakkolwiek częstsze jest jednostronne więdnienie i usychanie rośliny. Późno pojawiające się objawy więdnienia i zasychania są trudno odróżnialne od naturalnego starzenia się roślin. Takie rośliny mogą dać zainfekowane bulwy, które początkowo z wyglądu nie różnią się od bulw zdrowych. Pierwsze objawy infekcji bulw widoczne są po przekrojeniu bulw w postaci szklistego wyglądu pierścienia tkanki naczyniowej w części stolonowej bulwy. Przy silniejszej infekcji tkanka w tym miejscu może ciemnieć tworząc brunatną lub czarną obwódkę, lub ulegać maceracji przez celulazę bakteryjną, tworząc śluzowatą serowatą wydzielinę bakteryjną oddzielającą część korową od rdzenia bulwy.

SPOSOBY ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ PATOGENA

Jedynym znanym naturalnym żywicielem bakterii są rośliny ziemniaka, zatem przyjmuje się, że rozprzestrzenianie się infekcji następuje za pośrednictwem zainfekowanego materiału sadzeniakowego oraz sprzętu używanego przy uprawie roślin i przechowywaniu i sortowaniu bulw. Okolicznością sprzyjającą infekcji jest występowanie

infekcji latentnych — bezobjawowych, które w zależności od odporności odmiany i warunków uprawy mogą przetrwać bez wykrycia nawet w kilku pokoleniach roślin rozmnażanych jako materiał nasienny. Przyjmuje się, że do infekcji dochodzi najłatwiej przy kontakcie bulw zdrowych z zainfekowanymi powierzchniami bulw, maszyn i urządzeń podczas zbioru, przechowywania lub sadzenia. Śluz bakteryjny uwalniany z zmacerowanych bulw może zachować swą infekcyjność nawet przez okres dwu lat, jeżeli pozostanie w wysuszonej postaci na skrzynkach, workach, częściach maszyn. Ryzyko infekcji bulw staje się bardzo wysokie, gdy dochodzi do kaleczenia bulw i kontaktu tkanki naczyniowej z zainfekowanymi powierzchniami bulw i sprzętu. Wielkie ryzyko infekcji stwarza krojenie bulw przeznaczonych na sadzeniaki. Panuje przekonanie, że infekowanie roślin w polu przez rośliny sąsiednie zdarza się rzadko, natomiast możliwe jest przenoszenie bakterii przez glebę wysyconą wodą. Bakterie *Cms* mogą przeżywać od 35 do 52 dni w sterylnej wodzie wodociągowej, a znacznie krócej w niesterylnych wodach powierzchniowych. Zatem rozprzestrzenianie się bakterii wraz z wodą używaną do nawadniania plantacji wydaje się mało prawdopodobne. Udowodniono natomiast przenoszenie bakterii z bulw chorych na zdrowe wraz z wodą używaną do mycia bulw. Niewiele wiadomo na temat udziału owadów gryzących w przenoszeniu bakterii z rośliny na roślinę. W warunkach doświadczalnych wykazano zdolność przenoszenia bakterii przez stonkę ziemniaczaną, mszyce i skoczki, lecz taka możliwość w warunkach naturalnych wydaje się mało prawdopodobna. Długotrwałym źródłem infekcji w polu mogą być rośliny samosiewów ziemniaka — przynajmniej w tych krajach, gdzie mogą one przetrwać okres mrozów.

OGRANICZANIE ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ BAKTERIOZY PIERŚCIENIOWEJ

Żadne środki chemiczne i biologiczne nie są skuteczne przy zwalczaniu komórek *Cms* przebywających w osłonie tkanek naczyniowych rośliny. Próby stosowania antagonistycznej mikroflory (Gamard i De Boer, 1995) w uprawach roślin ziemniaka nie były wystarczająco powtarzalne. Próby wprowadzenia odmian odpornych na bakteriozę pierścieniową wykazały, że tzw. odmiany odporne ulegały infekcji, lecz nie przejawiały objawów stając się źródłem infekcji dla innych odmian. Obecnie uważa się, że eliminacja patogena z materiałów nasiennych jest najlepszym sposobem ograniczania bakteriozy pierścieniowej. Obowiązujące obecnie w Unii Europejskiej regulacje prawne zakładają zerową tolerancję *Cms* w certyfikowanych materiałach nasiennych. Tolerancję zerową rozszerza się na cały system reprodukcji nasiennej łącznie z najwcześniejszymi pokoleniami roślin przeznaczonych do rozmnożeń i miejscami, gdzie dokonuje się rozmnożeń i reprodukcji nasiennej wraz z otoczeniem, tj. wszystkimi polami, budynkami i urządzeniami należącymi do gospodarstwa prowadzącego proces reprodukcji nasiennej. Obowiązujący jest także zakaz wprowadzania na terytorium Unii Europejskiej materiału nasiennego nieposiadającego certyfikacji, a także wprowadzania ziemniaków konsumpcyjnych i przemysłowych z krajów, o których wiadomo, że występuje tam *Cms*.

Obecność infekcji latentnych, niewykrywanych podczas inspekcji wzrokowej, wymaga stosowania laboratoryjnych metod diagnostycznych i potwierdzenia obecności *Cms* przy

pomocy biotestu z użyciem roślin indykatorowych. Sposoby wykrywania i postępowania przy badaniu na obecność *Cms* podaje Dyrektywa Rady 93/85/EEC z dnia 4. 10. 1993. Procedura ta obejmuje barwienie Grama, test immunofluorescencyjny (IF) oraz biotest oberżynowy pozwalający na namnożenie populacji *Cms* w oberżynie, a następnie wyizolowanie szczepu *Cms* i jego identyfikację przy pomocy szeregu testów biochemicznych i fizjologicznych. W wielu laboratoriach wypróbowano szereg dodatkowych metod wykrywania *Cms* takich jak test immunoenzymatyczny ELISA, szereg procedur amplifikacji wybranych sekwencji DNA technikami PCR, łącznego stosowania ELISA i FISH (De Boer i Hall, 2000; Pastrik, 2000);. Mimo, że wiele procedur PCR pozwala na kilkukrotne zwiększenie czułości detekcji *Cms* w stosunku do obowiązującej obecnie procedury immunofluorescencyjnej, to nie zostały one jak dotąd wprowadzone jako metody obowiązujące.

Jako standardową próbkę do badań na obecność *Cms* przyjmuje się 200 bulw pobranych przypadkowo z 25 tonowej partii bulw. Daje to 95% prawdopodobieństwo wykrycia *Cms* w partii bulw zainfekowanej na poziomie 1,5%. Przy niższych poziomach infekcji (1,0; 0,5; 0,1 i 0,05%) należałoby pobierać odpowiednio: 300, 600, 3000 i 4600 bulw, aby uzyskać 95% prawdopodobieństwo wykrycia *Cms*.

Przy wykonywaniu wszelkich testów diagnostycznych należy pamiętać, że nie wykrycie *Cms* nie musi znaczyć, że badana partia bulw jest rzeczywiście wolna od *Cms*, ponieważ do badań pobierana jest tylko próbka ze znacznej partii ziemniaków, a niski poziom infekcji latentnej może utrudnić wykrycie komórek bakteryjnych.

Dyrektywa 93/85/EEC zakłada także podejmowanie dodatkowych akcji zmierzających do eliminacji zainfekowanych bulw poprzez przeprowadzanie wybiórczych testów diagnostycznych ziemniaków nasiennych wyprodukowanych w kraju, importowanych oraz ziemniaków konsumpcyjnych. Akcje te zmierzają do:

- objęcia zakazem sadzenia materiałów zainfekowanych oraz „przypuszczalnie zainfekowanych”, które w testach określono jako wolne od infekcji, lecz będących przedmiotem restrykcji,
- mają na celu wykrycie źródła infekcji,
- określenie granic obszaru, jaki mógł być objęty infekcją,
- zatrzymanie do badań wszystkich materiałów o wspólnym pochodzeniu z zainfekowanymi.

Restrykcje produkcyjne dotyczą miejsca gdzie znaleziono zainfekowany materiał i oznaczają one 3–4 letni zakaz uprawy ziemniaków na zainfekowanych polach oraz nakaz niszczenia samosiewów ziemniaka przez okres, co najmniej dwu lat. Po tym okresie pozwala się na sadzenie wyłącznie certyfikowanego materiału nasiennego w pierwszym roku w celu wyprodukowania ziemniaków konsumpcyjnych, które muszą być poddane badaniom po zbiorze. Restrykcje te dotyczą wszystkich pól gospodarstwa gdzie wykryto *Cms* oraz pól sąsiadujących.

Zainfekowany materiał musi być utylizowany w sposób nie sprawiający zagrożenia. Akceptowane jest spalenie, wykorzystanie po uparowaniu jako pasza dla zwierząt, zakopanie głęboko w ziemi w przeznaczonym na to miejscu lub przemysłowe przetworzenie bulw w wyznaczonym zakładzie przemysłowym (gorzelnia, krochmalnia),

posiadającym odpowiedni system odpływu i dezynfekcji ścieków. Ziemniaki określone jako „przypuszczalnie zainfekowane” mogą być przeznaczone do konsumpcji po odpowiednim opakowaniu, lub wykorzystane jako pasza zwierzęca w ściśle kontrolowanych warunkach. Powierzchniowo zanieczyszczony bakteriami sprzęt, maszyny, opakowania powinny zostać zniszczone lub oczyszczone z gleby i zdezynfekowane.

ZALECANE ZABIEGI ZMNIEJSZAJĄCE RYZYKO INFЕКCJI PRZEZ *CMS*

1. Stosowanie tylko certyfikowanego materiału sadzeniakowego, który wyprowadzony został z pewnego źródła wolnego od *Cms*.
2. Sprawdzanie czy materiał nasieny z lat poprzednich i materiały o wspólnym pochodzeniu wolne były od *Cms*.
3. Należy unikać krojenia bulw przeznaczonych do sadzenia, ponieważ jest to zabieg najbardziej ułatwiający infekowanie bulw.
4. Należy wyszukiwać na plantacji rośliny o objawach przypominających bakteriozę pierścieniową (rośliny skarłate, więdnięce), bulwy z obrączką gnilną i poddać je testom diagnostycznym.
5. Diagnozowanie i inspekcja plantacji powinna być prowadzona intensywnie przez kilka lat z rzędu, aby uzyskać pewność, że nie jest on zainfekowana przez *Cms*.
6. Należy starannie usuwać samosiewy ziemniaka każdego roku, regularnie w trakcie prac polowych zmywać resztki gleby i odpadki z maszyn i sprzętu, pomieszczeń przeznaczonych do obróbki i przechowywania ziemniaka i je dezynfekować.
7. Komórki *Cms* są wrażliwe na powszechnie stosowane środki dezynfekcyjne oraz traktowanie wysoką temperaturą (ponad 82°C przez 5 min.)
8. Należy przestrzegać ogólnych zasad fitosanitarnych w gospodarstwie, takich jak: mycie i dezynfekcja odzieży i butów, maszyn, itp.
9. Przejazd sprzętu przez plantację z roślinami zainfekowanymi przyczynia się do rozprzestrzeniania infekcji z udziałem bakteryjnego śluzu i soku zainfekowanych roślin.
10. Należy przestrzegać zasady oddzielnego użytkowania sprzętu i maszyn do produkcji nasiennej i produkcji ziemniaków konsumpcyjnych, a w razie braku oddzielnego sprzętu, należy przeprowadzać dezynfekcję sprzętu za każdym razem przy zmianie plantacji.
11. Najłatwiejszą drogą infekcji są skaleczenia na bulwach i kielkach, zatem podczas zbioru, transportu i sortowania należy unikać warunków sprzyjających urazom mechanicznym.
12. Przemysłowe odpadki bulw i wody ściekowe są potencjalnym źródłem infekcji i należy zadbać, aby utylizować je w sposób właściwy.
13. Istnieją dowody, że woda używana do mycia bulw porażonych *Cms* jest źródłem infekcji kolejnych partii bulw mytych w tej samej wodzie. Należy zmieniać i dezynfekować wodę przy myciu bulw pochodzących z różnych partii.

LITERATURA

- De Boer S. H., Hall J. W. 2000. Reproducibility of enzyme-linked immunosorbent assay and immunofluorescence for detecting *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* in multiple laboratories. OEPP/EPPPO Bulletin 30: 397 — 401.
- Gamard P., De Boer S. H. 1995. Evaluation of antagonistic bacteria for suppression of bacterial ring rot of potato. Europ. J. of Plant Pathol. 101: 519 — 525.
- Franc G. D. 1999. Persistence and latency of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* in field grown seed potatoes. Plant Disease 83 (3): 247 — 250.
- Kawchuk L. M., Lynch D. R., Kozub G. C., Nelson G. A., Kulcsar F., Fujimoto D. K. 1998. Multi-year evaluation of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* disease symptoms in cultivated potato genotypes. Amer. J. Potato Res. 75: 235 — 243.
- Lee I. M.; Bartoszyk I. M., Gundersen-Rindal D. E., Davis R. E. 1997. Phylogeny and classification in the genera *Clavibacter* and *Rathayibacter* on the basis of 16S rRNA gene sequence analyses. Applied and Environ. Microbiol 63 (7): 2631 — 2636.
- Pastrik K.-H. 2000. Detection of *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* in potato tubers by multiplex PCR with co-amplification of host DNA. Europ. J. Plant Pathol. 106: 155 — 165.

JERZY OSOWSKIZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Skuteczność różnych fungicydów zawierających mankozeb w ograniczaniu rozwoju alternariozy ziemniaka w badaniach polowych i laboratoryjnych

The effectiveness of different fungicides containing mancozeb in reducing development of early blight in field and laboratory investigations

W latach 1999 i 2001–2003 w doświadczeniach polowych i laboratoryjnych oceniano skuteczność wybranych fungicydów w zwalczaniu alternariozy ziemniaka. W doświadczeniu oceniano skuteczność różnych mieszanin substancji aktywnych fungicydów o działaniu powierzchniowym: mankozeb (Dithane NeoTec 75 WG), zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG); wgłębnym: fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG) i systemicznym: metalaksyl M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG). Wszystkie oceniane w doświadczeniu polowym fungicydy istotnie ograniczyły rozwój choroby w porównaniu do kontroli (brak ochrony chemicznej). W wyniku zastosowania fungicydów uzyskano wzrost plonu od 4,8 t/ha (metalaksyl M + mankozeb) do 6,4 t/ha (zoksamid + mankozeb). W doświadczeniu laboratoryjnym efekt hamujący rozwój grzyba *Alternaria alternata* stwierdzono tylko dla substancji aktywnych: mankozeb i fenamidon.

Słowa kluczowe: *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, alternarioza, ochrona chemiczna, substancja aktywna

In the years 1999 and 2001–2003, the efficiency of different fungicides in controlling early blight was evaluated in field and laboratory experiments. Two contact fungicides: mancozeb (Dithane NeoTec 75 WG and zoxamide + mancozeb (Unikat 75 WG), a translaminar fungicide fenamidon + mancozeb (Pyton 60 WG) and a systemic fungicide metalaxyl M + mancozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG) were compared. The results showed that all tested fungicides significantly reduced early blight development in the field trials. The control of early blight resulted in the increase of potato yield by 4.8 t/ha (metalaxyl M + mancozeb) to 6.2 t/ha (zoxamide + mancozeb). In the laboratory experiments only mancozeb and fenamidon reduced the development of *Alternaria alternata* fungus.

Key words: active ingredient, *Alternaria solani*, *Alternaria alternata*, early blight, chemical control

WSTĘP

Jednym z groźniejszych sprawców powodujących plamistości liści na roślinach ziemniaka są dwa gatunki saprofitycznych grzybów należących do rodzaju *Alternaria*: *Alternaria solani* i *Alternaria alternata*. Alternarioza jest chorobą powszechnie występującą na roślinach ziemniaka we wszystkich rejonach uprawy, a szczególnie w gorącym klimacie na plantacjach, które są nawadniane (Harrison, 1974; Rotem, 1981; Holm, 2002).

W warunkach Polski obserwuje się rosnące znaczenie tej choroby, chociaż jest uważana za chorobę ekstensywnej uprawy ziemniaka. Straty powodowane przez alternariozę są trudne do oszacowania. Jak podaje Fry (1994) wynoszą one 20–30% lub według Dennera i Theron (1999) mogą dochodzić do 50%.

Szkodliwy wpływ alternariozy można skutecznie ograniczać poprzez prawidłową agrotechnikę, używanie odmian odpornych oraz ochronę chemiczną. Wśród substancji aktywnych zarejestrowanych do zwalczania alternariozy, mankozeb należy do najczęściej stosowanych. Na 22 środki zarejestrowane do zwalczania alternariozy (zalecenia IOR 2002–2003) połowa z nich zawiera mankozeb jako składnik główny lub uzupełniający.

Celem tej pracy było sprawdzenie skuteczności działania wybranych fungicydów (różniących się zawartością mankozebu) w ograniczaniu rozwoju sprawcy choroby w doświadczeniach laboratoryjnych i polowych.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1999 i 2001–2003 w dwóch miejscowościach na terenie Polski: Bonin (woj. zachodniopomorskie) i Stare Olesno (woj. opolskie) prowadzono doświadczenia, w których oceniano skuteczność zwalczania alternariozy za pomocą wybranych fungicydów zawierających w swoim składzie mankozeb (tab. 1).

Tabela 1

Fungicydy oceniane w latach 1999 i 2001–2003
Fungicides assessed in the years 1999 and 2001–2003

Fungicyd Fungicide	Substancja aktywna Active ingredient	Zawartość mankozebu (%) Contents of mancozeb (%)	Rok Year			
			1999	2001	2002	2003
Dithane Neo Tec 75 WG	mankozeb	75,00	x	x	x	x
Unikat 75 WG	zoksamid + mankozeb	68,85	x	x	x	x
Ridomil Gold MZ 68 WG	metalaksyl-M + mankozeb	64,00	x	x	x	x
Pyton 60 WG	fenamidon + mankozeb	50,00	x			x

Doświadczenia polowe prowadzono w układzie losowanych bloków. Ochronę chemiczną rozpoczynano w momencie wystąpienia pierwszych objawów choroby. Środki o działaniu powierzchniowym (kontaktowym) aplikowano co 7–10 dni, a o działaniu układowym i wgłębnym co 10–14 dni. Ocenę tempa rozwoju choroby wykonywano, co 10 dni według 9-stopniowej skali porażenia, gdzie 9 oznacza najmniejsze porażenie, a 1 — całkowicie zniszczoną roślinę. Obliczenia statystyczne przeprowadzono za pomocą

dwuczynnikowej analizy wariancji na wynikach transformowanych według wzoru Bliss'a (dla wartości procentowych).

W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono doświadczenie na szalkach Petriego w dwóch wariantach.

— Wariant pierwszy — do pożywki agarowo-ziemniaczanej dodano testowane fungicydy w stężeniu odpowiadającym dawce zarejestrowanej do zwalczania alternariozy w warunkach polowych.

— W wariancie drugim zastosowano 10-krotnie niższe stężenie badanego środka.

Dodatkowo w każdym z testowanych wariantów doświadczenia laboratoryjnego przebadano skuteczność następujących substancji aktywnych: metalaksyl M, zoksamid i fenamidon w hamowaniu rozwoju grzyba *Alternaria alternata*. Pierwszy pomiar rozwoju grzyba przeprowadzono po 3 dniach od momentu założenia doświadczenia i prowadzono go w odstępach 2-dniowych, do całkowitego zarośnięcia przez grzyb płytek w kombinacji kontrolnej (bez dodatku fungicydu). Otrzymane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji.

WYNIKI

W przeprowadzonych w latach 1999 i 2001–2003 doświadczeniach polowych testowane fungicydy wykazały wysoką skuteczność w ograniczaniu rozwoju alternariozy na liściach ziemniaka (tab. 2).

Tabela 2

Skuteczność fungicydów testowanych w ochronie ziemniaków przeciwko alternariozie w Boninie i Starym Oleśnie (lata 1999 i 2001–2003)
The efficiency of fungicides tested in potato protection against early blight at Bonin and Stare Olesno (years 1999 and 2001–2003)

Miejscowość Locality	Wariant ochrony Variant of protection	Procent zniszczenia Damage caused by the disease (%)
Bonin	kontrola control	78,3 c
	Mankozeb	40,4 b
	Metalaksyl M + mankozeb	36,8 b
	Zoksamid + mankozeb	43,8 b
Stare Olesno	kontrola control	73,2 c
	Mankozeb	22,7 a
	Metalaksyl M + mankozeb	21,6 a
	Zoksamid + mankozeb	15,1 a
NIR _{α = 0,05} — LSD _{α = 0,05}		14,5
Kontrola Control		75,7 b
Mankozeb — Mankozeb		31,5 a
Metalaksyl M + mankozeb — Metalaxyl-M + mankozeb		29,2 a
Zoksamid + mankozeb — Zoksamide + mankozeb		29,4 a
NIR _{α = 0,05} — LSD _{α = 0,05}		7,4
Bonin		49,8 b
Stare Olesno		33,1 a
NIR _{α = 0,05} — LSD _{α = 0,05}		3,8

Procent zniszczenia blaszki liściowej przez sprawcę choroby na kontroli w ocenianym okresie wynosił średnio 75,7% (73,2% — Stare Olesno; 78,3% — Bonin). Zniszczenie roślin przez alternarię na poletkach chronionych wahało się w zakresie 36,8–43,8% w Boninie i 15,1–22,7% w starym Oleśnie. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w porażeniu roślin na poletkach chronionych różnymi fungicydami.

Oceniane preparaty wykazały wyższą skuteczność zwalczania alternariozy (tab. 3) w miejscowości Stare Olesno (zakres od 62,4% do 75,5%) w porównaniu z Boninem (zakres od 48,6% do 55,3%).

Tabela 3

Skuteczność kilku fungicydów w zwalczaniu alternariozy w Boninie i Starym Oleśnie (lata 1999 i 2001–2003)
The effectiveness of some fungicides in early blight control at Bonin and Stare Olesno (years 1999 and 2001–2003)

Fungicyd Fungicide	Skuteczność (%) Effectiveness (%)		
	Bonin	Stare Olesno	średnio — mean
Mankozeb	51,6	62,4	57,0
Metalaksyl M + mankozeb	55,3	64,3	59,8
Zoksamid + mankozeb	48,6	75,5	62,0
Fenamidon + mankozeb*	72,3	76,0	74,1

* Średnia z dwóch lat; Mean for two years

W obu miejscowościach stwierdzono najwyższą średnią skuteczność (procentowa różnica między zniszczeniem powierzchni liści na poletkach niechronionych a traktowanych fungicydem) dla mieszaniny zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG) — 62,0%. Wyniki uzyskane dla pozostałych wariantów układały się następująco: 57,0% — mankozeb (Dithane Neo Tec 75 WG) i 59,8% — metalaksyl-M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WG). Średnia skuteczność mieszaniny fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG), którą oceniano w dwóch sezonach wynosiła 74,1%.

W doświadczeniu prowadzonym w warunkach polowych oceniano także wielkość plonów uzyskanych na różnie chronionych poletkach. Istotnie wyższe plony uzyskano w Boninie. Najwyższe plony 33,1 t/ha (średnia z dwóch miejscowości) otrzymano z poletek chronionych mankozebem (tab. 4). Plony uzyskane na poletkach chronionych przez pozostałe fungicydy były nieznacznie niższe (metalaksyl M + mankozeb — o 1,6 t; zoksamid + mankozeb — o 0,5 t) i nie różniły się statystycznie.

Istotną zwyżkę plonu zaobserwowano na wariantach, gdzie zastosowano chemiczną ochronę przeciwko alternariozie ziemniaka w porównaniu do kontroli. Wzrost plonu wynosił od 4,8 t/ha (mieszanina metalaksyl M + mankozeb) do 6,4 t/ha (mieszanina zoksamid + mankozeb).

W części laboratoryjnej doświadczenia oceniano wpływ testowanych fungicydów i ich substancji aktywnych na ograniczanie przyrostu grzyba na płytkach Petriego. W warunkach laboratoryjnych stwierdzono bardzo wysoką skuteczność wszystkich badanych fungicydów (98,3%–100%) w hamowaniu rozwoju grzybni zastosowanych w stężeniu polowym (tab. 5). Wśród ocenianych pojedynczych substancji aktywnych

jedynie fenamidon (składnik fungicydu Pyton 60 WG) wykazał się właściwościami ograniczającymi wzrost grzyba (27% skuteczności).

Tabela 4

Wpływ ochrony przeciwko alternariozie na plon bulw w Boninie i Starym Oleśnie (lata 1999 i 2001–2003)
The influence of protection against early blight on tuber yield at Bonin and Stare Olesno (years 1999 and 2001–2003)

Wariant ochrony Variant of protection	Plon t/ha Yield t/ha
Kontrola Control	26,7 a
Mankozeb	33,1 b
Metalaksyl M + mankozeb	31,5 b
Zoksamid + mankozeb	32,6 b
$NIR_{\alpha=0,05}$ — $LSD_{\alpha=0,05}$	3,6
Bonin	35,9 b
Stare Olesno	26,1 a
$NIR_{\alpha=0,05}$ — $LSD_{\alpha=0,05}$	2,5

Tabela 5

Wpływ fungicydów na ograniczanie rozwoju grzyba *Alternaria alternata* w warunkach laboratoryjnych
The influence of fungicides on inhibition of *Alternaria alternata* development in laboratory conditions

Wariant	Fungicyd Fungicide	Pomiar (mm) Measurement (mm)						Skuteczność Effectiveness (%)
		I	II	III	IV	V	średnio average	
Stężenie polowe Field concentration	kontrola control	24,8	42,4	59,8	78,8	81,0	57,4 c	—
	Dithane	0	0	0	0	0	0 a	100,0
	Ridomil	0,1	0,1	0,5	1,0	1,4	0,6 a	98,3
	Pyton	0	0	0	0	0	0 a	100,0
	Unikat	0	0	0	0	0	0 a	100,0
	Metalaksyl M	30,0	46,2	61,7	73,2	81,0	58,4 c	0,0
	Fenamidon	11,7	21,3	33,0	47,7	59,2	34,6 b	26,9
	Zoksamid	19,8	37,9	55,3	76,9	81,0	54,2 c	0,0
Stężenie 10 × niższe 10 × lower concentration	kontrola control	24,8	42,4	59,8	78,8	81,0	57,4 c	—
	Dithane	2,6	10,9	21,2	37,0	47,4	23,8 b	41,5
	Ridomil	3,4	13,0	23,9	39,2	48,7	25,6 b	39,9
	Pyton	5,2	12,6	22,4	34,6	44,3	23,8 b	45,3
	Unikat	1,0	3,6	9,2	18,9	25,6	11,7 b	68,4
	Metalaksyl M	37,2	56,0	73,5	80,2	81,0	65,6 c	0,0
	Fenamidon	12,7	22,2	33,6	47,6	58,4	34,9 b	27,9
	Zoksamid	20,3	38,9	57,0	77,0	81,0	54,8 c	0,0
$NIR_{\alpha=0,05}$ — $LSD_{\alpha=0,05}$							22,2	
$NIR_{\alpha=0,05}$ dla fungicydów $LSD_{\alpha=0,05}$ for fungicides							17,5	

Przy stężeniu 10-krotnie niższym skuteczność ocenianych fungicydów była znacznie niższa i wynosiła od 68,4% — zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG) do 45,3% — fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG). Tak jak w wariancie pierwszym metalaksyl M

i zoksamid nie wykazały się skutecznością w ograniczaniu przyrostu grzybni na płycie Petriego. Skuteczność fenamidonu wynosiła 27,9% i była na poziomie uzyskanym w wariancie pierwszym.

DYSKUSJA

Alternarioza ziemniaka powodowana przez grzyby z rodzaju *Alternaria* jest jedną z ważniejszych chorób liści ziemniaka, która powodując przedwczesne zniszczenie powierzchni asymilacyjnej ogranicza możliwość rozwoju roślin i gromadzenia plonu. W Polsce na niektórych odmianach ziemniaka alternarioza jest chorobą o dużym znaczeniu gospodarczym. Jednym z czynników wpływających na szkodliwość alternariozy jest wczesny termin wystąpienia choroby średnio 50–70 dni po sadzeniu (Osowski, 2001). Wczesny termin wystąpienia i sprzyjające warunki do rozwoju choroby występujące w Polsce powodują, że poszukiwane są metody skutecznego eliminowania jej z plantacji ziemniaczanych.

W strategii ochrony roślin ziemniaka przed alternariozą ważne miejsce zajmuje ochrona chemiczna prowadzona od momentu wystąpienia pierwszych objawów choroby na plantacjach ziemniaka (Holm, 2002). Wyniki uzyskane w doświadczeniach polowych wykazały, że ochrona chemiczna jest nie zawsze zabiegiem skutecznym (Stewart i Bradshaw, 1993; Johnson i Teng, 1990).

Testowane w latach 1999 i 2001–2003 fungicydy wykazały się wysoką skutecznością w ograniczaniu rozwoju choroby na liściach ziemniaka w okresie wegetacji. W porównaniu z wariantem kontrolnym uzyskano po zastosowaniu ocenianych fungicydów spadek zniszczenia blaszki liściowej (od 44,2% do 46,5%) i wzrost plonu od 18% do 22,1%. Wyniki uzyskane w przeprowadzonym doświadczeniu potwierdzają doniesienia innych autorów (Christ 1990; Sthienberg i in. 1994; Holm 2002; Khan i in. 2003; Kapsa, Osowski 2003; Osowski 2003) o przydatności ocenianych fungicydów do zwalczania alternariozy.

Na niższą skuteczność fungicydów ocenianych w Starym Oleśnie mogły mieć wpływ zmienne warunki meteorologiczne panujące w okresie wegetacji. Przebieg pogody jest według Broggio i Ranucciego (1991) oraz Wnękowskiego i Błaszczaka (1997) jednym z ważniejszych czynników sprzyjających występowaniu epifitozy i mających wpływ na jej rozwój.

Johnson i Teng (1990), Holm (2002), Khan i wsp. (2003) uważają, że na skuteczność prowadzonej ochrony chemicznej może również wpływać termin zastosowania pierwszych zabiegów ochronnych. Według nich ochronę chemiczną należy rozpocząć po wystąpieniu pierwszych objawów choroby na roślinach ziemniaka lub w okresie kwitnienia. Według Christa (1990), Sthienberga i wsp. (1994) oraz Sthienberga i wsp. (1995) efektywność stosowanej ochrony chemicznej wzrasta przy uprawie odmian odpornych lub o podwyższonej odporności.

Na wysoką skuteczność mankozebu w ocenianych fungicydach mógł mieć wpływ termin ich zastosowania, który przypadł przed kwitnieniem roślin ziemniaka. Według Christa i Maczugi (1989) po zastosowaniu mankozebu w tym terminie stwierdzono

najmniejszą liczbę porażen liści. W doświadczeniu laboratoryjnym wszystkie fungicydy w każdym z ocenianych wariantów doświadczenia istotnie hamowały rozwój grzybni w porównaniu z kontrolą, potwierdzając wysoką skuteczność mankozebu stosowanego zarówno w mieszaninach, jak i pojedynczo (Osowski, 2000).

W fungicydach obecnie stosowanych do zwalczania chorób grzybowych w coraz większym zakresie, stosuje się mieszaniny różnych substancji aktywnych, których wielokierunkowe działanie zwiększa ich skuteczność i obniża poziom ryzyka związany z uodpornieniem się zwalczanych patogenów na stosowane środki ochrony roślin. Wśród testowanych w doświadczeniu fungicydów zarejestrowanych do zwalczania alternariozy są trzy nowe substancje aktywne (metalaksyl M, fenamidon, zoksamid) o nieznanym działaniu na patogeny powodujące tę chorobę. Według Boreckiego (1987) grzyby z rodzaju *Alternaria* są odporne na wiele ze stosowanych do ich zwalczania środków chemicznych w tym także na fungicydy systemiczne.

Wyniki uzyskane w doświadczeniu laboratoryjnym potwierdziły brak skuteczności metalaksylu M i zoksamidu do zwalczania grzybów powodujących alternariozę. W przypadku fenamidonu trzeciej ocenianej substancji aktywnej uzyskano w warunkach laboratoryjnych efekt ograniczający rozwój grzybni na pożywce agarowej potwierdzający jej przydatność do zwalczania alternariozy.

WNIOSKI

1. Oceniane w doświadczeniu fungicydy istotnie ograniczyły wielkość zniszczenia blaszki liściowej w skutek porażenia przez alternariozę w porównaniu z kontrolą (bez chemicznej ochrony).
2. Mniejsze zniszczenie powierzchni asymilacyjnej chronionej przez testowane fungicydy wpłynęło na wzrost plonu o 4,8 t/ha do 6,4 t/ha.
3. W doświadczeniu przeprowadzonym na płytkach Petriego stwierdzono brak skuteczności metalaksylu M i zoksamidu w hamowaniu rozwoju grzyba *Alternaria alternata*.
4. Na wysoką skuteczność fungicydu Pyton 60 WG ocenianego w okresie dwóch lat mogło mieć wpływ współdziałanie substancji aktywnych znajdujących się w składzie tej mieszaniny.

LITERATURA

- Borecki Z. 1987. Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa: 306 — 307.
- Broggio M., Ranucci A. 1991. A comparison of two infection methods for potato early blight (*Alternaria solani* Sorauer). Adv. Hort. Sci. 5: 18 — 22.
- Christ B. J. 1990. Influence of potato cultivars on the effectiveness of fungicide control of early blight. Am. Potato J. 67/ 7: 419 — 425.
- Christ B. J., Maczuga S. A. 1989 The effect of fungicide schedules and inoculum levels on early blight severity and yield of potato. Plant Disease 73/ 8: 695 — 698.
- Denner F. D. N., Theron D. J. 1999. Voorkoms en beheer van swamsiektes by aartappels. In: Handleiding vir aartappelverbouing in South-Africa. Steyn, P. J. (Ed.) Agricultural Research Council, Roodeplaat, Pretoria: 117 — 132.

- Fry W. E. 1994 Role of early and late blight suppression in potato pest management. p. 166 — 177. In: Advances in Potato Pest Biology and Management. G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Jansson, K. V. Raman (eds.). APS Press. The American Phytopathology Society St. Paul, Minnesota, USA: 655 pp.
- Harrison M. D. 1974. Interactions between foliar sprays and soil fumigation in yield responses of potatoes. *Phytopathology* 64: 860-864
- Holm A. L. 2002. Early blight www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight1/blight1.html.
- Johnson K. B., Teng P. S. 1990. Coupling a disease progress model for early blight to a model potato growth. *Phytopathology*, 80: 4, 416-425.
- Kapsa J., Osowski J. 2003. Efficacy of some selected fungicides against early blight (*Alternaria* spp.) on potato crops. *J. Plant Protection Research* 43, No. 2: 113 — 120.
- Khan A. M., Rashid A., Jawed Iqbal M. 2003. Evaluation of foliar applied fungicides against early blight of potato under field conditions. *Intern. J. Agric. Biol.* vol. 5, No 4: 543 — 544.
- Osowski J. 2000. Możliwości zwalczania alternariozy *Alternaria* spp. w badaniach laboratoryjnych i polowych. W: *Ochrona Ziemniaka. Konferencja Naukowa, Kołobrzeg 4–5 kwietnia 2000*: 37 — 41.
- Osowski J. 2001. Potrzeba i możliwości zwalczania alternariozy. *Ziemniak Pol.* 2: 19 — 22.
- Osowski J. 2003. Effectiveness of some chemical strategy protection of potato against early blight (*Alternaria solani*). *J. Plant Protection Research* 43, 4: 361 — 368.
- Rotem J. 1981. Fungal diseases of potato and tomato in the Negev. *Plant Disease* 65: 315 — 318.
- Stewart H. E., Bradshaw J. E. 1993. A glasshouse test for assessing resistance to early blight (*Alternaria solani*). *Potato Research* 36: 1: 35 — 42.
- Sthienberg D., Blachinsky D., Kremer Y., Ben-Hador G., Dinoor A. 1995. Integration of genotype and age-related resistances to reduce fungicide use in management of *Alternaria* diseases of cotton and potato. *Phytopathology*, 85, 9: 995 — 1002.
- Sthienberg D., Raposo R., Bergeron S. N., Legard D. E., Dyer A. T., Fry W. E. 1994. Incorporation of cultivar resistance in a reduced-sprays strategy to suppress early and late blights on potato. *Plant Disease* 78, 1: 23 — 26.
- Wnękowski S., Błaszczak W. 1997. Choroby ziemniaka. W: *Ochrona Roślin*. Red. Kochman J., Węgorzek W. Plantpress, Kraków: 505 — 535.
- Zalecenia Ochrony Roślin na lata 2002/03. 2001. IOR Poznań, t. 2: 327.

EDWARD BERNATInstytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie

Nowe możliwości chemicznej ochrony ziemniaka przed alternariozą i zarazą ziemniaka przy użyciu fungicydu Pyton Consento 450 SC

New possibilities of chemical protection against early and late blights in potato crops using a fungicide Pyton Consento 450 SC

W latach 2000–2003 testowano skuteczność nowego fungicydu Pyton Consento 450 SC w ograniczeniu rozwoju zarazy (*Phytophthora infestans*) i alternariozy ziemniaka (*Alternaria solani* i *A. alternata*). Doświadczenia wykonano w dwóch miejscowościach: Bonin — rejon północny i Stare Olesno — rejon południowo-zachodni. Badania wykazały dobrą skuteczność nowego fungicydu w hamowaniu rozwoju zarazy (77%–99%) i alternariozy (40%–61%) w porównaniu do kontroli. Badany preparat okazał się równie skuteczny lub lepszy (stosowany w dawce 2,0 l/ha), jak inne fungicydy.

Słowa kluczowe: alternarioza, fungicyd, ochrona chemiczna, zaraza ziemniaka, ziemniak

In the years 2000–2003 the efficacy of a new fungicide Pyton Consento 450 SC in controlling late blight (*Phytophthora infestans*) and early blight (*Alternaria solani* and *A. alternata*) was assessed. The experiments were carried out in two locations: Bonin (northern Poland) and Stare Olesno (south-western Poland). The fungicide effectively reduced the development of late blight (77%–99%) and early blight (40%–61%), compared to the incidence of these pathogens in the untreated (control) plots. When applied in a dose of 2 l/ha, it was found to be as effective as standard fungicides, or even better.

Key words: chemical protection, early blight, fungicide, late blight, potato

WSTĘP

Produkcja ziemniaków w Polsce, pomimo spadku powierzchni uprawy tej rośliny, nadal ma duże znaczenie gospodarcze. W ostatnich latach obserwuje się zmniejszenie znaczenia ziemniaka, jako rośliny pastewnej stosowanej w żywieniu trzody chlewnej. Wzrasta natomiast udział uprawy ziemniaków jadalnych oraz przeznaczonych dla przetwórstwa i przemysłu skrobiowego. W takim przypadku coraz większego znaczenia nabiera jakość zbieranego plonu bulw, wymuszona przez wymagania technologiczne przemysłu w stosunku do surowca. Z tego też powodu, obok prawidłowej agrotechniki i doboru

odpowiednich odmian, bardzo dużego znaczenia nabiera ochrona plantacji ziemniaka przed chorobami.

Do najważniejszych chorób okresu wegetacji należą, zaraza powodowana przez *Phytophthora infestans* oraz nabierająca znaczenia gospodarczego w ostatnich latach (szczególnie w lata suche i na glebach lekkich) alternarioza powodowana przez dwa gatunki grzybów z rodzaju *Alternaria* (*A. alternata* i *A. solani*). Szkodliwość tych chorób wynika z niszczenia powierzchni asymilacyjnej roślin ziemniaka, co objawia się obniżką plonu i jakości bulw. Ponadto, szczególnie w przypadku bulw porażonych zarazą ziemniaka, są one w większym stopniu podatne na infekcje przez inne patogeny okresu przechowywania (sucha — *Fusarium* ssp. i mokra zgnilizna — *Ervinia carotovora*). Taka sytuacja prowadzi do występowania tzw. zgnilizn mieszanych i znacznych strat w tym okresie.

Straty w plonie powodowane przez zarazę ziemniaka mogą dochodzić (szczególnie na plantacjach niechronionych) do 70% (Hoffmann i Schmutterer, 1983; Oerke i in., 1994), w Polsce sięgają 20%–50% (Kapsa, 2004; Pietkiewicz, 1989).

Według Reinoch (1974) i Frya (1994) straty w plonie powodowane przez alternariozę wahają się w granicach 20%–30%, a na odmianach szczególnie podatnych mogą przekraczać 50%.

Najczęściej w Polsce pierwsze objawy alternariozy ziemniaka występują 10–14 dni wcześniej niż objawy zarazy. Dlatego też, coraz większego znaczenia w zwalczaniu tych chorób nabierają preparaty o działaniu wgłębnym i układowym, które jednocześnie ograniczają porażenie intensywnie rosnących roślin przez obydwie choroby.

Celem badań przeprowadzonych w latach 2000–2003 było określenie przydatności nowego fungicydu chlorowodorek propamokarbu + fenamidion (Pyton Consent 450 SC) w zwalczaniu zarazy i alternariozy na plantacjach ziemniaka w porównaniu do innych (wzorcowych) preparatów.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2000–2003 w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka przeprowadzono badania nad biologiczną skutecznością fungicydu chlorowodorek propamokarbu + fenamidion (Pyton Consent 450 SC) w ograniczaniu rozwoju zarazy i alternariozy na plantacjach ziemniaka. Preparat zawiera dwie substancje biologicznie czynne:

— o działaniu wgłębnym — fenamidion (związek z grupy imidazolinonów) — 75 g w 1 litrze środka

— o działaniu układowym — chlorowodek propamokarbu (związek z grupy pochodnych kwasu karbaminowego) — 375 g w 1 litrze środka.

Środek charakteryzuje się bardzo wygodną formą użytkową; jest to płynna stężona zawiesina. Producent preparatu Bayer CropScience podkreśla w jego charakterystyce dobre właściwości ograniczające wytarzanie zarodników i hamujące w niższych temperaturach kiełkowanie zoospor.

Doświadczenia przeprowadzone były w dwóch miejscowościach: Boninie (rejon północny) i Starym Oleśnie (rejon południowo-zachodni).

Badania biologicznej skuteczności ograniczania rozwoju zrazy ziemniaka przeprowadzono na odmianie jadalnej, średnio późnej Rywał, dość podatnej na zarazę (ocena 4 w skali 9-stopniowej). Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach, w których porównywano następujące warianty ochrony:

- kontrola (bez chemicznej ochrony),
- fluazynam (Altima 500 SC) — działanie powierzchniowe — $6 \times 0,4$ l/ha,
- cymoksanil + mankozeb (Curzate M 72,5 WP) — działanie wgłębne — 5×2 kg/ha,
- fenamidon + mankozeb (Pyton 60 WG) — działanie wgłębne — $5 \times 1,25$ kg/ha
- chlorowodorek promamokarbu + chlorotalonil (Tattoo C 750 SC) — działanie układowe — 4×2 kg/ha.
- metalaksyl-M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WP) — działanie układowe — 4×2 kg/ha,
- chlorowodorek promamokarbu + fenamidon (Pyton Consento 450 SC) — działanie układowe i wgłębne — $4 \times 1,5$ kg/ha,
- chlorowodorek promamokarbu + fenamidon (Pyton Consento 450 SC) — działanie układowe i wgłębne — 4×2 kg/ha.

Badania skuteczności zwalczania alternariozy przez wybrane fungicydy przeprowadzono na bardzo wczesnej jadalnej odmianie Bard (bardzo podatna na alternariozę). Doświadczenia założono w układzie losowanych podbloków w 4 powtórzeniach, w których porównywano następujące warianty ochrony:

- kontrola (bez chemicznej ochrony),
- propineb (Antracol 70 WG) — $2 \times 1,8$ kg/ha,
- mankozeb (Dithane M-45 80 WP) — 2×2 kg/ha,
- zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG) — 2×2 kg/ha,
- chlorowodorek promamokarbu + fenamidon (Pyton Consento 450 SC) — działanie układowe i wgłębne — $4 \times 1,5$ kg/ha,
- chlorowodorek promamokarbu + fenamidon (Pyton Consento 450 SC) — działanie układowe i wgłębne — 4×2 kg/ha.

W związku z koniecznością ochrony testowanych poletek (doświadczenie z alternariozą ziemniaka) przed zarazą ziemniaka, prowadzono dodatkowo ochronę chemiczną przed tą chorobą wybranymi fungicydami, nie rejestrowanymi do zwalczania alternariozy.

Skuteczność działania badanych preparatów w ograniczaniu rozwoju zarazy i alternariozy ziemniaka porównywano do obiektów niechronionych (kontrolnych), gdy porażenie roślin ziemniaka przekraczało 50% zniszczenia części nadziemnej.

Ziemniaki wysadzone były w optymalnym terminie agrotechnicznym (3 dekada kwietnia lub 1 dekada maja — w zależności od warunków meteorologicznych w danym roku) w rozstawie międzyrzędzi 75 cm i gęstości w rzędzie 30 cm.

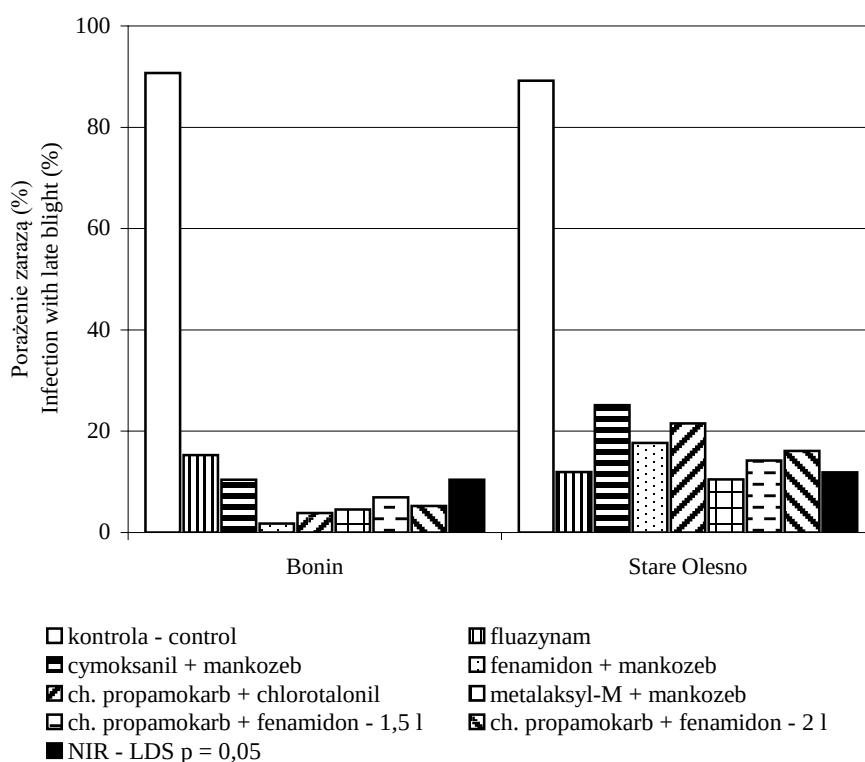
Zabiegi chemicznej ochrony wykonywano w odstępach 7–10-dniowych (dla fungicydów o działaniu powierzchniowym) lub 10–14 dniowych (fungicydy wgłębne i układowe). Stosowano opryskiwacz ciągnikowy wyposażony w dysze płaskostrumieniowe 0,4 mm. Ilość wody stosowana do zabiegu — 400 l/ha.

Obserwacje porażenia roślin przez zarzę ziemniaka wykonywano w odstępach 10-dniowych i oceniano w skali 9-stopniowej (9 — brak porażenia, 1 — całkowite zniszczenie powierzchni asymilacyjnej rośliny ziemniaka).

Wyniki zostały opracowane statystycznie za pomocą analizy wariancji.

WYNIKI I DYSKUSJA

Skuteczność biologiczną preparatu chlorowodorek propamokarbu+fenamidon (Pyton Consento 450 SC) w ograniczaniu rozwoju zarazy ziemniaka w porównaniu do innych preparatów i obiektu kontrolnego (bez ochrony chemicznej) pokazano rysunku 1. Średnie porażenie roślin ziemniaka na poletkach kontrolnych wynosiło 90,7% w Boninie i 89,7% w Starym Oleśnie.

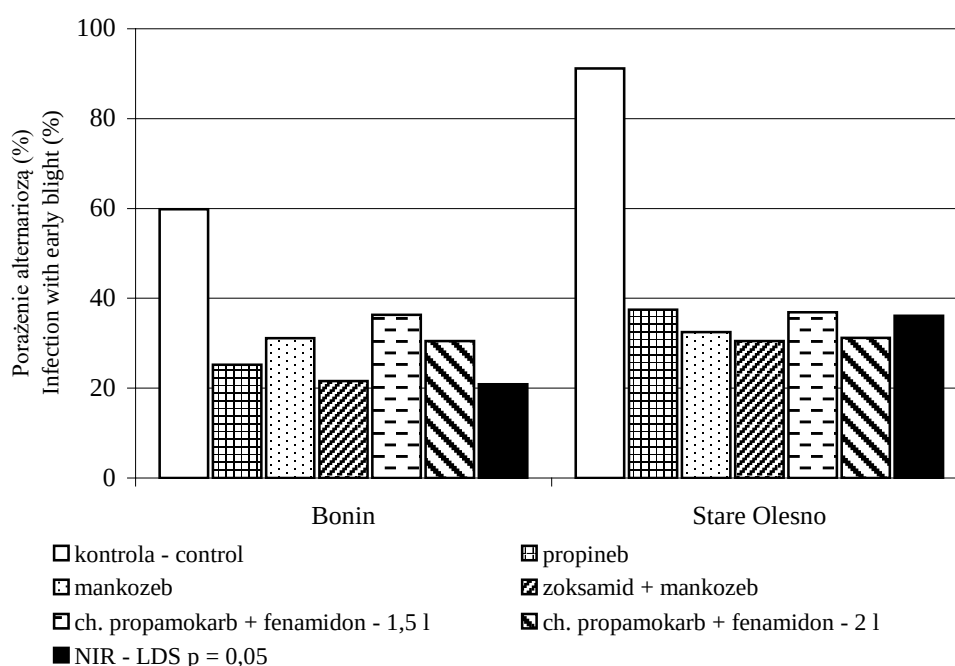


Rys. 1. Skuteczność wybranych fungicydów w zwalczaniu zarazy ziemniaka na roślinach ziemniaka w Boninie i Starym Oleśnie (średnie z lat 2000-2003)

Fig. 1. The efficacy of certain fungicides in controlling of late blight on potato plants in Bonin and Stare Olesno (mean for 2000-2003)

Fungicyd chlorowodorek propamokarbu + fenamidon wykazywał dobrą lub bardzo dobrą skuteczność w ograniczaniu rozwoju patogena. Skuteczność badanego preparatu wahała się w granicach 81%–99% w Boninie i 77%–92% w Starym Oleśnie w porównaniu do kontroli. Porażenie roślin ziemniaka chronionych testowanym preparatem było na podobnym poziomie, jak na poletkach chronionych za pomocą innych fungicydów, a w niektórych przypadkach było nawet niższe. Lepsza skuteczność w Boninie wykazywały jedynie fungicydy fenamidon + mankozeb i chlorowodorek propamokarbu + chrolotalonil, a w Starym Oleśnie jedynie mieszanina metalaksylu M z mankozebem. Były to jednak różnice nieistotne statystycznie.

Wyniki 3-letnich badań polowych w ograniczaniu rozwoju alternariozy ziemniaka w Boninie i Starym Oleśnie przedstawiono na rysunku 2. Średnie porażenie roślin tą chorobą w latach 2001–2003 wynosiło w Boninie około 60%, a w Starym Oleśnie ponad 91%.



Rys. 2. Skuteczność wybranych fungicydów w zwalczaniu alternariozy na roślinach ziemniaka w Boninie i Starym Oleśnie (średnie z lat 2000–2003)

Fig. 2. The efficacy of certain fungicides in controlling of early blight on potato plants in Bonin and Stare Olesno (mean for 2000–2003)

Zaobserwowano dobrą skuteczność zwalczania alternariozy po zastosowaniu fungicydu chlorowodorek propamokarbu + fenamidon w porównaniu do kontroli. Skuteczność badanego fungicydu w Boninie wynosiła 40%, gdy zastosowano go w dawce 1,5 l/ha

i ponad 50% — w dawce 2,0 l/ha. Lepszą skuteczność testowanego preparatu stwierdzono w Starym Oleśnie (60%–68%), gdzie wstąpiło większe nasilenie choroby niż w Boninie.

Nie stwierdzono istotnych różnic w biologicznej skuteczności w ograniczeniu alternariozy ziemniaka przez badany preparat w porównaniu do innych fungicydów. Zaobserwowano jedynie nieco wyższą skuteczność fungicydu chlorowodorek propamokarbu + fenamidon stosowanego w dawce 2,0 l/ha, w porównaniu do dawki 1,5 l/ha.

WNIOSKI

1. Testowany fungicyd chlorowodorek propamokarbu + fenamidon (Pyton Consento 450 SC) wykazywał podobną skuteczność w hamowaniu rozwoju zarazy ziemniaka, jak inne badane fungicydy i może być stosowany do zwalczania tej choroby na plantacjach ziemniaka.
2. Stwierdzono dobrą skuteczność, w porównaniu do fungicydów porównawczych, preparatu Pyton Consento 450 SC w zwalczaniu alternariozy ziemniaka. Wyższą skuteczność fungicydu zaobserwowano, gdy aplikowano go w dawce 2 l/ha, niż w dawce 1,5 l/ha.

LITERATURA

- Fry W. E. 1994. Role of early blight suppression pest management. In: Advance in potato pest biology and management. Ed. Zehder G. W., Powels M. L., Janson R. K., Raman K. V. 1994. APS Press, Am. Phytophath. Soc. St. Paul. Minnesota USA: 655.
- Hoffman G. M., Schmuterer H. O. 1983. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą (*P. infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. Stresz. XLIV Sesja Nauk. Inst. Ochr. Rośl. Poznań 12–13. 02. 2004: 54.
- Oerke E.C., Dehne M.W., Schonbeck F., Weber A. 1994. Crop production and protection. Elsevier, Amsterdam.
- Pietkiewicz J. B. 1989. Zwalczanie zarazy ziemniaka. Instrukcja upowszechnieniowa 1/89. Instytut Ziemniaka, Bonin: 20.
- Rienoch M. 1974. Alternarioza ziemniaka. Z Prac Inst. Ziemn. 1974. 1/2: 19 — 28.

EDWARD BERNATZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Skuteczność wybranych fungicydów w zwalczaniu zarazy ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych

The efficacy of certain fungicides in controlling late blight depending on metrological condition

W latach 2000–2003 i dwóch miejscowościach (Bonin — rejon północny, Stare Olesno — rejon południowo-zachodni) przebadano wpływ warunków meteorologicznych w okresie wegetacji na skuteczność wybranych fungicydów w ograniczeniu rozwoju zarazy ziemniaka. Badania wykazały, że po zastosowaniu fungicydów nastąpiło wydłużenie okresu wzrostu bulw w polu i korzystny wpływ ochrony chemicznej na wielkość plonu. Najwyższy wzrost plonu bulw stwierdzono zarówno w Boninie, jak i Starym Oleśnie w roku 2000. Skuteczność zwalczania choroby przez badane fungicydy była na wysokim poziomie (powyżej 90%), niezależnie od sposobu ich działania w roślinie.

Słowa kluczowe: fungicyd, ochrona chemiczna, warunki meteorologiczne, zaraza ziemniaka, ziemniak

In the years 2000–2003 influence of meteorological conditions in potato growing season on the efficacy of certain fungicides in controlling late blight was assessed. The experiments were carried out in two locations: Bonin (northern Poland) and Stare Olesno (south-western Poland). Chemical protection resulted in a longer time needed for yield gathering. Moreover, it had the positive effect on the yield. The highest yields were obtained both in Bonin and Stare Olesno in the year 2000. The efficacy of the fungicides was high (above 90%), irrespective of the mode of action in the plant.

Key words: chemical protection, fungicide, late blight, meteorological condition, potato

WSTĘP

W Polsce zraza ziemniaka powodowana przez patogena *Phytophthora infestans* jest nadal uważana w uprawach ziemniaka za chorobę o największym znaczeniu gospodarczym. Szkodliwość tej choroby objawia się nie tylko w czasie sezonu wegetacyjnego (niszczenie powierzchni asymilacyjnej, a w konsekwencji spadek plonu bulw), ale również w czasie przechowywania (gnicie bulw). Na plantacjach bez ochrony chemicznej straty plonu mogą dochodzić do 70% (Hoffmann i Schmutterer, 1983; Oerke

i in., 1994). W Polsce na podstawie wieloletnich badań ocenia się, że wynoszą one przeciętnie 20%–25% (Pietkiewicz, 1989).

W warunkach klimatycznych Polski pierwsze oznaki infekcji na roślinach ziemniaka występują przeciętnie po 60–80 dniach od sadzenia (Kapsa, 2001). Termin pojawu pierwszych oznak wystąpienia zarazy ziemniaka jest w bardzo dużym stopniu determinowany przez warunki meteorologiczne. Optymalne warunki dla rozwoju patogena to wysoka wilgotność na plantacji (powyżej 85%) oraz temperatura powietrza w zakresie 16°–18°C (Borecki, 1987; Kapsa, 2000). Jeśli takie warunki meteorologiczne utrzymują się przez dłuższy okres czasu, może dojść do bardzo szybkiego zniszczenia roślin ziemniaka. Na polach niechronionych może ulec zniszczeniu nawet do 10% powierzchni asymilacyjnej roślin dziennie (Borecki, 1987). Aby nie dopuścić do wysokich strat w plonie bulw, należy stosować prawidłową agrotechnikę, uprawiać odmiany o podwyższonej odporności na zarazę ziemniaka oraz prowadzić ochronę chemiczną. Skuteczność chemicznej ochrony ziemniaków przed zarazą ziemniaka jest uzależniona od: przebiegu pogody w czasie sezonu wegetacyjnego, prawidłowego doboru fungicydów oraz ilości i częstotliwości stosowanych zabiegów ochronnych (Osowski, Bernat, 2003; Kapsa, 2001).

Celem badań przeprowadzonych w latach 2000–2003 w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie było określenie wpływu warunków meteorologicznych na skuteczność ograniczenia rozwoju zarazy ziemniaka przez wybrane fungicydy, o różnych typach działania (powierzchniowe, wgłębne i układowe).

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000–2003 w dwóch miejscowościach: Bonin (woj. zachodniopomorskie — rejon północny) i Stare Olesno (woj. opolskie — rejon południowo-zachodni).

Doświadczenia polowe założono w układzie losowanych bloków, w 4 powtórzeniach, na średnio późnej odmianie jadalnej Rywał. Odmiana ta charakteryzuje się średnią podatnością na zarazę (ocena 4 w skali 9-stopniowej).

W doświadczeniu porównywano następujące warianty ochrony przed zarazą ziemniaka:

- kontrola — bez chemicznej ochrony,
- fluazynam (Altima 500 SC) — działanie powierzchniowe — $6 \times 0,4$ l/ha,
- mankozeb (Dithane M-45 80 WP) — działanie powierzchniowe — 6×2 kg/ha,
- cymoksanil + mankozeb (Curzate M 72,5 WP) — działanie wgłębne — 5×2 kg/ha,
- metalaksyl-M + mankozeb (Ridomil Gold MZ 68 WP) — działanie układowe — 4×2 kg/ha,
- chlorowodorek promamokarbu + chlorotalonil (Tattoo C 750 SC) — działanie układowe — 4×2 kg/ha.

Ziemniaki wysadzano w optymalnym terminie agrotechnicznym (3 dekada kwietnia lub 1 dekada maja — w zależności od warunków meteorologicznych w danym roku) w rozstawie międzyrzędzi 75 cm i gęstości w rzędzie 30 cm.

Zabiegi chemicznej ochrony wykonywano w odstępach 7–10-dniowych (dla fungicydów o działaniu powierzchniowym) lub 10–14 dniowych (fungicydy wgłębne i układowe). Stosowano opryskiwacz ciągnikowy wyposażony w dysze płaskostrumieniowe 0,4 mm. Ilość wody stosowana do zabiegu — 400 l/ha.

Obserwacje porażenia roślin przez zarazę ziemniaka wykonywano w odstępach 10-dniowych i oceniano w skali 9-stopniowej (9 — brak porażenia, 1 — całkowite zniszczenie powierzchni asymilacyjnej rośliny ziemniaka).

Zbiór ziemniaków wykonywano w pełni dojrzałości technologicznej (połowa września). W trakcie zbioru oceniano wielkość plonu bulw.

WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki meteorologiczne w latach 2000–2003 były bardzo zróżnicowane (tab. 1) zarówno w rejonie północnym (Bonin), jak i południowo-zachodnim Polski (Stare Olesno).

Tabela 1

Miesięczne sumy opadów w latach 2000–2003 na tle danych wieloletnich (1977–2001)
The sums of monthly rainfall in the years 2000–2003 as related to multi-year data (1977–2001)

Miejscowość Locality	Miesiąc Month	Lata Years				
		2000	2001	2002	2003	1977–2001
Bonin	VI	78,2	184,2	110,8	38,4	104,4
	VII	70,7	80,2	61,9	86,4	91,1
	VIII	43,9	143,2	54,2	48,6	91,8
Charakterystyka sezonu Characteristics of season		przeciętny typical	mokry wet	przeciętny typical	suchy dry	
Stare Olesno	VI	47,5	100,9	100,3	23,4	76,1
	VII	195,4	152,7	77,8	46,7	88,5
	VIII	28,6	39,1	34,1	47,3	80,1
Charakterystyka sezonu Characteristics of season		przeciętny typical	mokry wet	przeciętny typical	suchy dry	

Rozkłady opadów w sezonie wegetacyjnym (czerwiec-sierpień) w Boninie w latach 2000 i 2002 nie odbiegały istotnie od średniej wieloletniej (1977–2001). Natomiast rok 2001 można uznać za „mokry”, sprzyjający rozwojowi zarazy ziemniaka, gdyż suma opadów za okres VI–VIII była o ponad 40% wyższa w porównaniu do wielolecia, a średnia temperatura dobową wynosiła 13,8°–18,8°C. Niesprzyjające warunki do rozwoju patogena wystąpiły w Boninie w roku 2003, który charakteryzował się długimi okresami wysokiej temperatury i niedoborem wody przez cały okres wegetacji. Większe ilości opadów wystąpiły jedynie w I i III dekadzie lipca.

W Starym Oleśnie w latach 2000–2003 odnotowano wyższą o 3%–12% temperaturę dobową w miesiącach czerwiec-sierpień w porównaniu do średniej wieloletniej z lat 1977–2001. W sierpniu odnotowano niższą o 50% ilość opadów. Suma opadów w czerwcu i lipcu w latach 2000 i 2002 nie odbiegała znacznie od wielolecia. Jedynie w roku 2002 odnotowano dużą ilość opadów w II i III dekadzie lipca. Rok 2002 charakteryzował się dużą ilością opadów w miesiącach czerwiec-lipiec, o 33%–70% wyższą w porównaniu do

średniej wieloletniej. Rok 2003 można nazwać „rokiem suszy” w Starym Oleśnie. Suma opadów za okres czerwiec-sierpień wynosiła tylko 117 mm, gdy średnio w wieloleciu — ok. 245 mm.

W latach badań skuteczność działania wszystkich rodzajów fungicydów (procentowa różnica w porażeniu roślin przez patogena na obiektach chronionych w porównaniu do porażenia na kontroli — bez chemicznej ochrony) była zadowalająca lub dobra (tab. 2).

Tabela 2

Zależność między sposobem działania fungicydów a ich skutecznością (2000–2003)
The relationships between a mode of action of the fungicides and their efficacy (2000–2003)

Lata Years	Typ fungicydu Type of fungicide	Skuteczność fungicydów w porównaniu z kontrolą Efficacy of fungicides as compared to a control	
		Bonin	Stare Olesno
2000	kontaktowe contact	95	98
	wgłębne translaminar	70	89
	systemiczne systemic	96	90
2001	kontaktowe contact	88	90
	wgłębne translaminar	87	73
	systemiczne systemic	96	89
2002	kontaktowe contact	62	74
	wgłębne translaminar	79	68
	systemiczne systemic	87	70
2003	kontaktowe contact	93	86
	wgłębne translaminar	93	74
	systemiczne systemic	99	87

Najwyższą skuteczność działania fungicydów zaobserwowano w Boninie w 2003 „suchym” roku, wynosiła ona ponad 93%; zaś w Starym Oleśnie (powyżej 89%) w roku 2000, który charakteryzował się przeciętnymi warunkami meteorologicznymi. Związane to było z warunkami meteorologicznymi niesprzyjającymi rozwojowi choroby i niskiej presji infekcyjnej patogena.

Najniższą skuteczność stwierdzono w Boninie dla preparatów o działaniu kontaktowym (62%) w roku przeciętnym 2002.

W prowadzonych doświadczeniach polowych zaobserwowano znaczne zróżnicowanie terminu opóźnienia zniszczenia 50% blaszki liściowej w wariantach chronionych w stosunku do kontroli w obu miejscowościach (tab. 3). Okres ten ma kluczowe znaczenie dla wielkości uzyskanego plonu, gdyż od tego momentu następuje zatrzymanie przyrostu bulw pod krzakiem (Kapsa, 2001).

Najkrótsze opóźnienie zniszczenia 50% blaszki liściowej w porównaniu z kontrolą zaobserwowano w Boninie w roku 2000 (o przeciętnych warunkach klimatycznych). Był on tylko o 4 dni dłuższy dla preparatów o działaniu wgłębnym. Fungicydy kontaktowe przedłużały ten okres o 17 dni.

Tabela 3

Wpływ wybranych preparatów na hamowanie rozwoju zarazy ziemniaka w latach 2000–2003
Influence of certain fungicides on reducing of late blight development in the years 2000–2003

Lata Years	Typ fungicydu Type of fungicide	Opóźnienie zniszczenia 50% blaszki liściowej w stosunku do kontroli (liczba dni) Delay of 50% haulm destruction compared to control (days)	
		Bonin	Stare Olesno
2000	kontaktowe contact	17	14
	wgłębne translaminar	4	5
	systemiczne systemic	9	6
2001	kontaktowe contact	37	3
	wgłębne translaminar	19	0
	systemiczne systemic	35	2
2002	kontaktowe contact	12	20
	wgłębne translaminar	20	19
	systemiczne systemic	20	28
2003	kontaktowe contact	99	29
	wgłębne translaminar	83	16
	systemiczne systemic	102	28

W Starym Oleśnie najkrótsze opóźnienie zniszczenia 50% blaszki liściowej stwierdzono w „mokrym” roku 2001. Opóźnienie to wynosiło 0–3 dni w porównaniu do kontroli. Najdłuższy okres gromadzenia plonu w rejonie południowo-zachodniej Polski (Stare Olesno) stwierdzono w latach 2002 i 2003. Ochrona przed zarazą spowodowała przedłużenie czasu gromadzenia się plonu o 16 dni.

Ochrona chemiczna wykazywała korzystny wpływ na plon bulw we wszystkich latach i miejscowościach, w których przeprowadzono doświadczenia (tab. 4). Najwyższy wzrost plonu w porównaniu do kontroli zaobserwowano w roku 2000 w Boninie (+ 26%–31%), oraz w Starym Oleśnie (+ 28%–44%). Najniższy wzrost plonu bulw (+4%) zaobserwowano w Boninie w roku 2001, który charakteryzował się dużą ilością opadów w okresie wegetacji, dla kombinacji z fungicydami o działaniu wgłębnym.

Badania przeprowadzone w latach 2000–2003 w Boninie i Starym Oleśnie nie wykazały istotnego wpływu zróżnicowanych warunków meteorologicznych w okresie

wegetacji na skuteczność badanych grup fungicydów w ograniczaniu rozwoju zarazy ziemniaka. Badane fungicydy o działaniu kontaktowym, stosowane w momencie pojawienia się pierwszych oznak infekcji choroby w rejonie i w odstępach 7–10-dniowych, wykazywały podobną skuteczność działania jak fungicydy o działaniu wgłębnym i systemicznym, które były stosowane w odstępach 10–14-dniowych. Prawdopodobnie mało istotne różnice w skuteczności fungicydów należących do różnych grup, wynikały z właściwego terminu pierwszego zabiegu (wszystkie stosowane były profilaktycznie). Jak podają: Kapsa (2000) oraz Bernat i Osowski (2003) na skuteczność fungicydów wpływają: rodzaj stosowanego fungicydu (kontaktowy, wgłębny i systemiczny) oraz ilości i częstotliwość wykonywania zabiegów ochronnych. Wszystkie testowane preparaty były stosowane w sezonie wegetacyjnym co najmniej 4 razy (w każdym roku i każdej miejscowości), co miało istotny wpływ na ich zaobserwowaną zadowalającą lub wysoką skuteczność.

Tabela 4

Wpływ wybranych preparatów na plon bulw w latach 2000–2003
Influence of certain fungicides on tubers yield in the years 2000–2003

Lata Years	Typ fungicydu Type of fungicide	Kontrolna różnica plonu bulw (%) Tubers yield in relation to a control (%)	
		Bonin	Stare Olesno
2000	kontaktowe contact	+29	+44
	wgłębne translaminar	+26	+28
	systemiczne systemic	+31	+35
2001	kontaktowe contact	+28	+29
	wgłębne translaminar	+4	+28
	systemiczne systemic	+38	+26
2002	kontaktowe contact	+8	+48
	wgłębne translaminar	+24	+23
	systemiczne systemic	+19	+36
2003	kontaktowe contact	+20	+14
	wgłębne translaminar	+15	+14
	systemiczne systemic	+17	+15

Intensywna ochrona chemiczna prowadzona na badanych kombinacjach wykazała korzystny wpływ na wielkość plonu bulw ziemniaka w porównaniu do kontroli (bez chemicznej ochrony przeciw zarazie ziemniaka).

WNIOSKI

1. W latach 2000–2003 wszystkie badane preparaty wpływały na opóźnienie terminu zniszczenia 50% naci (okres kluczowy dla gromadzenia się plonu bulw). Najkrótsze opóźnienie zaobserwowano w Starym Oleśnie (0–3 dni) w roku „wilgotnym” 2001.
2. Skuteczność badanych fungicydów w badanych latach była na wysokim poziomie (powyżej 90%), niezależnie od sposobu działania w roślinie. Nieco niższą skuteczność (62%–87%) stwierdzono jedynie w roku „przeciętnym” 2002 w Boninie oraz w Starym Oleśnie w roku „suchym” 2003.
3. We wszystkich badanych latach zaobserwowano korzystny wpływ chemicznej ochrony na gromadzenie się plonu bulw. Najniższy wzrost plonu bulw (o 4%) zaobserwowano w Boninie w roku 2001 dla kombinacji z fungicydami o działaniu wgłębnym.

LITERATURA

- Borecki Z. 1987. Zaraza ziemniaka. Nauka o chorobach roślin. PWRiL, Warszawa: 211 — 215.
- Hoffman G. M., Schmuterer H. O. 1983. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Kapsa J. 2000. Zwalczanie zarazy ziemniaka — stare i nowe problemy. IHAR Oddz. Bonin: 9 — 13.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. Monogr. i Rozpr. Nauk. 11 IHAR Radzików: 34 — 38.
- Oerke E. C., Dehne M. W., Schonbeck F., Weber A. 1994. Crop Production and Protection. Elsevier, Amsterdam.
- Osowski J., Bernat E. 2003. Wpływ liczby zabiegów na skuteczność ochrony przed zarazą w uprawach ziemniaka. Prog. in Plant Prot. 43 (1): 311 — 314.
- Pietkiewicz J. B. 1989. Zwalczanie zarazy ziemniaka. Instrukcja upowszechnieniowa 1/89. Instytut Ziemniaka, Bonin: 20 ss.

SYLWESTER SOBKOWIAK**HANNA ZARZYCKA****RENATA LEBECKA****EWA ZIMNOCH-GUZOWSKA**

Zakład Genetyki i Materiałów Wyjściowych Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Młochowie

Wpływ koncentracji inokulum i terminów oceny odporności na ekspresję agresywności i wirulencji *Phytophthora infestans* w stosunku do ziemniaka

Effect of inoculum concentration and date of resistance test on expression of aggressiveness and virulence of *Phytophthora infestans* towards the potato

W ciągu dwóch lat badań oceniano zmienność wirulencji i agresywności 12 izolatów *Phytophthora infestans* po inokulacji listków ziemniaka. Ekspresja obu tych cech zmieniała się okresowo w ciągu roku. Najwyższy poziom agresywności i najszerszy zakres wirulencji był obserwowany wczesną wiosną i jesienią. Dwa izolaty *P. infestans* MP 324 i MP 423 charakteryzowały się największą stabilnością ekspresji agresywności i wirulencji. Stwierdzono istotną korelację między poziomem agresywności i wykrywalnością czynników wirulencji. Badano także wpływ różnych stężeń inokulum na ekspresję agresywności i wirulencji. Obserwowano istotnie wyższą wykrywalność czynników wirulencji po zastosowaniu inokulum o wyższych stężeniach. Nie stwierdzono jednak korzystnego wpływu wyższych koncentracji zawiesiny na poziom agresywności w okresie, w którym rutynowo są przeprowadzane testy odporności ziemniaka na *P. infestans*.

Słowa kluczowe: agresywność, inokulum, *Phytophthora infestans*, termin oceny, wirulencja

The variation of aggressiveness and virulence of 12 *Phytophthora infestans* isolates after artificial inoculation on potato leaflets was examined in a two-year study. The expression of these features varied periodically during the year. The highest level of aggressiveness and the widest spectrum of virulence were observed in early spring and early autumn. The best stability of virulence and aggressiveness expression was presented by MP 324 and MP 423 isolates of *P. infestans*. Significant correlation between level of aggressiveness and detectability of virulence was noticed. Higher inoculum concentrations were found to enhance both the virulence spectrum and the level of aggressiveness of *P. infestans*. However, no positive effect of the increased inoculum doses on the level of aggressiveness was observed in the seasons of routine tests to assess potato resistance to *P. infestans*.

Key words: aggressiveness, date of evaluation, inoculum, *Phytophthora infestans*, virulence

WSTĘP

Warunki środowiska, w których rośnie ziemniak mają znaczny wpływ na jego reakcje odpornościowe na *Phytophthora infestans* (Rotem i in., 1971; Victoria i Thurston, 1974). Warunki te wpływają zarówno na odporność żywiciela i cechy patogenu, jak i na ekspresję interakcji pomiędzy tymi dwoma organizmami. W czasie przeprowadzania oceny odporności materiałów hodowlanych ziemniaka na *P. infestans* często obserwowano okresową zmienność reakcji ziemniaka na ten patogen. Badania nad wpływem pór roku na patogeniczność *P. infestans* w stosunku do ziemniaka przeprowadziła Świszczewska ze współpracownikami (1972). Wielu autorów stwierdziło znaczny wpływ długości dnia na intensywność rozwoju choroby na liściach ziemniaka: silniejsze porażenie było obserwowane przy krótkim dniu (Thurston, 1957; Ulrich i Krug, 1965). Z tego powodu znaczny wpływ na reakcje odpornościowe ziemniaka może mieć wybór właściwego terminu przeprowadzania testów oceny odporności (Darsow i wsp., 1988). Problem zapobiegania zmienności w przebiegu interakcji *P. infestans*-ziemniak rozpatrywano pod kątem zwiększenia reakcji podatności rośliny poprzez dobór listków o odpowiednim wieku fizjologicznym odpowiednio usytuowanych na roślinie (Sieczka, 1979; Carnegie i Colhoun, 1982). Z drugiej strony podejmowano próby zwiększenia patogeniczności *P. infestans* poprzez kształtowanie składu jakościowego i koncentracji inokulum. Uważa się, że najlepsze efekty można uzyskać po zastosowaniu jako inokulum zawiesiny sporangiów i pływek (Pietkiewicz, 1976b; Carnegie i Colhoun, 1982; Zarzycka i wsp., 1984). Zawiesina złożona jedynie z pływek uwolnionych ze sporangiów nie jest polecana, gdyż zarodniki te szybko tracą żywotność (Lapwood i McKee, 1966; Nilson, 1981). Stwierdzono również wpływ koncentracji inokulum na poziom porażenia ziemniaka przez *P. infestans* (Pietkiewicz, 1976 a; Sieczka, 1979; Nilson, 1981; Carnegie i Colhoun, 1982; Zarzycka, 1989). Wyniki dotychczasowych badań nie były jednoznaczne, gdyż przy wyższej koncentracji sporangiów stwierdzono intensywniejsze porażenie listków, ale gdy przekroczyło ono 200 sporangiów w 1 mm³ infekcyjność inokulum spadała. Wpływ ten zaobserwowano tylko w przypadku odpornych odmian ziemniaka.

Sujkowski (1983; 1986 a i 1986 b) obserwował sezonową zmienność ekspresji patogeniczności i sporulacji *P. infestans* występującą w ciągu roku. Według niektórych autorów (Jinks i Grindle, 1963; Paxman, 1963; Caten i Jinks, 1968; Kubicka, 1969; Pietkiewicz, 1978) zróżnicowanie izolatów pod względem patogeniczności wynika z przystosowania patogenu do innej niż macierzysta formy ziemniaka (np. innej odmiany).

Badania nad sezonową zmiennością agresywności i wirulencji *P. infestans* zostały rozpoczęte w roku 2000 (Sobkowiak i in., 2001). W poszczególnych miesiącach na ogół zachował się wysoki poziom agresywności i wirulencji. Tylko w czerwcu stwierdzono nagłe zmniejszenie ekspresji tych cech.

Niniejsza praca miała na celu stwierdzenie, czy ekspresja agresywności i wirulencji *P. infestans* ulega sezonowej zmienności i uzyskanie wskazówek do skorygowania terminów przeprowadzania testów oceny odporności materiałów hodowlanych ziemniaka na ten patogen. W związku z obniżeniem patogeniczności izolatów w czerwcu roku 2000 (Sobkowiak i in., 2001), dodatkowo w roku 2001 przeprowadzono począwszy od maja

a skończywszy na początku lipca cotygodniowe monitorowanie frekwencji czynników wirulencji. Ponadto podjęto próbę zwiększenia ekspresji wirulencji i agresywności patogenu za pomocą zastosowania koncentracji inokulum wyższej niż używanej standardowo.

MATERIAŁ I METODY

Ocena zmienności agresywności i wirulencji *P. infestans*

Doświadczenia przeprowadzono od lutego do grudnia w latach 2000–2001. Oceniano poziom agresywności i zakres wirulencji 12 izolatów *P. infestans* wyizolowanych w latach 1997–1999, które podczas wstępnej oceny charakteryzowały się szerokim zakresem wirulencji (9–10 czynników) oraz wysokim poziomem agresywności (1 według skali 9-stopniowej) (tab. 1). Kultury izolatów użytych do doświadczeń były przechowywane pod olejem parafinowym w temperaturze 7°C, a w czasie rozmnażania przed inokulacją były trzykrotnie pasażowane na plastrach ziemniaka podatnej odmiany Tarpan.

Rośliny przeznaczone do inokulacji, które rosły w szklarni, były w okresie wczesnowiosennym, późnojesiennym i zimowym doświetlane światłem o natężeniu 2000 luksów przez 6 godzin w ciągu doby. Poziom agresywności badano na listkach odmian Bintje i Tarpan, charakteryzujących się brakiem odporności specyficznej warunkowanej genami R. Zakres wirulencji izolatów sprawdzano na listkach testerów Blacka zawierających pojedyncze geny odporności specyficznej od R1 do R11. Listki do inokulacji były pobierane ze środkowego piętra 8-tygodniowych roślin ziemniaka.

W połowie każdego miesiąca, inokulowano poszczególnymi izolatami po dwa odcięte listki każdego z testerów (i odmian) umieszczając na nich po dwie krople inokulum (każdą po przeciwnych stronach nerwu listka) o koncentracji 50 sporangiów w 1 mm³. Każda kropla zawierała około 2000–2500 sporangiów. Inokulacji dokonywano, gdy ze sporangiów zaczynały się uwalniać pływki.

Ocena porażenia była przeprowadzona po 6 dniach inkubacji listków w temperaturze 16°C w świetle fluorescencyjnym o natężeniu około 2000 luksów. Przy określaniu poziomu agresywności posługiwano się 9-stopniową skalą oceny, w której 1 oznacza całkowite porażenie, a każdy następny stopień odpowiada określonemu procentowi porażonej powierzchni listka (Zarzycka, 1997).

Zakres wirulencji oceniano na listkach 11 testerów Blacka. Jako objaw ekspresji danego czynnika wirulencji uznawano występowanie typowej plamy chorobowej z zarodnikowaniem. Opisane powyżej warunki prowadzenia doświadczeń odpowiadały standardowym warunkom stosowanym przy ocenie odporności materiałów hodowlanych ziemniaka na *P. infestans*.

Ponieważ w czerwcu 2000 roku zaobserwowano znaczne obniżenie patogeniczności badanych izolatów *P. infestans*, w czerwcu 2001 roku przeprowadzono dodatkowe cotygodniowe testy, aby można było dokładniej określić przebieg zmian patogeniczności w tym okresie.

Ocena wpływu koncentracji inokulum na zmienność agresywności i wirulencji *P. infestans*

Doświadczenie przeprowadzono w 2001 roku od lutego do grudnia. Zastosowano pięć izolatów charakteryzujących się szerokim zakresem wirulencji i wysokim poziomem agresywności. Izolaty te charakteryzowały się:

- Izolat US-8 pochodził ze Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, podczas wstępnej oceny charakteryzował się nie 10-, a 9-czynnikową frekwencją czynników wirulencji.
- Izolat MP 425 w marcu 2000 roku jako jedyny wykazał się 11-czynnikową ekspresją wirulencji.
- Izolat MP 427 w roku 2000, nie włączając głębokiego spadku wirulencji w czerwcu, wykazał się w czasie 11 miesięcznej oceny największą stabilnością wirulencji (od 7 czynników w lutym i sierpniu do 10 czynników w marcu, październiku i grudniu).
- Izolaty MP 420 i MP 421 w czasie oceny w 2000 roku, charakteryzowały się trzema (MP 420) oraz dwoma (MP 421) głębokimi spadkami wirulencji przy użyciu inokulum o koncentracji 50 sporangiów w 1 mm³.
- Zastosowano 3 koncentracje inokulum: 50 (standardowa), 100 i 200 sporangiów w 1 mm³. Sposób przeprowadzenia doświadczeń był taki sam jak w p. 1.

Sposób opracowania wyników

Istotność różnic w poziomie agresywności i zakresie wirulencji oszacowano za pomocą analizy wariancji stosując test Tukeya. Analizę agresywności wykonano na stopniach porażenia, a wirulencji na przekształceniach proporcji dwumianowej Freemana-Tukeya. Ze względu na nieustaloną bardzo niską wykrywalność czynników wirulencji oraz niską agresywność w czerwcu 2000 roku wśród większości ocenianych izolatów, nie włączono wyników z tego okresu do ogólnej oceny.

WYNIKI I DYSKUSJA

Sezonowa zmienność poziomu agresywności *P. infestans*

Agresywność w latach 2000–2001 była bardzo duża. Wszystkie badane izolaty można zaliczyć do bardzo agresywnych (tab. 1). Jednak agresywność w 2000 roku charakteryzowała się większą sezonową zmiennością niż w roku 2001. Przez cały okres wiosenny 2000 roku obserwowano wysoki poziom agresywności w granicach 1–1,8 stopnia (rys. 1 A). W okresie letnim zanotowano dwa spadki poziomu ekspresji tej cechy: w czerwcu (a następnie wzrost w lipcu) i sierpniu, potem szczyt we wrześniu i październiku i stopniowy spadek agresywności do poziomu 2,4 w listopadzie. W 2001 roku zanotowano wyraźny szczyt wiosenny w kwietniu i maju, wyraźny spadek agresywności do 2,1 stopnia w czerwcu i drugi, wyraźny szczyt jesienny we wrześniu. Istotność różnic w poziomie agresywności obserwowano przy jej czerwcowym spadku w porównaniu z obu szczytami (wiosennym i jesiennym). Stwierdzono pewną zmienność w reakcji poszczególnych izolatów, lecz nie była ona statystycznie istotna (rys. 3 A). Tendencję do silnej agresywności, zbliżonej do oceny początkowej (tab. 1), w stosunku do odmian ziemniaka nieposiadających odporności specyficznej, wykazywały izolaty MP 423, MP 324 i MP 421.

Tabela 1

Początkowa charakterystyka izolatów *P. infestans* użytych w doświadczeniu
Initial characteristics of *P. infestans* isolates used in the experiment

Nazwa izolatu Name of isolate	Rok izolacji Year of isolation	Zakres wirulencji ¹ Range of virulence	Poziom agresywności ² Level of aggressiveness	Typ kojarzeniowy Mating type
MP 322	1997	1.2.3.4.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 324	1997	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 419	1997	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 420	1997	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 421	1997	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 422	1998	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 423	1998	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A2
MP 424	1999	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 425	1999	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 426	1999	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
MP 427	1999	1.2.3.4.5.6.7.8.10.11	1,0	A1
US-8	1994	1.2.3.4.5.6.7.10.11	1,0	A2

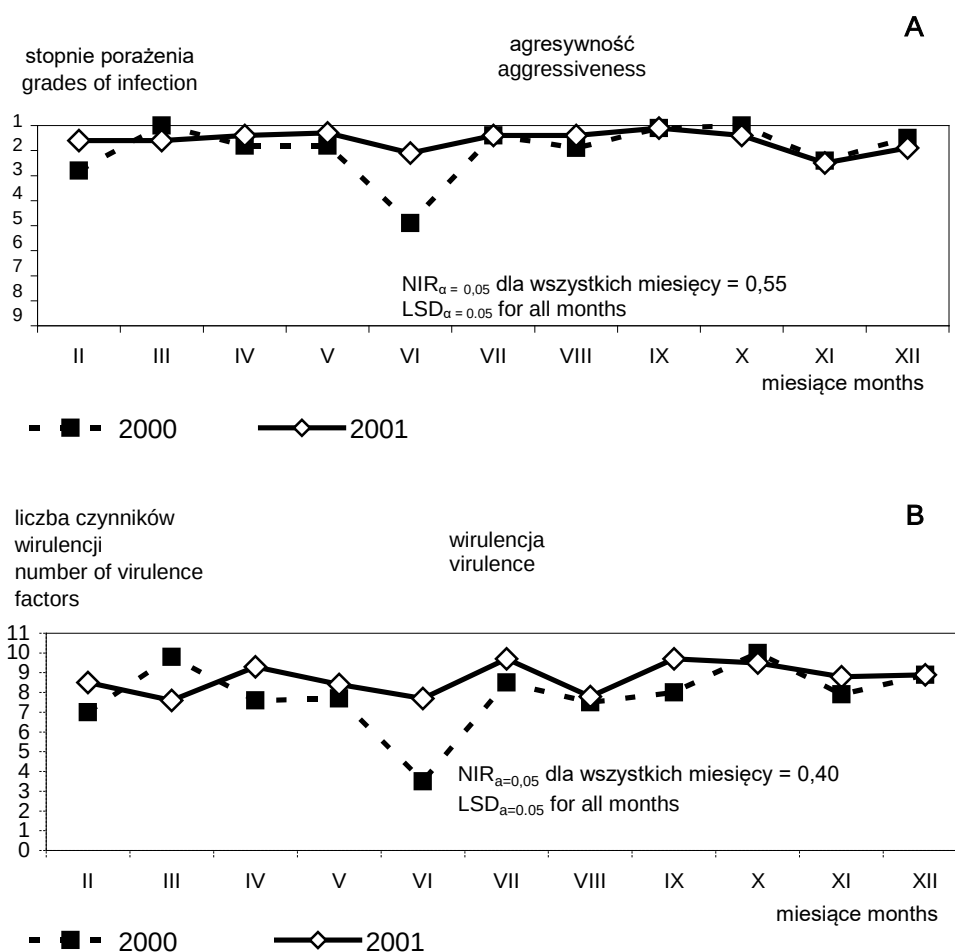
¹ Oceniano na listkach testerów Blacka zawierających pojedyncze geny odporności specyficznej od R1 do R11; Assessed on single Black's differential from R1 to R11

² W skali 1–9, gdzie 1 oznacza całkowite porażenie; On a scale of 1–9, where 1 means total infection

Najniższy poziom agresywności zanotowano w czerwcu 2000 roku. Przebieg linii obrazujących w naszych badaniach sezonową dynamikę ekspresji agresywności (rys. 1 A) jest zbliżony do przebiegu linii obrazujących dynamikę patogeniczności *P. infestans* w badaniach Sujkowskiego (1986 a). Wprawdzie pojęcie patogeniczności jest szersze od pojęcia agresywności, gdyż patogenicznością nazywa się aktywność patogenu skierowaną przeciwko wszystkim genotypom ziemniaka, agresywnością — aktywność skierowaną przeciwko genotypom nieposiadającym odporności specyficznej, ale w obu przypadkach skutki interakcji patogen-żywiciel ocenia się metodą ilościową (a nie jakościową jak w przypadku wirulencji) (Vanderplank, 1978). Dlatego uważamy, że oba te pojęcia można uznać za porównywalne. Podobieństwa w przebiegu zmian patogeniczności wyrażają się u Sujkowskiego niewielkim spadkiem patogeniczności w czerwcu, wzrostem w lipcu, silnym spadkiem w sierpniu, a następnie jesiennym szczytem we wrześniu. Różnice w przebiegu zmian patogeniczności polegają na późniejszym, majowym wystąpieniu wiosennego szczytu patogeniczności w pracy Sujkowskiego, a nie w marcu jak w omawianych obecnie badaniach. Poziom patogeniczności oceniany przez Sujkowskiego w maju był wyższy niż marcowa agresywność izolatów oceniana w latach 2000–2001.

Ponieważ nasze prace dotyczyły przede wszystkim ustalenia najkorzystniejszego terminu przeprowadzenia masowych testów nad odpornością ziemniaka na zarazę przyjęliśmy za prawdopodobną postawioną przez Sujkowskiego (1983; 1986 a i 1986 b) hipotezę o cyklicznej zmienności patogeniczności i sporulacji *P. infestans*. Należy jednak podkreślić, że znaczna część doświadczeń Sujkowskiego (łącznie z uprawą roślin) przeprowadzona była w fitotronie w kontrolowanych warunkach temperatury, oświetlenia i wilgotności. Natomiast warunki w naszych doświadczeniach odpowiadały standardom stosowanym przy przeprowadzaniu testów masowych (Zarzycka, 2001). Stąd należy się liczyć ze znacznym wpływem zmieniających się w ciągu roku warunków szklarniowych na reakcje odpornościowe uprawianych tam roślin. Chyba tym należy tłumaczyć różnice

występujące między badaniami Sujkowskiego a naszymi w terminach i intensywności szczytów oraz spadków agresywności w czasie sezonu badawczego. Należałoby tu jeszcze dodać, że różnice w reakcji odpornościowej w różnych terminach badań obserwowane były również przez Świeżyńskiego i wsp. (1997).



Rys. 1 A i B. Dynamika ekspresji wirulencji i agresywności izolatów *P. infestans* w stosunku do listków ziemniaka w ciągu lat 2000–2001

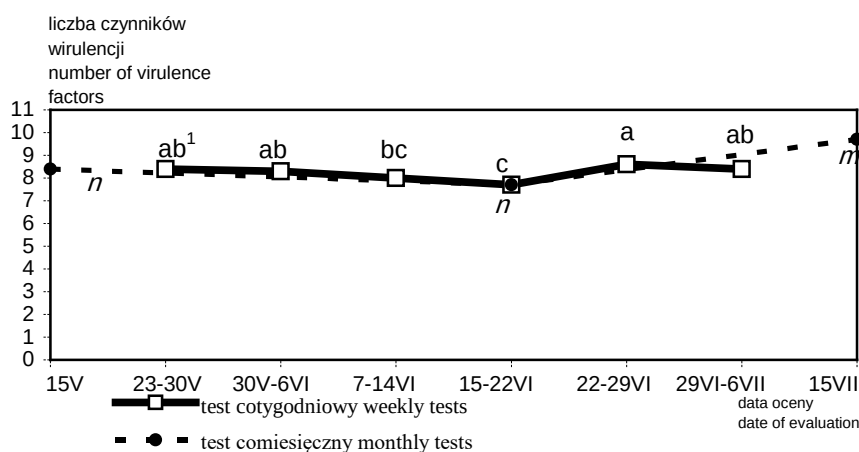
Fig. 1 A and B. Dynamics of virulence and aggressiveness expression of *P. infestans* isolates towards potato leaflets in 2000–2001

Sezonowa zmienność zakresu wirulencji *P. infestans*

Zakres wirulencji badanych izolatów był w latach 2000–2001 bardzo szeroki, jednak ekspresja poszczególnych czynników była zmienna w różnych okresach badań.

Ekspresja wirulencji była wyraźnie wyższa w 2001 roku niż w 2000 (rys. 1 B). Badane izolaty charakteryzowały się na początku badań szerokim spektrum wirulencji (8,5–10 czynników). Taki poziom izolaty osiągnęły w 2000 roku w czasie wiosennego szczytu w marcu, letniego w lipcu i jesiennego w październiku. W pozostałych terminach badań ekspresja wirulencji była niepełna, a najniższy poziom osiągnęła w czerwcu — średnio poniżej 4 czynników. W 2001 roku obserwowano szczyt wiosenny w kwietniu, spadek zakresu wirulencji w czerwcu, szczyt letni w lipcu i jesienny we wrześniu–październiku. Ogólnie ekspresja wirulencji w 2001 roku nie spadła poniżej 7 czynników w poszczególnych miesiącach (rys. 1 B).

W miesiącach szczytów i spadków wirulencji zanotowano statystycznie istotne różnice w spektrum wirulencji w porównaniu do pozostałych terminów (rys. 1 B).



¹ Wartości oznaczone tymi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie według testu Tukeya przy $P = 0,05$

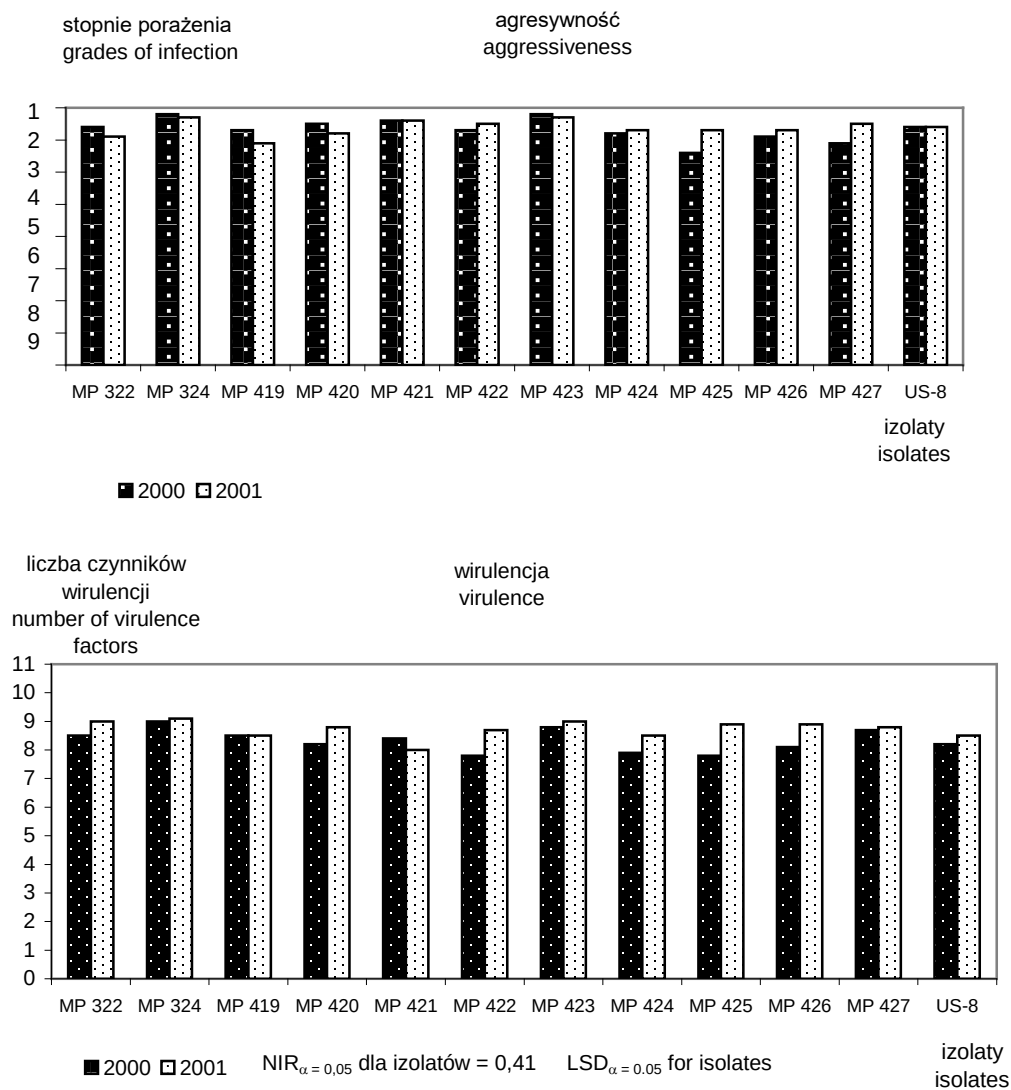
¹ Values followed by the same letters are not significantly different according to Tukey's test at $P = 0,05$

Rys. 2. Dynamika ekspresji wirulencji izolatów *P. infestans* w stosunku do ziemniaka ocenianych w okresie od 23 maja do 6 lipca 2001 r.

Fig. 2. Dynamics of virulence expression of *P. infestans* isolates towards potato leaflets from May 23 to July 6 2001

Dane przedstawione na rysunku 3 B charakteryzują ekspresję wirulencji pomiędzy izolatami. W ciągu dwóch lat badań najbardziej wirulentne okazały się izolaty MP 324 i MP 423, wśród których średnia ekspresja wirulencji wynosiła 9 czynników. Wymienione dwa izolaty, oprócz największej średniej frekwencji czynników wirulencji, odznaczały się dużą stabilnością zarówno wirulencji jak i agresywności (rys. 3 A i B). Izolaty te będą brane pod uwagę przy doborze izolatów do oceny odporności materiałów hodowlanych

IHAR w Młochowie. Trzy izolaty (MP 324, MP 425 i MP 427) w lipcu roku 2001 w okresie szczytu letniego charakteryzowały się 11 czynnikową ekspresją wirulencji.



Rys. 3 A i B. Dynamika ekspresji wirulencji silnie patogenicznych izolatów *P. infestans* ocenianych w ciągu lat 2000–2001

Fig. 3 A and B. Dynamics of virulence spectrum of highly pathogenic *P. infestans* isolates in 2000–2001

W dwuletnich badaniach najmniejszą ekspresją wirulencji odznaczały się izolaty MP 421 i MP 424 (średnio 8 czynników) (rys. 3 B).

W czasie przeprowadzania dodatkowych cotygodniowych testów w czerwcu 2001 roku zaobserwowano podobny przebieg krzywej charakteryzującej ekspresję wirulencji do przebiegu krzywej charakteryzującej ekspresję wirulencji w testach przeprowadzonych w odstępach miesięcznych (rys. 2). Jednorazowa obserwacja przeprowadzona w środku miesiąca okazała się w tych testach wystarczająca.

Przebieg linii obrazujących poziom agresywności i zakres wirulencji badanych izolatów w latach 2000 i 2001 przedstawia znaczne podobieństwo (rys. 1 A i B). Współczynnik korelacji dla obu lat wynosi $r = -0,860^{**}$ (znak ujemny wynika z odwrótności zastosowanych skal oceny). Wskazuje to na współzależność między agresywnością i wirulencją *P. infestans* w stosunku do listków ziemniaka.

Ponieważ przy ocenie odporności materiałów hodowlanych ziemniaka na *P. infestans* ważny jest dobór patogenu charakteryzującego się wysokim poziomem agresywności i szerokim zakresem wirulencji, wskazane jest rozpoczynanie rutynowych testów oceniających odporność w drugiej połowie czerwca i kończenie ich w drugiej połowie lipca. Doświadczenia mogą być również przeprowadzane w okresie szczytu wiosennego (marzec-kwiecień) i jesienno (wrzesień-październik). Przed rozpoczęciem testu oceny odporności wskazane jest 2–3 krotne sprawdzenie patogeniczności patogenu ze względu na międzyizolatową zmienność zarówno agresywności jak i wirulencji.

Sezonowa zmienność ekspresji poszczególnych czynników wirulencji *P. infestans*

Największą frekwencją występowania w granicach od 0,86 do 1,00 odznaczały się czynniki wirulencji 1, 2, 3, 4, 6, 7 i 11 (tab. 2). Średnią frekwencją w granicach od 0,42 do 0,79 odznaczały się czynniki 10, 5 i 8, a słabą (0,04) — czynnik 9. Najślabszą wykrywalność większości czynników, głównie w 2000 roku, zaobserwowano w czerwcu, czyli w czasie największego spadku poziomu agresywności: w tym okresie, zwłaszcza w 2000 roku, stwierdzono znacznie zmniejszoną wykrywalność czynników wirulencji wymienionych powyżej jako najczęściej występujące. W sierpniu, przy spadku agresywności, stwierdzono słabszą wykrywalność czynników 5, 8 i 10, a w kwietniu czynników 5, 8 i 11.

Czynnik 9 pojawiał się sporadycznie w testach miesięcznych. Niską jego frekwencję wykryto w marcu i grudniu 2000 roku, oraz od lipca do grudnia 2001 roku z wyjątkiem października.

Zaobserwowano związek między poziomem agresywności a frekwencją czynników wirulencji (z wyjątkiem czynników 8, 9 i 10). Współczynniki korelacji między tymi cechami były istotne i ich wartość wahała się w granicach od $r = -0,701^*$ do $r = -0,843^{**}$ (tab. 2). Słaba wykrywalność poszczególnych czynników wirulencji objawiała się nie tylko całkowitym brakiem wykrywalności, (która dotyczyła czynników 5, 8 i 9), ale również niepełną ekspresją polegającą na tym, że porażały się nie wszystkie inokulowane listki. Ta niepełna ekspresja wirulencji w miesiącach czerwiec, sierpień i kwiecień dotyczyła praktycznie prawie wszystkich czynników, jeśli się weźmie pod uwagę oba lata badań.

Tabela 2

Frekwencja poszczególnych czynników wirulencji w latach 2000–2001
The frequency of particular virulence factors in the years 2000–2001

Miesiące Months	v-geny v-genes																					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	lata years																					
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
II	0,58	1,0	0,71	1,0	0,88	1,0	0,92	1,0	0	0	0,63	1,0	0,83	1,0	0,71	0,71	0	0	0,92	0,75	0,83	1,0
III	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,83	0,38	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,21	0,08	0	1,0	0,08	1,0	0,92
IV	0,96	1,0	0,92	1,0	0,63	1,0	0,83	1,0	0,17	0,88	0,92	1,0	0,92	1,0	0,96	0,38	0	0	0,79	1,0	0,58	1,0
V	0,92	1,0	0,96	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0,50	0,92	1,0	1,0	0,96	0	0	0	0	0,96	1,0	1,0	0,92
VI	0,38	1,0	0,50	1,0	0,38	1,0	0,42	1,0	0	0,29	0,46	1,0	0,42	1,0	0	0	0	0	0,46	0,92	0,46	0,50
VII	1,0	1,0	0,96	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,88	0,63	0,92	1,0	1,0	1,0	0,04	1,0	0	0,29	0,71	0,92	0,96	0,83
VIII	0,92	1,0	0,96	1,0	0,92	1,0	0,96	1,0	0,33	0,79	0,96	1,0	0,83	1,0	0,04	0,04	0	0,04	0,58	0,33	0,96	0,63
IX	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,88	1,0	0,21	0,83	1,0	1,0	1,0	1,0	0,25	0,88	0	0,04	0,63	0,96	1,0	1,0
X	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92	1,0	0,96	1,0	1,0	1,0	0,79	0	0	1,0	0,92	1,0	0,92
XI	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0,29	1,0	1,0	1,0	1,0	0,08	0,42	0	0,13	0,92	0,96	1,0	1,0
XII	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,46	0,92	1,0	1,0	1,0	0,83	0,29	0	0,17	0,13	1,0	1,0	1,0	1,0
Średnia Mean	0,86	1,0	0,89	1,0	0,87	1,0	0,89	1,0	0,38	0,58	0,87	1,0	0,89	0,98	0,44	0,40	0,01	0,06	0,78	0,80	0,87	0,88
$\bar{X}$	0,93 a ²		0,95 a		0,94 a		0,95 a		0,48 b		0,94 a		0,94 a		0,42 b		0,04 c		0,79 a		0,88 a	
r ¹	0,822**		0,836**		0,717*		0,749**		0,701*		0,800**		0,843**		0,484		0,149		0,065		0,703*	

$\bar{X}$ — Średnia dla czynników wirulencji z dwóch lat; Mean for factors of virulence within two years

r¹ = Współczynnik korelacji między frekwencją poszczególnych czynników wirulencji a poziomem agresywności; Coefficient of correlation between the frequency of virulence factors and the level of aggressiveness

² Wartości w wierszu oznaczone różnymi literami różnią się od siebie istotnie według testu Tukeya, przy P = 0,05; Values in the row followed by different letters are significantly different according to Tukey's test at P = 0.05

Ma to prawdopodobnie związek ze spadkiem agresywności badanych izolatów. W miesiącach, w których notowano szczyt poziomu agresywności w marcu, wrześniu, czy w lipcu niepełną ekspresję notowano rzadko i tylko na listkach niektórych testerów.

Wpływ koncentracji inokulum na zmienność poziomu agresywności i zakresu wirulencji *P. infestans*

Próba polepszenia stabilności agresywności i wirulencji patogenu za pomocą zwiększania koncentracji inokulum nie spełniła w pełni oczekiwań. W większości testów przeprowadzonych w różnych terminach różnice w poziomie agresywności po zastosowaniu zróżnicowanego inokulum były nieistotne. Korzystny wpływ wyższych stężeń inokulum obserwowano jedynie w okresie wczesnowiosennym (marzec) i późnojesiennym (listopad). Natomiast w środku lata, w sierpniu istotnie wyższy poziom agresywności stwierdzono po zastosowaniu inokulum standardowego (tab. 3). Podobne wyniki uzyskał Pietkiewicz (1976 a), który stwierdził, że przy stopniowym podnoszeniu koncentracji sporangiów w inokulum następowało wyższe porażenie roślin, ale po przekroczeniu stężenia 200 sporangiów w 1 mm³ infekcyjność inokulum spadała z powodu pogorszenia się warunków tlenowych i związanego z tym słabszego uwalniania pływki. W takim układzie zastosowanie dotleniacza (np. dotleniacza akwariowego) miało korzystny wpływ na ilość sporangiów uwalniających pływki, a tym samym na zwiększenie potencjału infekcyjnego inokulum (Zarzycka, 1989).

Tabela 3

Wpływ koncentracji inokulum na ekspresję agresywności *P. infestans* Effect of inoculum concentration on expression of aggressiveness of *P. infestans*

Miesiące Months	Koncentracja sporangiów w 1 mm ³ — średnie z 12 izolatów Sporangia concentration in 1 mm ³ — means for 12 isolates		
	50	100	200
II	1,35 de ¹	1,60 cde	1,45 cd
III	1,80 bc	1,35 ef	1,40 d
IV	1,40 cde	1,05 f	1,25 d
V	1,15 e	1,40 def	1,25 d
VI	1,50 cde	1,80 bcd	1,85 bc
VII	1,35 de	1,25 ef	1,30 d
VIII	1,20 e	1,95 ab	1,90 b
IX	1,10 e	1,20 f	1,40 d
X	1,75 bcd	1,60 cde	1,65 bcd
XI	2,80 a	2,10 ab	1,45 cd
XII	2,05 b	2,25 a	2,50 a
średni poziom agresywności mean level of aggressiveness	1,59 x ²	1,60 x	1,58 x

Wartości w kolumnach¹ i w wierszu² oznaczone tymi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie według testu Tukeya przy P = 0,05

Values in columns¹ and in row² followed by the same letters are not significantly different according to Tukey's test at P = 0.05

Wyższe koncentracje inokulum miały korzystny wpływ na ekspresję wirulencji. W większości terminów wykrywalność czynników wirulencji po zastosowaniu stężenia 200 sporangiów w 1 mm³ była istotnie wyższa niż po zastosowaniu stężenia standardowego (tab. 5). Na ogół frekwencja czynników wirulencji po zastosowaniu koncentracji

standardowej była mniejsza aniżeli po zastosowaniu pozostałych koncentracji inokulum. Zdarzały się jednak wyjątki, że po zastosowaniu inokulum o koncentracji 50 sporangiów w 1 mm³ wykrywano więcej czynników wirulencji aniżeli po zastosowaniu inokulum o koncentracji 100 sporangiów w 1 mm³ (taką tendencję zaobserwowano w maju i lipcu wśród trzech izolatów). Standardowa koncentracja inokulum zastosowana w maju wobec izolatu MP 421 także miała lepszy wpływ na dynamikę ekspresji wirulencji, ale w tym przypadku, od koncentracji 200 sporangiów w 1 mm³.

W lipcu oraz listopadzie wykrywano przypadki 11 czynnikowej (maksymalnej) ekspresji wirulencji. Tak wysoką wykrywalność najczęściej uzyskiwano po zastosowaniu inokulum o koncentracji 200 sporangiów w 1 mm³ (w listopadzie — wśród trzech izolatów oraz w lipcu — wobec dwóch izolatów). Stężenie 100 sporangiów w 1 mm³ w inokulum zastosowane w listopadzie okazało się względem izolatu MP 421 wystarczające do osiągnięcia 11 czynnikowej ekspresji wirulencji. Natomiast izolaty MP 425 i MP 427 w lipcu osiągnęły 11 czynnikową ekspresję już po zastosowaniu najmniejszego stężenia inokulum. Po zastosowaniu inokulum *P. infestans* o koncentracji 100 sporangiów w 1 mm³ zakres wirulencji kształtował się w przedziale od 7,5 do 11 czynników, a po zastosowaniu inokulum o koncentracji 200 sporangiów w 1 mm³ parametry te ustabilizowały się na poziomie od 8 do 11 czynników. Najmniej stabilne dla wirulencji okazało się najniższe stężenie inokulum 50 sporangiów w 1 mm³, gdyż w kombinacji tej ekspresja wirulencji wahała się od 6 do 11 czynników (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ koncentracji inokulum na ekspresję wirulencji *P. infestans*
Effect of inoculum concentration on expression of virulence of *P. infestans*

Miesiące Months	Koncentracja sporangiów w 1 mm ³ — średnie z 12 izolatów Sporangia concentration in 1 mm ³ — means for 12 isolates		
	50	100	200
II	8,6 c ¹	8,9 de	9,2 e
III	7,5 ef	8,8 de	9,4 e
IV	9,0 b	9,3 cd	9,9 cd
V	8,3 cd	7,8 f	8,7 f
VI	7,0 f	8,4 ef	8,5 f
VII	10,0 a	9,8 ab	10,2 b
VIII	7,8 de	8,1 f	8,5 f
IX	9,2 b	9,9 ab	9,9 d
X	9,2 b	9,8 b	10,0 cd
XI	8,6 c	10,1 a	10,7 a
XII	9,1 b	9,5 bc	10,2 bc
Średnia w latach Mean in years	8,6 n ²	9,1 m	9,6 l

Wartości w kolumnach¹ i w wierszu² oznaczone tymi samymi literami nie różnią się od siebie istotnie według testu Tukeya przy P = 0,05

Values in columns¹ and in row² followed by the same letters are not significantly different according to Tukey's test at P = 0.05

W czasie 11 miesięcznej oceny, izolaty okazały się bardziej stabilne pod względem ekspresji czynników wirulencji wobec wyższych koncentracji inokulum (tab. 5).

Tabela 5

Wpływ koncentracji inokulum na ekspresję poszczególnych czynników wirulencji
Influence of inoculum concentration on expression of particular virulence factors

Kon.	Czynniki wirulencji Virulence factors																																
	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11		
	ekspresja czynników wirulencji expression of virulence factors																																
	IP ¹	IN ²	F ³	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F	IP	IN	F
50	5	0	1,0	5	0	1,0	5	0	1,0	5	0	1,0	2,3	1,1	0,6	5	0	1,0	4,9	0,1	1,0	1,4	0,9	0,4	0,3	0,3	0,1	3,6	0,6	0,8	3,5	0,5	0,8
100	5	0	1,0	5	0	1,0	5	0	1,0	5	0	1,0	2,8	1,2	0,7	5	0	1,0	5	0	1,0	2,3	0,6	0,5	0,4	0,4	0,1	4,4	0,3	0,9	4,5	0,3	0,9
200	5	0	1,0	5	0	1,0	5	0	1,0	5	0	1,0	3,9	0,6	0,8	5	0	1,0	5	0	1,0	2,6	0,4	0,6	1,0	0,4	0,2	4,6	0,2	0,9	4,9	0,1	1,0

Kon. — Koncentracje; Concentrations
IP¹ — Liczba izolatów (na 5 badanych) posiadających pełną ekspresję danego czynnika v (dwa testowane listki danego testeru Blacka były porażone); Number of isolates (of 5 evaluated ones) possessing full expression of a particular v factor (two tested leaves of black’s tester were infected)
IN² — Liczba izolatów (na 5 badanych) posiadających niepełną ekspresję danego czynnika v (jeden z dwóch testowanych listków testeru Blacka był porażony); Number of isolates (of 5 evaluated ones) possessing incomplete expression of a particular v factor (one of 2 tested leaves of Black’s tester was infected)
F³ — Frekwencja danego czynnika wirulencji v; Frequency of a particular virulence v factor

Przy zastosowaniu wyższego stężenia inokulum spadała liczba izolatów, w których występowała niepełna ekspresja czynników wirulencji 5, 8, 10 i 11.

WNIOSKI

1. W ciągu dwóch lat badań ekspresja agresywności i wirulencji zmieniała się okresowo w ciągu roku. Najwyższy poziom agresywności i najszerszy zakres wirulencji obserwowano wczesną wiosną i jesienią.
2. Stwierdzono istotną korelację między poziomem agresywności a wykrywalnością czynników wirulencji.
3. Obserwowano istotnie wyższą wykrywalność czynników wirulencji po zastosowaniu inokulum o wyższych stężeniach.

LITERATURA

- Carnegie S. F., Colhoun J. 1982. Susceptibility of potato leaves to *Phytophthora infestans* in relation to plant age and leaf position. *Phytopathology* 72: 157 — 167.
- Caten C. E., Jinks J. L. 1968. Spontaneous variability of single isolates of *Phytophthora infestans*. I. Cultural variation. *Can. J. Bot.* 46: 329 — 348.
- Darsow U., Junges W., Oertel H. 1988. Die Bedeutung der Prädisposition für die Laborprüfung von Kartoffelblättern auf relative Resistenz gegenüber *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz* 24: 109 — 119.
- Jinks J. L., Grindle M. 1963. Changes induced by training in *Phytophthora infestans*. *Heredity* 18 (3): 254 — 264.
- Kubicka H. 1969. Badania nad *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary na pomidorach w Polsce. II. Porównanie badania nad patogenicznością szczepów *Phytophthora infestans* z pomidorów oraz próba identyfikacji ras tego patogena. *Acta Agrobotanica* 23 (2): 281 — 301.
- Lapwood D. H., McKee R. K. 1966. Dose-response relationships for infection of potato leaves by zoospores of *Phytophthora infestans*. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 49: 679 — 686.
- Nilsson B. 1981. Component analysis of general resistance to *Phytophthora infestans* in clones from the Colombian potato collection. *Potato Res.* 24: 239 — 244.
- Paxman G. J. 1963. Variation in *Phytophthora infestans*. *E. Potato. J.* 6: 14 — 23.
- Pietkiewicz J. 1976 a. Charakterystyka odporności poziomej ziemniaka na zarazę *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Rozpr. hab. Inst. Ziemn., Bonin.*
- Pietkiewicz J. 1976 b. Metody badań w pracach nad zarazą ziemniaka. *Z Prac Inst. Ziemn.* 6/7: 31 — 39.
- Pietkiewicz J. 1978. Stability of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary races in culture. *Protection Ecology* 1: 55 — 62.
- Rotem J., Cohen J., Putter J. 1971. Relativity of limiting and optimum inoculum loads, wetting duration and temperatures for infection by *Phytophthora infestans*, *Phytopathology* 6: 275 — 278.
- Sieczka M. T. 1979. Próba optymalizacji warunków selekcji ziemniaków pod kątem widzenia odporności polowej na *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Praca doktorska, Bonin.*; 81 ss.
- Sobkowiak S., Zarzycka H., Lebecka R., Zimnoch-Guzowska E. 2001. Wpływ terminów oceny na zmienność wirulencji i agresywności wybranych izolatów *Phytophthora infestans*. *Mat. z Konf. „Ochrona Ziemniaka”*, Kołobrzeg, 19–20.04.2001 r.: 144 — 149.
- Sujkowski L. S. 1983. Zmienność właściwości pasożytniczych grzyba *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary w stosunku do ziemniaka w cyklu rocznym. *Praca doktorska, Młochów*: 63 ss.
- Sujkowski L. S. 1986 a. Seasonal variation in pathogenicity of *Phytophthora infestans*. *J. Phytopathology* 117: 160 — 172.
- Sujkowski L. S. 1986 b. Seasonal variation in sporulation of *Phytophthora infestans*. *J. Phytopathology* 117: 357 — 361.

- Świeżyński K., Jakuczun H., Siczka M. T., Zarzycka H. 1997. Odporność ziemniaka na *Phytophthora infestans* i jej ocena. Biul. Inst. Ziemn. 48: 117 — 124.
- Świszczewska J., Osińska M., Piotrowski W. 1972. Patogeniczność ras zarazy ziemniaczanej *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary w zależności od biotypu podłoża i pory roku. Biul. Inst. Ziemn.: 21 — 37.
- Thurston H. D. 1957. The culture of *Phytophthora infestans*. Phytopathology 47 (3): 186.
- Ullrich J., Krug H. 1965. Der Einfluss von Tageslänge und Temperatur auf die relative Resistenz einiger Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Phytopath. Z. 52(3): 295 — 303.
- Vanderplank J. E. 1978. Genetic and molecular basis of plant pathogenesis. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 143 — 146.
- Victoria J. I., Thurston H. D. 1974. Light intensity effects on lesion size caused by *Phytophthora infestans* on potato leaves. Phytopathology 64: 753 — 754.
- Zarzycka H. 1997. Ocena zmian zachodzących w polskiej populacji *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Biul. Inst. Ziemn. 48: 125 — 135.
- Zarzycka H. 1989. Wpływ stężenia i rodzaju inokulum na reakcje odpornościowe ziemniaka na *Phytophthora infestans*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 374, 415 — 424.
- Zarzycka H. 2001. Ocena wirulencji, agresywności i typu kojarzeniowego izolatów *Phytophthora infestans*. Monogr. i Rozpr. Nauk., IHAR 10/2001: 65 — 67.
- Zarzycka H., Sawicka E. J., Osiecka M., Sujkowski L. S. 1984. Synteza ziemniaków 24- chromosomowych odpornych na zarazę ziemniaka. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 273, 53 — 65.

HALINA KURZAWIŃSKA**IWONA GAJDA**Katedra Ochrony Roślin, Wydział Ogrodniczy
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja, Kraków

Ocena przydatności niektórych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą ziemniaczaną *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary

The effectiveness of some fungicides in protection of potato against late blight

Celem badań wykonanych w latach 2001–2002 było określenie skuteczności działania kilku fungicydów (Altima 500 SC, Brestanid 502 SC, Unikat 75 WG i Tattoo C 750 SC) w zwalczaniu zarazy ziemniaka na średnio wczesnej odmianie Ibis. Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że badane preparaty statystycznie istotnie obniżały zarówno stopień porażenia naci ziemniaków jak i procentowe porażenie bulw przez *Phytophthora infestans*.

Słowa kluczowe: ziemniak, skuteczność fungicydów, zaraza ziemniaka

The aim of the studies carried out in the years 2001–2002 was to evaluate effectiveness of fungicides Altima 500 SC, Brestanid 502 SC, Unikat 75 WG and Tattoo C 750 SC in reducing the occurrence of late blight on mid-early potato cultivar Ibis. The results showed that all the fungicides significantly decreased the infestation by *Phytophthora infestans* both of potato foliage and tubers.

Key words: effectiveness, fungicides, late blight, potato

WSTĘP

W Polsce zaraza ziemniaka — *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary to najważniejsza gospodarczo i najgroźniejsza choroba ziemniaka (Zarzycka, 1999).

Szkodliwość zarazy polega przede wszystkim na stratach ilościowych i jakościowych plonu bulw.

Uzyskanie zdrowego, dobrze przechowującego się plonu bulw ziemniaka nie zostanie osiągnięte bez właściwej ochrony plantacji, której jednym z elementów jest stosowanie oprysków przy użyciu fungicydów. Według Kapsy (2000 b) ochrona ta powinna być prowadzona w warunkach naszego kraju przez co najmniej 2–3 miesiące w zależności od wczesności uprawianej odmiany. Autorka (Kapsa, 2000 b) podaje, iż spośród dziewięćdziesięciu czterech odmian zarejestrowanych w Polsce tylko 19,1% charakteryzowało się

podwyższoną odpornością części nadziemnej na zarazę. Oznacza to, że praktycznie wszystkie odmiany wymagają intensywnej chemicznej ochrony. Dwa lub trzy zabiegi przeciwko zarazie, wykonane przeciętnie w sezonie na plantacjach ziemniaka są niewystarczające w przypadku intensywnej uprawy, nastawionej na maksymalizację plonu.

Praca miała na celu ocenę skuteczności działania fungicydów: Altima 500 SC, Brestanid 502 SC, Unikat 75 WG i Tattoo C 750 SC w ochronie ziemniaka przed *Phytophthora infestans*.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe prowadzono w Stacji Doświadczalno-Badawczej w Krakowie-Mydlnikach w latach 2001–2002 na glebie brunatnej właściwej. Przedplonem była pszenica ozima. Doświadczenia zakładano w trzeciej dekadzie kwietnia (w rozstawie 62,5 cm), metodą bloków losowanych w układzie niezależnym w czterech powtórzeniach. Wielkość poletka wynosiła 25 m². Badania wykonano na średnio wczesnej odmianie Ibis, dość podatnej na zarazę liści i średnio odpornej na zarazę bulw. Ziemniaki uprawiano zgodnie z zasadami prawidłowej agrotechniki. Zabiegi ochronne wykonano przy użyciu opryskiwacza plecakowego „Kaskada” (zużywając 1000 l cieczy na 1 ha), pierwszy zabieg 50 dni po posadzeniu ziemniaków, stosując Tattoo C 750 SC w dawce 2,0 l/ha. Zabiegi opryskiwania prowadzono co 10–14 dni w zależności od przebiegu warunków atmosferycznych (po 6 zabiegów w każdym sezonie wegetacyjnym).

Badano skuteczność w zwalczaniu *P. infestans* kilku substancji aktywnych będących składnikami 4 fungicydów o różnym działaniu (w dawkach):

- kontaktowe: fluozinam (Altima 500 SC; 0,4 l/ha), wodorotlenek fentinu (Brestanid 502 SC; 0,5 l/ha) i zoksamid + mankozeb (Unikat 75 WG; 2 kg/ha),
- układowe: chlorowodorek propamokarbu + chlorotalonil (Tattoo C 750 SC; 2,0 l/ha).

Doświadczenie prowadzono w następujących kombinacjach:

1. 1 zabieg Tattoo C 750 SC (2 l/ha) + 5 zabiegów Altima 500 SC (0,4 l/ha),
2. 1 zabieg Tattoo C 750 SC (2 l/ha) + 5 zabiegów Brestanid 502 SC (0,5 l/ha),
3. 6 zabiegów Tattoo C 750 SC (2 l/ha),
4. 1 zabieg Tattoo C 750 SC (2 l/ha) + 5 zabiegów Unikat 75 WG (2 kg/ha),
5. kontrola.

Ocenę rozwoju *P. infestans* na roślinach ziemniaka prowadzono raz w tygodniu począwszy od daty wystąpienia zarazy, według 9-stopniowej skali, gdzie 1 — oznacza brak objawów choroby, 9 — bardzo silne porażenie liści i całkowite zniszczenie roślin (Pietkiewicz, 1972). Analizy wykonywano stale na tych samych 25 roślinach każdego poletka. Za kryterium skuteczności fungicydu przyjęto ocenę opóźnienia zniszczenia 50% naci, wysokość uzyskanego plonu oraz jego zdrowotność. Termin krytycznego zniszczenia 50% części nadziemnej przedstawiono jako opóźnienie w czasie (w dniach) w porównaniu z niechronioną kontrolą. Wysokość plonu oceniano w czasie zbioru, podano procentowy przyrost plonu bulw uzyskany w efekcie ochrony w porównaniu z niechronioną kontrolą, której plon przyjęto za 100%.

Ocenę porażenia bulw przez *P. infestans* wykonywano bezpośrednio po zbiorze, oparto ją na określeniu procentowego udziału chorych bulw w losowo pobranej próbie. Wyniki poddano obliczeniom statystycznym metodą analizy wariancji. Istotność różnic między średnimi oceniono na podstawie wielokrotnego testu Duncana ($\alpha = 0,05$).

WYNIKI

W rejonie południowej Polski lata 2001 i 2002 różniły się warunkami meteorologicznymi w okresie wegetacji i w związku z tym także terminem pojawienia się i tempem rozwoju zarazy ziemniaka. Warunki te szczególnie w 2002 roku sprzyjały rozwojowi choroby w Krakowie-Mydlnikach. W roku 2001 pojawiła się ona na poletku kontrolnym w I dekadzie lipca, natomiast w roku 2002 w I dekadzie czerwca. Według danych meteorologicznych (tab. 1), suma opadów w czerwcu 2001 roku wynosiła — 80, lipcu — 161, sierpniu 123 mm, a średnie miesięczne temperatury odpowiednio — 15,3°; 19,9° i 19,6°C. Natomiast suma opadów w czerwcu 2002 roku wynosiła 97, lipcu — 137, sierpniu — 92 mm, a średnie miesięczne temperatury odpowiednio — 17,9°; 20,4° i 20,1°C.

Tabela 1

Warunki pogodowe w latach prowadzenia badań na tle wielolecia											
Weather conditions in the years of investigations in relation to many-year averages											
Rok Year	M	Średnia temp. powietrza w °C Mean air temperature (°C)				1	Suma opadów (mm) Total rainfall (mm)				2
		dekada decade			średnia average		dekada decade			łącznie total	
		I	II	III			I	II	III		
2001	IV	9,3	5,4	10	8,2	0,3	41	25	63	129	81
	V	15,5	14,6	15,1	15,1	2	36	8	23	67	-16
	VI	13,7	15,4	16,7	15,3	0,9	25	22	33	80	-17
	VII	18,9	20,9	19,9	19,9	2,4	14	45	102	161	76
	VIII	20,2	20,5	18,3	19,6	2,7	54	0,1	69	123	36,1
	IX	13,8	12	10,8	12,2	-0,9	19	40	54	113	59
2002	IV	4,2	11,4	11,5	9	1	7	7	26	40	-11
	V	17,8	16,3	17,2	17,1	3,7	7	15	47	69	-4
	VI	15,2	19,8	18,8	17,9	1,7	72	1	24	97	11
	VII	20,7	20,8	19,7	20,4	2,6	13	106	18	137	56
	VIII	20,7	19,5	20,1	20,1	2,6	42	50	0	92	39
	IX	18,2	12,2	8,4	12,9	-0,3	24	22	28	74	14

Dane Meteorologiczne pochodzą z Miesięcznego Przeglądu Agrometeorologicznego za lata 2001 i 2002

M — Miesiące (Months)

1 — Odchylenie temperatury od średniej wieloletniej; Temperature deviation from many-year average

2 — Odchylenie sumy opadów od średniej wieloletniej; Deviation of rainfall from many-year average

Na wszystkich chronionych poletkach (niezależnie od kombinacji ochrony) zaraza rozwijała się istotnie wolniej, opóźniając termin krytycznego zniszczenia 50% naci średnio o 19–47 dni. Badane preparaty statystycznie istotnie obniżyły stopień porażenia naci ziemniaków przez *P. infestans* (tab. 2). Spośród nich najlepszym działaniem w hamowaniu

rozwoju zarazy ziemniaka odznaczały się preparaty: Unikat 75 WG w dawce 2,0 kg/ha, Altima 500 SC 0,4 l/ha i Tattoo C 750 SC w dawce 2,0 l/ha (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ badanych fungicydów na porażenie naci ziemniaków przez *Phytophthora infestans*
Effects of fungicides tested on the infection of potato haulm by *Phytophthora infestans*

Kombinacja Treatment	Opóźnienie zniszczenia 50 % naci (w dniach) Delay of 50 % haulm destruction (days)		Średni stopień porażenia w skali Average degree of infection		
	2001	2002	2001 .	2002	średnia z lat mean for years
1	+27	+42	4,0	3,6	3,80 a*
2	+19	+22	5,1	4,4	4,75 b
3	+20	+26	4,3	4,0	4,15 a
4	+29	+47	3,9	3,6	3,75 a
5	0	0	9,0	8,9	8,95 c
Odchylenie standardowe Standard deviation					0,262

* Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie

* Values in columns designated with the same letters do not differ significantly

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że plon bulw z poletek chronionych był istotnie wyższy w porównaniu z plonem z poletek kontrolnych (tab. 3).

Porażenie bulw przez *P. infestans* pochodzących z niechronionych poletek było wysokie, wynosiło od 4,0% do 4,8%. Bulwy pochodzące z poletek chronionych były porażone w zakresie od 0% do 1,0%. Wszystkie stosowane fungicydy istotnie w stosunku do kontroli hamowały rozwój zarazy na bulwach badanej odmiany (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ stosowania fungicydów na plon i porażenie bulw ziemniaka przez *Phytophthora infestans*
 sprawcę zarazy ziemniaka
Effects of the fungicides application on yield and infection of potato tubers the *Phytophthora infestans*

Kombinacja Treatment	Plon ogólny (t/ha) Total yield (t/ha)			Procent w stosunku do kontroli Percentage in relation to control treatment	Porażenie bulw (%) Tuber infection (%)		
	2001	2002	średnia z 2 lat mean for 2 years		2001	2002	średnia z 2 lat mean for 2 years
1	21,2	23,6	22,4 b*	155,6	0,3	0,0	0,2 a*
2	20,5	22,8	21,7 b	150,7	0,3	0,5	0,4 a
3	25,5	21,3	23,4 b	162,5	0,0	1,0	0,5 a
4	23,2	29,3	26,3 c	182,6	0,3	0,5	0,4 a
5	13,6	15,2	14,4 a	100	4,8	4,0	4,4 b
Odchylenie standardowe Standard deviation			1,311				0,165

* Wartości w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie

* Values in columns designated with the same letters do not differ significantly

DYSKUSJA

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że w pierwszym roku badań zaraza wystąpiła w I dekadzie lipca, a w następnym roku w I dekadzie czerwca. Ma to bezpośredni związek z przebiegiem warunków meteorologicznych badanych lat. Większa suma opadów w czerwcu 2002 roku sprzyjała wcześniejszemu wystąpieniu choroby. Tę zależność potwierdziło wielu autorów (Kapsa, 2000 a, b, Kurzawińska, 2001, Pietkiewicz, 1972).

Wobec braku prognozowania zarazy w Polsce, bardzo ważną sprawą wydaje się ustalenie terminu pierwszego zabiegu. Profilaktyczne zastosowanie fungicydów w prowadzonych doświadczeniach wpłynęło na to, iż na wszystkich chronionych poletkach zaraza rozwijała się istotnie wolniej w porównaniu z kombinacją niechronioną. Według Kapsy (2000 b) obserwacje prowadzone na terenie kraju wykazały, że infekcje zarazy mogą pojawić się wcześniej między 50 a 60 dniem po sadzeniu. To wczesne pojawienie się zarazy wskazuje na potrzebę wcześniejszej niż dotychczas ochrony plantacji przez wprowadzenie zabiegu profilaktycznego. Zastosowanie w tym terminie fungicydu o działaniu układowym Tattoo C 750 SC w dawce 2,0 l/ha wpłynęło na zahamowanie rozwoju zarazy ziemniaka. Podobne wyniki uzyskali Kwiatkowski i Daniel (1999). Ten fungicyd ma działanie układowe, wnikając do rośliny przemieszcza się wraz z sokami chroniąc przed porażeniem także nowe przyrosty rośliny przez okres około 2 tygodni. Jest on skuteczny nawet po wniknięciu patogena do rośliny (Kapsa, 2000 a).

Dobrą skuteczność hamowania rozwoju zarazy w porównaniu z niechronioną kontrolą stwierdzono w kombinacji z zastosowaniem Unikatu 75 WG, Altimy 500 SC i Tattoo C 750 SC. Podobne wyniki uzyskali Kapsa i Osowski (2001).

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że plon bulw z poletek chronionych był istotnie wyższy w porównaniu z plonem z poletek kontrolnych. Liczni autorzy (Kapsa i Osowski, 1997; Kurzawińska, 2001; Lipa, 1999) podają, że chemiczna ochrona ziemniaka ma duży wpływ na plon oraz wartość handlową bulw w okresie przechowywania.

Porażenie bulw przez *P. infestans* było istotnie niższe w kombinacjach z zastosowaniem fungicydów w porównaniu z kontrolą. Znalazło to potwierdzenie w pracach innych autorów (Kapsa, 2000 a, b; Kapsa i Osowski, 2001; Kurzawińska, 2001).

WNIOSKI

1. Badane preparaty istotnie obniżyły zarówno stopień porażenia naci ziemniaka jak i procentowe porażenie bulw przez *P. infestans*.
2. Plon bulw z poletek chronionych był istotnie wyższy w porównaniu z plonem z poletek kontrolnych.

LITERATURA

- Kapsa J. 2000 a. Zwalczenie zarazy ziemniaka — stare i nowe problemy. IHAR, Oddział w Boninie.
Kapsa J. 2000 b. Wykorzystanie nowych elementów ochrony upraw ziemniaka przed zarazą. Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin. Vol. 40 (1): 169 — 176.

- Kapsa J., Osowski J. 1997. Efektywność zwalczania zarazy w uprawie ziemniaka, w zależności od doboru fungicydów. *Progress in Plant Protection*, 37, 2: 320 — 323.
- Kapsa J., Osowski J. 2001. Skuteczność działania fungicydu Unikat 75 WG w zwalczaniu zarazy i alternariozy ziemniaka. *Ochrona Ziemniaka — Konferencja Kołobrzeg*, 19–20 kwietnia, IHAR, Oddział w Boninie: 52 — 56.
- Kurzawińska H. 2001. Badania przydatności wybranych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Acta Agraria et Silvestria ser. Agraria*, vol. 39: 95 — 101.
- Kwiatkowski B., Daniel P. 1999. Skuteczność działania fungicydu Tattoo C 750 SC w zwalczaniu alternariozy i zarazy ziemniaka. *Ochrona Ziemniaka — Konferencja Kołobrzeg*, 23–24 marca. IHAR, Oddział w Boninie: 51 — 53.
- Lipa J. 1999. Ochrona ziemniaka: wczoraj, dzisiaj, jutro. *Ochrona Ziemniaka — Konferencja Kołobrzeg*, 23–24 marca, IHAR, Oddział w Boninie: 7 — 13.
- Pietkiewicz J. 1972. Badania odporności ziemniaków na zarazę ziemniaczaną (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) na odciętych liściach. *Biul. Inst. Ziemn.* 9: 19 — 32.
- Zarzycka H. 1999. Wpływ zmian zachodzących w polskiej populacji *Phytophthora infestans* na zagrożenie upraw ziemniaka przez zarazę ziemniaka. *Ochrona Ziemniaka — Konferencja Kołobrzeg*, 23–24 marca, IHAR, Oddział w Boninie: 39 — 44.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Krystyna Grzelak Krystyna Kolasieńska	Dr inż. Julian Belotti — wspomnienie	3
Maria Rakowska	Profesor Tadeusz Wolski — w osiemdziesiąte urodziny	5
Andrzej Bichoński	Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie wybranych cech wartości technologicznej pszenicy ozimej Variation and genetic determination of some quality characters in winter wheat	11
Ryszard Weber Dariusz Zalewski	Plonowanie odmian pszenicy ozimej w zróżnicowanych środowiskach Yielding of winter wheat cultivars in different environmental conditions	17
Barbara Chrzanowska-Drożdż Zygmunt Gil Marek Liszewski Władysław Malarz	Wysokość i jakość plonu ziarna pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem Quantity and quality of yield of winter wheat in relation to doses and methods of nitrogen application	29
Maria Ralcewicz Tomasz Knapowski	Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na wysokość plonu ziarna i zawartość białka ogółem pszenicy ozimej odmiany Almari The influence of some agrotechnical factors on grain yield and total protein content in the Almari winter wheat	39
Krzysztof Klimont Agnieszka Osińska	Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego The effect of some herbicides on seed quality and content of some chemical components in grain of winter wheat, spring barley and spring triticale	49
Krzysztof Klimont Agnieszka Osińska	Wpływ herbicydów na plon ziarna i cechy morfologiczne zbóż The influence of some herbicides on seed yield and morphological traits of some cereals	59
Janusz Bogdan Barbara Zagdańska	Odporność pszenicy jarej na suszę w fazie kiełkowania i wzrostu siewki Drought resistance of spring wheat during germination and seedling growth	73
Krystyna Kolasieńska Lech Boros	Wpływ sposobu zbioru i uszlachetniania na wartość siewną nasion jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego Komunikat The effect of a harvest effect and processing on seed sowing value of hulled and hull-less spring barleys Short communication	81
Bogdan Dubis	Produkcyjne skutki regulacji liczby pędów roślin jęczmienia jarego oplewionego i nagoziarnistego Productive effects of stem number control in hulless and hulled spring barley	91

Kazimierz Noworolnik Danuta Leszczyńska	Reakcja nagoziarnistego jęczmienia jarego na gęstość siewu w porównaniu z jęczmieniem oplewionym The response of naked spring barley to sowing rate in comparison to husked barley	99
Henryk J. Czembor Jerzy H. Czembor	Chorobotwórczość mączniaka prawdziwego jęczmienia (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>) w Polsce w roku 2000 Pathogenicity of barley powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i>) in Poland in 2000	107
Henryk J. Czembor	Odporność odmian jęczmienia na mączniaka prawdziwego (<i>Blumeria graminis</i> f.sp. <i>hordei</i>) włączonych do badań rejestrowych w Polsce w 2002 roku Resistance to powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i> f.sp <i>hordei</i>) in barley cultivars included to registration trials in Poland in 2002	117
Bożena Barczak Wojciech Kozera	Wpływ dolistnego nawożenia mikroelementami na zawartość i skład frakcyjny białka ziarna jęczmienia jarego i owsa The influence of leaf dressing with microelements on the content and fractional composition of protein in barley and oat grain	127
Jerzy Książak	Wpływ wydzielin korzeni siewek owsa i eksudatów z ziarna na kiełkowanie nasion roślin strączkowych oraz wyciągów z nasion grochu na ziarniaki owsa i jęczmienia Influence of root excretions of oat seedlings and cereal grain exudates on germination of leguminous crops seeds and of extracts from pea seeds on oat and barley	139
Andrzej Woźniak	Plonowanie pszenżyta jarego w zależności od sposobów regeneracji stanowiska w monokulturze Yielding of spring triticale in monoculture depending on field regeneration system	149
Marian Górski	Reakcja odmian gryki na długoterminowe przechowywanie w banku genów Reaction of buckwheat cultivars to long-term storage in gene bank	157
Grażyna Obidoska Ala Sadowska	Rośliny o działaniu adaptogennym Adaptogenic plants	163
Grażyna Obidoska Ala Sadowska	Próby uprawy polowej <i>Withania somnifera</i> (L.) Dun. oraz ocena plonu i wartości surowca krajowego Attempts at field cultivation of <i>Withania somnifera</i> (L.) Dun. and the assessment of yield and quality of the obtained raw material	173
Zbigniew Laudański Maciej Prończuk Maria Prończuk	Propozycja syntezy cech użytkowych w ocenie wartości trawnikowej odmian <i>Festuca</i> spp. Proposition of turf characters synthesis for assessment of <i>Festuca</i> spp. cultivars value	181
Grzegorz Żurek	Reakcja wybranych odmian traw gazonowych na naturalną i symulowaną suszę The effect of natural and simulated drought on selected turf grass varieties	195
Sławomir Prończuk	Ocena śmiałka darniowego (<i>Deschampsia cespitosa</i> L.) Brok w mieszankach trawnikowych z wiechliną łąkową (<i>Poa pratensis</i> L.) w warunkach intensywnego użytkowania i zacienienia Evaluation of <i>Deschampsia cespitosa</i> L. cv. Brok in turf mixtures with <i>Poa pratensis</i> L. under intensive maintenance and shade conditions	211

Genowefa Sowa-Niedziałkowska	Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania. Część I. Okres uśpienia i intensywność wzrostu kielków The indicators of physiological processes in seed potato tubers during long-term storage Part I. Dormancy period and intensity of sprouting	219
Genowefa Sowa-Niedziałkowska	Wskaźniki procesów życiowych zachodzących w sadzeniakach ziemniaka podczas długotrwałego przechowywania Część II. Wpływ następczy warunków przechowywania sadzeniaków na wzrost i rozwój roślin potomnych The indicators of physiological processes in seed potato tubers during long-term storage Part II: Residual effect of conditions of seed tubers storage on growth and development of progeny plants	237
Michał Kostiw	Presja infekcyjna PVY, PVM, PVS i PLRV w latach 1989–1992 i 1996–2000 w warunkach Polski północnej Infection pressure of PVY, PVM, PVS and PLRV in the years 1989–1992 and 1996–2000 under conditions of northern Poland	251
Jerzy Osowski Edward Bernat Hanna Gawińska-Urbanowicz Józefa Kapsa	Nasilenie i zwalczanie patogenów występujących w uprawach ziemniaka w 2003 roku The incidence and control of pathogens in potato crops in the year 2003	259
Marek Badowski	Skuteczność niszczenia chwastów glifosatem przed wschodami ziemniaków The efficacy of weed control by glyphosate in potato	265
Janusz Urbanowicz	Zastosowanie herbicydu Sencor 70 WG w produkcji ziemniaka wczesnego The use of herbicide Sencor 70 WG in early potato production	269
Teresa Pastuszewska Iwona Junosza Kisiełewska Weronika Grzech Sebastian Brzozowski	Rozwój bakteriozy pierścieniowej ziemniaka w rozmnożeniach wegetatywnych roślin Development of bacterial ring rot infection in potato plants reproduction	277
Jerzy Lewosz Maria Hołubowska	Zabiegi ograniczające rozprzestrzenianie bakteriozy pierścieniowej ziemniaka Agronomical measures that reduce a spread of potato ring rot	289
Jerzy Osowski	Skuteczność różnych fungicydów zawierających mankozeb w ograniczaniu rozwoju alternariozy ziemniaka w badaniach polowych i laboratoryjnych The effectiveness of different fungicides containing mancozeb in reducing development of early blight in field and laboratory investigations	295
Edward Bernat	Nowe możliwości chemicznej ochrony ziemniaka przed alternariozą i zarazą ziemniaka przy użyciu fungicydu Pyton Consento 450 SC New possibilities of chemical protection against early and late blights in potato crops using a fungicide Pyton Consento 450 SC	303

Edward Bernat	Skuteczność wybranych fungicydów w zwalczaniu zarazy ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych The efficacy of certain fungicides in controlling late blight depending on metrological condition	309
Sylwester Sobkowiak Hanna Zarzycka Renata Lebecka Ewa Zimnoch-Guzowska	Wpływ koncentracji inokulum i terminów oceny odporności na ekspresję agresywności i wirulencji <i>Phytophthora infestans</i> w stosunku do ziemniaka Effect of inoculum concentration and date of resistance test on expression of aggressiveness and virulence of <i>Phytophthora infestans</i> towards the potato	317
Halina Kurzawińska Iwona Gajda	Ocena przydatności niektórych fungicydów w ochronie ziemniaka przed zarazą ziemniaczaną <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary The effectiveness of some fungicides in protection of potato against late blight	333