



Jęczmień ozimy odmiany Bażant

Fot. Piotr Malicki

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 242/2006



Jęczmień ozimy odmiany Bażant. *Fot. Piotr Malicki*

RADZIKÓW 2006
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN — RADZIKÓW
05-870 BŁONIE pod WARSZAWĄ

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

Komitet Redakcyjny:

Editorial Committee:

HENRYK J. CZEMBOR (Przewodniczący — Editor-in Chief),
DANUTA BOROS, WIESŁAW MĄDRY, WOJCIECH NOWACKI,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, BARBARA ZAGDAŃSKA,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

CZASOPISMO UKAZUJE SIĘ OD 1951 ROKU

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o

BENON GAZIŃSKIWydział Nauk Społecznych i Sztuki
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Polskie rolnictwo w Unii Europejskiej i niektóre doświadczenia pierwszego roku członkostwa

Polish agriculture in the European Union and some experiences of the first year of the membership

Niniejszy artykuł stanowi retrospektywne spojrzenie na doświadczenia polskiej wsi i rolnictwa w okresie roku po przystąpieniu do Unii Europejskiej. W części wstępnej omówiono najważniejsze uwarunkowania rozwoju polskiego rolnictwa podczas dziesięcioleci gospodarki realnego socjalizmu. Rolnictwo polskie przetrwało naciski kolektywizacyjne, ale w okres transformacji rynkowej weszło technologicznie zacofane, o rozdrobnionej strukturze agrarnej oraz krępowane przez otoczenie ekonomiczne państwowego monopolu skupu i zaopatrzenia w środki produkcji i brak możliwości samoorganizowania się lokalnych społeczności. Transformacja systemowa, rozpoczęta w roku 1989, postawiła przed rolnictwem wiele wyzwań, łączących się z szybkim przejściem od „gospodarki niedoborów” do warunków gospodarki rynkowej. Kolejnym elementem zmieniającego się kontekstu politycznego i ekonomicznego, określającym przyszłość, stała się integracja europejska. W następnych częściach pracy syntetycznie przedstawiono drogę Polski do członkostwa w Unii Europejskiej oraz najważniejsze postanowienia dotyczące wsi i rolnictwa, uzgodnione w negocjacjach akcesyjnych. W części końcowej zarysowano doświadczenia pierwszego roku członkostwa. Zwrócono uwagę, że większość z obaw, tak rozpowszechnionych przed akcesją w środowisku wiejskim, się nie potwierdziła. W pierwszym roku członkostwa bardzo korzystne wyniki odniósł handel rolny — dynamicznie wzrosły obroty i powiększyło się, odnotowane już w roku poprzedzającym przystąpienie, dodatnie saldo wymiany. Nowe możliwości rozwoju wsi i rolnictwa dają znaczące środki finansowe ze wspólnotowego budżetu — objęcie naszego kraju zasadami wspólnej polityki rolnej i polityki strukturalnej. W nadchodzącym okresie budżetowym 2007–2013 nie będzie zasadniczych zmian dotychczasowych polityk wspólnotowych. W dalszej perspektywie jednak należy liczyć się z możliwościami wprowadzenia daleko idących nowych rozwiązań.

Słowa kluczowe: Polska, rolnictwo, Unia Europejska, wieś

The overview of the experiences of Polish agriculture and rural areas during the first year of the EU membership is presented in this article. In the introductory part, the conditions of agricultural development under the system of the socialist planned economy is briefed. The Polish agriculture has been successful to survive the pressure of collectivization but entered into the period of market transformation technologically backward, with dispersed agrarian structure and suppressed by the environment of state monopoly of agricultural purchases and supplies and the lacking possibilities of self-organization of local communities. The system transformation, introduced in 1989, put challenges of rapid change from the conditions of the “economy of shortages” into the market economy. Another

key factor, changing political and economic environment and the future of Polish agriculture is the European integration. In the following parts of the article, the long way of Poland towards EU membership and crucial results of the accession negotiations related to agriculture and rural development are outlined. Experiences of the first year of the membership are presented in the final part of the article. It is shown that most fears, spread in rural communities before the accession, have not been confirmed. During the first year of the membership the good performance of Polish agricultural trade has been recorded. The trade turnover has increased significantly and the trend of positive trade balance, recorded in the year preceding the accession, has been enhanced. Remarkable financial sources from the Community budget – to cover the needs of the CAP and structural policy — bring a new perspectives of rural and agricultural development of Poland. In the forthcoming new budgeting period of 2007–2013 no crucial changes of the Community policies are planned. In the long-run perspective, some basic reforms are to be expected.

Key words: agriculture, European Union, Poland, rural areas

WSTĘP

Wieś i rolnictwo okresu realnego socjalizmu są przykładem, w jaki sposób polityka determinowała warunki rozwoju. Polityczne cele wyznaczały zasady reformy rolnej, ujęte w dekrete z września 1944 roku, jej wdrożenie i przyjęty kilka lat później kurs na forsowną kolektywizację. Mimo niepowodzenia i chwilowego odstąpienia od tej polityki w roku 1956, nie wyzbyto się ukrytych form kolektywizacji, aż do początku lat 80. trwały różnorodne formy dyskryminowania rolnictwa indywidualnego, traktowanego jako obce ciało w uspołecznionej gospodarce. Przykładem może być to, że podczas dekady gierkowskiej, znanej z rozmachu inwestycyjnego — nakłady inwestycyjne, przypadające na 1 ha użytków rolnych były w sektorze uspołecznionym ok. 10-krotnie wyższe, niż w chłopskiej, która, dodajmy, i tak odnotowywała wartość produkcji końcowej wyższą o ok. 30%.

W tamtym czasie rolnictwo w krajach dzisiejszej Unii Europejskiej objęte było wsparciem w ramach wspólnej polityki rolnej, sięgającym w latach 70. 3/4 ogółu wydatków ze wspólnotowego budżetu. Do tego dołączały rozwijane w ostatnim trzydziestoleciu programy rozwoju wsi i rolnictwa w ramach polityki strukturalnej.

W okresie od zakończenia II wojny światowej po rok 1989 obszary wiejskie w Polsce i Wspólnotach Europejskich rozwijały się, zatem w zupełnie odmiennych uwarunkowaniach politycznych oraz ekonomicznych. Stan ten uległ paradoksalnemu odwróceniu w latach 90. w wyniku wdrożenia radykalnego pakietu reform polskie rolnictwo, jak również handel rolny znalazły się znacznie bliżej gospodarki rynkowej, niż na obszarze wspólnotowym, gdzie mimo programu reform Mc Sharry’ego, zapoczątkowanych w roku 1992, zakres interwencji na rynkach rolnych, tak wewnętrznym, jak i zagranicznych, utrzymywał się na poziomie kilkakrotnie wyższym niż w Polsce.

Strategiczny cel — przystąpienie Polski do Unii Europejskiej — oznaczał przyjęcie *acquis communautaire*, całokształtu wspólnotowych rozwiązań prawnych (z odstępstwami okresów przejściowych, przyjętych w negocjacjach akcesyjnych). Przygotowania do członkostwa rozpoczęły się jednak już kilkanaście lat wcześniej (harmonizacja prawa polskiego z europejskim). Dotyczyło również rolników i przedsiębiorców, czego doskonałym przykładem może być wysiłek modernizacyjny polskiego mleczarstwa, gros

którego przypadło na okres poprzedzający nasze członkostwo. Dzięki temu przystąpienie odbyło się bez większych wstrząsów oraz — wcześniej, niż oczekiwała większość obserwatorów — dały się zauważyć pierwsze korzyści z naszego członkostwa.

Niniejszy artykuł stanowi próbę spojrzenia na doświadczenia wsi i rolnictwa po roku członkostwa Polski w Unii Europejskiej. Szanse i wyzwania dla obszarów wiejskich, związane z tym historycznym wydarzeniem widzieć trzeba w kontekście miejsca naszego kraju w jednoczącej się Europie — roli politycznej i perspektyw rozwoju całej gospodarki. Nie należy również zapominać o tym, że jednocząca Europa stawiać musi czoła procesom globalizacji w sferze gospodarki, stosunków politycznych i kultury. Polska potrzebuje Europy, ale też musi mieć świadomość swej współodpowiedzialności za przyszłość kontynentu.

DROGA POLSKI DO CZŁONKOSTWA. KONDYCJA WSI I ROLNICTWA

Wieś polska weszła w okres gwałtownych przeobrażeń ustrojowych, zapoczątkowanych w roku 1989, wykazując wiele istotnych odrębności w porównaniu do rolnictwa innych krajów b. RWPG. Przede wszystkim gospodarstwa indywidualne przetrwały naciski kolektywizacyjne, ale wyszły z tej konfrontacji ekonomicznie osłabione, o rozdrobnionej strukturze agrarnej, a ponadto znajdowały się one w kontrolowanym przez państwo otoczeniu: monopolu skupu i zaopatrzenia, braku prawdziwej spółdzielczości, w tym bankowej oraz innych form autentycznych związków i stowarzyszeń rolniczych.

Na specyfikę polskiej transformacji rolnictwa, w porównaniu do innych krajów regionu, rzutowała struktura własności ziemi — stan posiadania rolników indywidualnych w całym okresie powojennym nie był niższy, niż 75% ogółu użytków rolnych. W sektorze uspołecznionym dominowały państwowe gospodarstwa rolne, a na spółdzielnie produkcyjne przypadało zaledwie kilka procent użytków rolnych. Struktura agrarna w innych krajach socjalistycznych była zupełnie „odwrócona”. Stąd też zmiany w Polsce stosunków własnościowych dotyczyły relatywnie małego obszaru. Mimo tego przeprowadzono je dość niefortunnie. Koszty społeczne płacimy do dzisiaj, gdyż PGR nie były rozmieszczone równomiernie, lecz koncentrowały się w północnej i zachodniej części kraju.

Zaistniała po upadku socjalizmu próżnia instytucjonalną w sferze obsługi rolnictwa wypełniały przedsiębiorstwa prywatne, przechwytyjąc znaczną część „wartości dodanej”, tworzonej od pola producenta po stół konsumenta.

Transformacja systemowa postawiła przed wsią i rolnictwem zupełnie nowe wyzwania. W krótkim czasie w przeszłość odeszła „gospodarka niedoborów”, tak właściwa dla realnego socjalizmu. Rolnik mógł z łatwością zaopatrzyć się w środki produkcji i maszyny, jeśli tylko dysponował odpowiednimi środkami finansowymi. Jak nigdy wcześniej, ujawniły się natomiast trudności w sprzedaży artykułów rolnych. Nowe warunki wymagały stopniowej odbudowy różnorodnych form samoorganizowania się rolników i społeczności lokalnych, ujawniły potrzebę tworzenia grup producenckich, izb rolniczych i innych form samorządowych, powstawania rynków hurtowych i giełd rolniczych.

Poza problemami ekonomiczno-społecznymi istotnym dla wykorzystania potencjału rolnictwa miało zróżnicowanie jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej, określające w znacznej mierze kierunki racjonalnej polityki regionalnej. Niestety, w minionych dziesięcioleciach polityka rolna pozostawała w cieniu ideologii. Obszary wiejskie wymagały, zatem wypracowania nowych strategii rozwoju.

Zmieniony w 1989 roku kontekst polityczny szybko wzbogacony został o kolejny element o znaczeniu historycznym — integrację europejską. Strategiczny wybór, dokonany po upadku RWPG i rozwiązaniu Układu Warszawskiego — o wejściu w strukturę obronne NATO oraz przystąpieniu do Unii Europejskiej — oznaczał dostosowanie prawa polskiego do wspólnotowego oraz włączenie wsi i rolnictwa w ramy rozwiązań wspólnej polityki rolnej oraz polityki strukturalnej. Nadzieje wynikające z atutów polskiego rolnictwa (m.in. niższe koszty pracy, korzystniejsza sytuacja demograficzna i mniejsza chemizacja rolnictwa) były przesłaniane przez rozpowszechnione obawy związane z trudnościami w dostosowaniu się do nowych rozwiązań instytucjonalnych i wymogów jednolitego rynku europejskiego.

Droga Polski do członkostwa trwała blisko 15 lat. W momencie powstania rządu Mazowieckiego nie było żadnych handlowych umów dwustronnych pomiędzy PRL a Wspólnotami Europejskimi. Pierwsza taka umowa została podpisana przez nowy rząd już we wrześniu 1989 roku. Polska, podobnie jak i inne kraje rozstające się z socjalizmem, zostały wsparte wprowadzonym jednostronnie systemem ułatwień w handlu zagranicznym (GSP — general system of preferences) i wraz z Węgrami — pomocowym programem PHARE (Poland — Hungary. Assistance to Restructuring their Economies — Polska Węgry. Wsparcie Restrukturyzacji Gospodarki), poszerzonym następnie o kolejne kraje regionu. Działania te miały początkowo charakter doraźny i stabilizacyjny. Wspierały reformy gospodarcze i budowę struktur państwa demokratycznego. W tamtych latach w naszych krajach nie postrzegano jeszcze przyszłych państw członkowskich.

Upór i konsekwencja, z jaką trzy pierwsze kraje: Polska Węgry i Czechosłowacja (później — Czechy i Słowacja) dążyły do członkostwa zaczął przynosić wyniki. Pierwszym było zadeklarowanie (jednostronne w preambule) woli przystąpienia do Wspólnot w Traktacie Europejskim o stowarzyszeniu, podpisanym 16 grudnia 1991 roku. W dokumencie tym uzgodniono powstanie strefy wolnego handlu z obszarem EWG, ale z projektu tego wyłączono produkty rolne. W grudniu 1992 roku w Edynburgu przywódcy państw członkowskich zapowiedzieli podjęcie szybkiej decyzji o poszerzeniu. Istotnie, odpowiedź taka padła pół roku później. Kryteria stawiane państwom kandydującym nazwano od miejsca szczytu — kopenhaskimi. Były one następujące:

- stabilny system demokratyczny i przestrzeganie podstawowych praw człowieka;
- funkcjonowanie gospodarki rynkowej i zdolność sprostania wymogom jednolitego rynku europejskiego;
- zdolność do wywiązywania się z obowiązków członkostwa. Ponadto sama Unia winna być przygotowana do poszerzenia o nowych członków. Minimum niezbędnych reform w funkcjonowaniu instytucji wspólnotowych oraz formalne zadeklarowanie gotowości do poszerzenia przyniósł Traktat Nicejski, uzgodniony w grudniu 2000 roku (Gaziński, 2002).

Rozszerzenie uzyskało „zielone światło”, a na pierwsze wnioski o członkostwo nie trzeba było długo czekać — napłynęły one, tuż po zakończeniu ratyfikacji Traktatów Europejskich, w kwietniu 1994 roku najpierw z Węgier a tydzień później z Polski. Po pozytywnym zaopiniowaniu wniosków o członkostwo (avis) Komisja Europejska zaleciła w 1997 roku rozpoczęcie negocjacji, co nastąpiło 31 marca 1998 roku (Łastawski, 2003).

Poszczególne problemy negocjacyjne zgrupowano w 31 obszarów. Najtrudniejsze, w tym rolnictwo, pozostawiono na koniec, gdy większość łatwiejszych obszarów była już tymczasowo zamknięta. Formalne zakończenie negocjacji nastąpiło 13 grudnia 2003 roku. Ich wyniki zapisano w Traktacie Akcesyjnym, poddanym ratyfikacji w Parlamencie Europejskim, parlamentach państw członkowskich oraz w referendum narodowych w państwach przystępujących (poza Cyprem, gdzie Traktat ratyfikował parlament). Traktat ten był wspólny dla wszystkich państw wstępujących — ratyfikowano zatem przyjęcie wszystkich dziesięciu państw łącznie (Doliwa-Klepacki, 2003).

W Polsce referendum odbyło się w czerwcu 2003 roku, przy niskiej frekwencji, dość wyraźna większość głosujących opowiedziała się za członkostwem w Unii Europejskiej. Stało się ono faktem 1 maja 2004 roku.

ZASADY CZŁONKOSTWA DOTYCZĄCE WSI I ROLNICTWA

Jedną z kontrowersyjnych kwestii, o którą toczył się kilkuletni spór pomiędzy Polską a Komisją Europejską, były dopłaty bezpośrednie, instrument wprowadzony podczas reformy wspólnej polityki rolnej, rekompensujący rolnikom utratę dochodów w wyniku obniżenia poziomu cen interwencyjnych. Jeszcze w lipcu 1997 roku Komisja, w dokumencie zatytułowanym „Agenda — 2000” zajęła stanowisko, że rolnikom w nowych państwach członkowskich nie będą one przysługiwać, gdyż w wyniku przystąpienia do Unii ceny artykułów rolnych wzrosną a wraz z nimi i dochody (Drago, Gaziński, 1998). Innego zdania byli polscy negocjatorzy, wykazując, że wyłączenie z dopłat bezpośrednich oznaczać będzie niższy poziom ogólnych dotacji w gospodarstwach, którym tym trudniej będzie sprostać konkurencji na rynku europejskim, gdyż ustępują one wyposażeniem technicznym gospodarstwom w krajach „UE-15” i są zmuszone do znaczącego wysiłku inwestycyjnego. Kompromis osiągnięto dopiero w ostatnich miesiącach negocjacji. Przyjęto, że w pierwszym roku członkostwa dopłaty te wyniosą zaledwie 25% wysokości w państwach „starej Unii” i będą co rok sukcesywnie wzrastać, tak że wyrównanie do 100% nastąpi w 2013 roku. Zarazem przewidziano możliwość częściowego zmniejszenia zaistniałych dysproporcji z polskich środków budżetowych.

Kolejną sprawą był dostęp do zakupów ziemi przez cudzoziemców. Polskie przepisy, sięgające początków II Rzeczypospolitej, były bardzo restrykcyjne. Nasi partnerzy nie kryli natomiast niepokoju przed wypieraniem z rynku pracy swoich obywateli przez przybyszy z nowych państw Unii. Z innych istotnych kwestii były negocjowane, niestety z wynikiem nieodpowiadającym polskim oczekiwaniom — limity (kwoty) produkcyjne mleka, skrobi ziemniaczanej i cukru. Uzgodnione zostały ponadto okresy przejściowe na dostosowanie strukturalne gospodarstw i zakładów przetwórczych mleka i mięsa,

w zakresie dobrostanu zwierząt, czterech substancji czynnych w produkcji środków ochrony roślin oraz wymogu uprawy wyłącznie odmian ziemniaka odpornego na raka ziemniaczanego. Szereg ustaleń dotyczył zastosowania różnorodnych finansowych instrumentów wsparcia rozwoju obszarów wiejskich i restrukturyzacji rolnictwa (Ignatowicz, 2004).

DOŚWIADCZENIA PIERWSZEGO ROKU CZŁONKOSTWA

Wejściu Polski do Unii Europejskiej towarzyszyły obawy rolników podsycane przez niektóre kręgi polityczne, takie jak „Samoobrona” i Liga Polskich Rodzin, czy nasze rolnictwo sprostą zagranicznej konkurencji i nie zaleje nas importowana żywność a ziemia, z uwagi na różnice cen, nie będzie wykupywana masowo przez obcokrajowców. Niepokój ten zdawał się mieć uzasadnienie w tym, że mimo zapisów w Traktacie Europejskim o „asymetrii” we wzajemnych ustępstwach w handlu — saldo obrotów artykułami rolno-spożywczymi z obszarem Wspólnot Europejskich pozostawało ujemne przez szereg lat poprzedzających akcesję (byliśmy wtedy traktowani w handlu unijnym jako kraj trzeci). Nie uwzględniano przy tym istotnych okoliczności, przemawiających za tym, że członkostwo okaże się szansą dla naszego eksportu. Polska miała bardziej liberalne przepisy, sytuacja na granicy z Unią przypominała, zatem błonę półprzepuszczalną, gdyż produkty żywnościowe łatwiej przemieszczały się w jednym kierunku. Pomijano to, że ograniczenia, utrudniające dostęp polskich produktów do rynków europejskich znikłyby w momencie przystąpienia do Unii, a ponadto i nasi eksporterzy zyskaliby wtedy prawo do dopłat w przypadku eksportu poza obszar Wspólnoty.

W okresie poprzedzającym członkostwo występowały procesy dostosowawcze w gospodarstwach rolnych, szczególnie produkujących mleko. W dziesięcioleciu 1994–2004 liczba dostawców mleka zmniejszyła się blisko o połowę (z 700 do 355 tys.). Liczba krów w gospodarstwie powiększyła się z 2,6 do 3,4 a ich mleczność wzrosła z 3212 l do 4240 l. Dość wyraźnie, z 85,2 5 do 63,8%, zmniejszył się w krajowym pogłowie udział gospodarstw utrzymujących stado poniżej 9 krów, zaznaczył się natomiast wzrost udziału stad większych. Mimo zmniejszenia się pogłowia krów z 3863 tys. do 2796 tys., skup mleka powiększył się z 6 450 tys. l do 8005 tys. l (Seremak-Bulge, 2005).

Z chwilą uzyskania członkostwa w Unii Europejskiej nastąpiło zniesienie ceł i barier taryfowych, które szybko przyczyniło się do ekspansji polskiego eksportu na obszar jednolitego rynku europejskiego. Poza umożliwieniem swobody przepływu dóbr pomiędzy krajami tworzącymi obszar wspólnotowy, wewnętrzny rynek wspólnotowy jest chroniony, w ramach zakreślanych przez porozumienia międzynarodowe, przed konkurencją ze strony krajów trzecich. Ponadto eksport rolny szeregu artykułów wspierany jest dotacjami. W okresie przed akcesją nasze rolnictwo nie miało dostępu do tego rodzaju możliwości. Początek członkostwa oznaczał, zatem swego rodzaju „podniesienie śluzy” oddzielającej nasz kraj od rynku unijnego. Stąd też w okresie od 1 maja do końca grudnia 2004 roku (w porównaniu do analogicznego okresu o rok wcześniej) nasz eksport do UE-15 powiększył się o 62,7% a import — o 47,1%. Wzrosła również, choć wolniej, dynamika obrotów z krajami UE-9; w eksporcie odnotowano wzrost o 52,6%, a w imporcie o 28, 5% (tab. 1).

Tabela 1

Wartość obrotów polskiego handlu rolnego przed i po akcesji do UE (mln €)
The Polish agricultural trade turnover before and after the UE accession (mln €)

Wyszczególnienie Item	2003	2004	I – IV 2004	I – IV 2005	2004:2003 (%)	I-IV2005: I-IV2004(%)
Eksport Export	4010,4	5222,8	1391,3	1940,7	130,2	139,5
Import Import	3556,9	4369,3	1308,2	1600,1	122,8	122,3
Saldo Balance	453,5	853,5	83,1	340,5	188,2	409,7

Źródło; Source: Łopaciuk W. (2005). Eksport polskich produktów rolno-spożywczych po wejściu do UE. Przemysł Spożywczy nr 8.

Tabela 2

Średnie ceny skupu głównych produktów rolniczych
Average purchase prices of some major agricultural products

Wyszczególnienie Item	Jednostka Unit	Rok Year	Cena Price	Cena w okresie I–IV Price of the period I–IV	Cena w okresie V–XII Price of the period V–XII
Pszenica Wheat	PLN/tonę	2003	455,1	452,3	454,1
		2004	471,9	694,3	443,2
		2005		398,1	
Żyto Rye	PLN/tonę	2003	353,5	362,3	344,5
		2004	351,7	508,0	326,8
		2005		300,0	
Ziemniak Potato	PLN/tonę	2003	245,6	420,3	225,2
		2004	246,3	424,8	220,1
		2005		402,2	
Mleko Milk	PLN/ 100 l	2003	71,85	73,12	70,63
		2004	87,36	80,13	8,98
		2005		95,52	
Trzoda Pigs	PLN/kg	2003	3,19	3,02	3,30
		2004	4,18	3,53	4,45
		2005		3,84	
Bydło Cattle	PLN/kg	2003	2,50	2,65	2,50
		2004	3,39	2,78	3,78
		2005		4,07	
Drób Poultry	PLN/kg	2003	3,00	2,75	3,17
		2004	3,27	3,09	3,44
		2005		3,02	

Źródło; Source: Biuletyn Statystyczny GUS (2004, 2005)

Wśród nowych państw członkowskich Polska zajęła pozycję największego eksportera żywności, a ponadto wraz z tradycyjnym eksporterem żywności, jakim są Węgry, jest jedynym eksporterem netto żywności w regionie. Do ekspansji polskiego eksportu w znaczącej mierze przyczyniła się restrukturyzacja i modernizacja przemysłu spożywczego w całym piętnastoleciu transformacji systemowej. Obecnie ponad 95% produktów żywnościowych pochodzi z zakładów prywatnych. Wiele z nich dokonało znaczącego wysiłku inwestycyjnego, w okresie poprzedzającym akcesję wyniosły one łącznie ok. 15

mld €. Pozycja polskiego przemysłu spożywczego w Unii jest obecnie silniejsza niż całej gospodarki (Urban, 2005).

Szczególnie korzystny okazał się eksport wołowiny oraz mleka i jego przetworów, który rozwinął się dynamicznie już w pierwszych miesiącach członkostwa, przyczyniając się do znaczącego wzrostu cen w skupie. Warto odnotować, że Agencja Rynku Rolnego dość szybko rozpoczęła wypłacanie subsydiów w eksporcie mięsa, przetworów mleczarskich i cukru do krajów trzecich — do końca 2004 roku dopłaty z tego tytułu wyniosły łącznie 117,6 mln złotych (Kalisz, 2005).

W pierwszych miesiącach członkostwa ekspansji eksportu sprzyjał wzrost cen, ale już na przełomie roku 2004/2005 ceny głównych artykułów rolnych zaczęły się obniżać (tab. 3).

Po roku od przystąpienia Polski do Unii Europejskiej ceny produktów rolnych były zaledwie o ok. 5% wyższe. Ponadto w okresie poprzedzającym nasze członkostwo wzrosły ceny środków produkcji dla rolnictwa, w tym nawozów i paliw. W podobny sposób, co ceny produktów rolnych zmieniały się ceny żywności. Ich skala była jednak dużo niższa. Najbardziej wzrastały ceny średnio o 2,4%, przez trzy pierwsze miesiące po akcesji. Od lipca 2004 roku zaznaczył się jednak ich umiarkowany spadek i w rok po przystąpieniu Polski do UE wzrosły zaledwie o 3,9% w stosunku do końca 2003 roku (Stan..., 2005).

W warunkach znaczącego już wyrównywania się cen produktów żywnościowych, umacnianiu się polskiej żywności na europejskim rynku sprzyjać winna umiejętna kampania promocyjna oraz poszukiwanie „nisz rynkowych” dla określonych kategorii produktów. Przykładem takiej inicjatywy może być powołanie na początku 2004 roku Polskiej Izby Produktu Regionalnego i Lokalnego. Ma ona wspierać rozwój produktów związanych z tradycją różnych regionów Polski, takich jak: oscypki, bryndza, kindziuk czy sękacz.

Od 2001 roku obowiązuje ustawa o rolnictwie ekologicznym, regulująca warunki działalności rolniczej i przetwórstwa metodami ekologicznymi oraz zasady kontroli, certyfikacji i obrotu tej kategorii produktów. Rolnikom, od pierwszego roku przedstawiania gospodarstw, przysługuje wsparcie w ramach Działania 4 (Wspieranie przedsięwzięć rolno-środowiskowych). Jednym z pozytywnych skutków wprowadzonych rozwiązań jest wzrost liczby gospodarstw oraz powierzchni upraw zgodnych z wymogami rolnictwa ekologicznego, wyraźnie odnotowywany w ostatnich latach (Polska wieś..., 2004).

Istotną korzyścią z integracji jest objęcie wsi i rolnictwa różnorodnymi programami rozwojowymi, finansowanymi w znacznej części ze wspólnotowego budżetu. Nie potwierdziły się obawy sceptyków, wyrażane przed naszą akcesją i Polska już rok 2004, pierwszy rok naszej obecności w Unii Europejskiej zamknęła dodatnim saldem przepływów środków finansowych. Nadal realizowane są wcześniejsze zobowiązania, wynikające z przyjętych wcześniej programów przedakcesyjnych, a nasz kraj został objęty instrumentarium wspólnej polityki rolnej oraz programami strukturalnymi. Przy tym nasze, wynikające z faktu członkostwa, zobowiązania płacimy od dnia 1 maja 2004, lecz wysokość świadczeń ze wspólnotowego budżetu pozostała na poziomie przyjętym od początku roku, mimo późniejszego o kilka miesięcy przystąpienia do Unii Europejskiej. Po

22 miesiącach członkostwa, dodatnie dla Polski saldo przepływów zamknęło się kwotą sięgającą 22,7 mld €, czyli blisko 12,7 mld PLN. (tab. 3)

Tabela 3

Przepływy finansowe Polska — Unia Europejska podczas 22 pierwszych miesięcy członkostwa (na dzień 28 lutego 2006 roku)

Financial transfers Poland — EU during the first 22 months of the membership (for Feb. 28, 2006)

Lp. No.	Fundusz Funds	EUR	PLN
I	Transfery UE do Polski EU — Poland transfers	7030138722,27	30380759310,75
1	środki przedakcesyjne before accession means	1155719240,53	5356633953,56
2	operacje strukturalne structural operations	2370458337,24	10549353632,19
3	wspólna polityka rolna common agricultural policy	2002127856,10	8275175475,90
4	ułatwienia okresu przejściowego transition facility	10345174,00	45725669,08
5	instrument poprawy płynności availability improvement instrument	1230912946,00	5099700017,33
6	instrument Schengen instrument Schengen	207210168,40	817170562,68
7	pozostałe transfery remained transfers	53365000,00	237000000,00
II	wpłaty do budżetu UE payments to EU budget	4314317782,55	17633289801,45
III	zwroty środków niewykorzystanych returns of not used means	22133073,27	
(I – II – III)	Saldo rozliczeń Polska — UE Balance Poland — EU	2693687866,45	12658686098,11
(5 + 6 – II)	Saldo rozliczeń budżetu państwa Balance of state budget	-2867194668,15	-11716419221,44

Źródło; Source: Ministerstwo Finansów, www.mf.gov.pl;

Do najważniejszych instrumentów finansowego wsparcia sektora rolno-żywnościowego oraz obszarów wiejskich należą: wzmiankowane już dotacje bezpośrednie, plan rozwoju obszarów wiejskich i sektorowy program operacyjny: restrukturyzacja i modernizacja sektora żywnościowego oraz rozwój obszarów wiejskich.

Umożliwiają one (Polskie rolnictwo,... 2003):

- dopłaty dla gospodarstw położonych na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania, ONW (wg stanu na dzień 15. 04. 2005 roku złożono 628506 wniosków, obejmujących powierzchnię ok. 6,5 mln ha użytków rolnych, a ARiMR wypłaciła z tego tytułu 1075,8 mln PLN. (dane liczbowe: Wsparcie gospodarstw..., 2005),
- wsparcie dla gospodarstw niskotowarowych (złożono 116870 wniosków),
- dopłaty w ramach programów rolno-środowiskowych, w tym: rolnictwa ekologicznego (złożono 7275 wniosków, a na wsparcie rolnictwa ekologicznego wypłacono 33176 tys. zł),
- wsparcie zalesiania gruntów rolnych (2209 wniosków),

- wsparcie dostosowania gospodarstw do standardów unijnych (napłynęło 73950 wniosków),
- przechodzenie rolników na wcześniejsze emerytury (złożono 25636 wniosków o renty strukturalne),
- wsparcie grup producenckich (19 wniosków),
- wsparcie inwestycji w gospodarstwach rolnych (12632 wnioski),
- pomoc dla młodych rolników (17513 wnioski),
- wsparcie doradztwa rolniczego (39 wniosków),
- organizacji szkoleń (307 wniosków),
- wsparcie scalania gruntów,
- wsparcie tworzenia pozarolniczych miejsc pracy na wsi (1483 wnioski),
- rozwój infrastruktury technicznej (budowa bądź modernizacja dróg wewnętrznych, poprawa zaopatrzenia w wodę, oczyszczanie ścieków oraz zaopatrzenie w energię) związanej z rolnictwem (819 wniosków),
- odbudowy lasów, zniszczonych przez pożary i naturalne katastrofy (27 wniosków),
- poprawę przetwórstwa i marketingu artykułów rolnych (375 wniosków),
- odnowa wsi oraz ochrona dziedzictwa kulturowego.

Rok 2004 oznaczał, zatem bardzo istotną zmianę warunków rozwoju polskiego rolnictwa. Korzyści pierwszego roku integracji, poprawa relacji cenowych oraz wsparcie programami strukturalnymi i mechanizmami wspólnej polityki rolnej, uwydatniały jeszcze wyższe zbiory. W cenach stałych produkcja globalna rolnictwa powiększyła się o 7,3% a końcowa — o 7,0%. Szacuje się, że w 2004 roku w porównaniu do roku wcześniejszego nominalne dochody rolnicze wzrosły o prawie 68%, a po uwzględnieniu inflacji — o 61,3%. Oczywiście, sytuacja poszczególnych gospodarstw była zróżnicowana. Znacznie skorzystali rolnicy uprawiający na dobrych glebach buraki cukrowe i rzepak a ponadto producenci zbóż, mleka oraz żywca wołowego i wieprzowego. Niższy od średniej przyrost dochodów odnotowano natomiast w gospodarstwach nastawionych na uprawę ziemniaka, warzyw i owoców, nasion roślin strączkowych oraz dostawcy baraniny i mięsa koziego.

O ożywieniu koniunktury w rolnictwie świadczy odwrócenie wieloletniego trendu zmniejszania się powierzchni użytków rolnych, w 2004 roku wzrosły one o 156 tys. ha. Dość wyraźnie wzrosły ceny ziemi z średnio 5753 zł za 1 ha do 6634 zł za 1 ha. Niewątpliwie jest to związane z wprowadzeniem dopłat bezpośrednich, zdaje się o tym świadczyć wyraźnie większy (o prawie 20%) wzrost cen gruntów gorszych, niż dobrych i bardzo dobrych (o 13,6%).

Pierwszy rok naszej obecności w Unii Europejskiej nie spowodował natomiast większych zmian w strukturze rolnictwa. Tak jak dotychczas, powiększała się liczba gospodarstw zaliczanych do najmniejszych (do 9 ha) i największych (powyżej 25 ha), a ubywało gospodarstw będących w grupie obszarowej pomiędzy nimi. Odnotowano nawet (o 1,3 tys.) wzrost liczebny gospodarstw (Stan..., 2005).

Obszary wiejskie i rolnictwo uzyskały, w nowych warunkach systemowych, historyczną szansę rozwoju. Jej wykorzystanie jest jednak zależne od wielu czynników, nie

zawsze korzystnych i niekiedy znajdujących się w otoczeniu systemowym, na które rolnicy i społeczności lokalne mają wpływ dość ograniczony:

1. Skorzystanie z funduszy z unijnego budżetu wymaga współfinansowania części kosztów projektu z własnych źródeł. Środki te trudniej będzie zapewnić biedniejszym partnerom.
2. Wbrew formalnym zapisom o celach polityki strukturalnej całkiem realna jest ewentualność zróżnicowania tempa rozwoju obszarów wiejskich, w konsekwencji, czego różnice pomiędzy regionami mogą się nawet powiększać.
3. Wśród wielu beneficjentów doraźnie więcej zainteresowania budzi sama absorpcja dostępnych środków, niż to, czy finansowane w ten sposób projekty staną się zaczynem kolejnych i czynnikiem trwale pobudzającym rozwój.
4. Do starań o środki pomocowe mogą zniechęcać zawile i długotrwałe bariery proceduralne, jak również brak umiejętności i doświadczenia wśród potencjalnych beneficjentów. Przewyciężaniu tych trudności sprzyja aktywizacja społeczności lokalnych, powstawanie stowarzyszeń na rzecz rozwoju danej wsi, czy gminy. Szereg podejmowanych przez nie inicjatyw może być finansowana w ramach wspólnotowego programu rewitalizacji wsi oraz zachowania jej dziedzictwa kulturowego (Godlewski, Szoskiewicz, 2005).

Nie należy zapominać o tym, że proste rezerwy wzrostu ujawnione tak wyraźnie w pierwszym roku członkostwa Polski w Unii Europejskiej, szybko się wyczerpują. Ponadto liczyć się należy z nasileniem konkurencji, i to nie tylko na rynku unijnym, lecz ze strony innych krajów w wyniku dalszej liberalizacji handlu rolnego oraz reform wspólnej polityki rolnej.

Wspólnoty wkrótce po naszej akcesji przystąpiły do reform na rynku mleka, rozpoczynając stopniowe wycofywanie się od ingerencji w mechanizm rynkowy na rzecz wprowadzenia płatności bezpośrednich, oderwanych od kwot mlecznych. W lipcu 2006 roku przystąpiono do reformy unijnego rynku cukru. Zapowiedziano min. zmniejszanie ceny referencyjnej cukru oraz ograniczenie ilości cukru, objętego interwencją do 600 tys. ton rocznie, plantatorzy buraka cukrowego mają otrzymywać dopłaty wyrównujące poniesiony przez nich uszczerbek dochodów (Artyszak, Budzyńska, 2006). Co jednak ze wspólną polityką rolną będzie dalej? Czy z czasem zostanie ona zastąpiona przez wspólną dla Europy zintegrowaną politykę rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich, jak to proponują niektórzy reformatorzy? Jaki wpływ na jej reformy wywierać będą negocjacje handlowe w ramach WTO? Czy, jak dotychczas, wspólna polityka rolna pozostawać będzie wspólną i nie zaznaczą się próby renacjonalizacji tej polityki przerzucające część jej kosztów na budżety państw członkowskich, na czym straciłyby państwa biedniejsze, których nie byłoby stać na utrzymanie wspólnotowego poziomu wsparcia rolnictwa? Czy wspólna polityka rolna, priorytet pierwszych lat formowania się Wspólnot, przez całe dziesięciolecie najważniejsza pozycja wydatków ze wspólnotowego budżetu nie zostanie przesłonięta przez inne priorytety, takie jak edukacja, badania i wzrost konkurencyjności całej gospodarki? Na wiele tych i innych pytań nie ma jednoznacznych odpowiedzi. Kształtowaniu przyszłych rozwiązań zachodzić będzie jednak już z naszym udziałem.

LITERATURA

- Drago F, Gaziński B. 1998. Agenda 2000. W kręgu opinii Komisji Europejskiej o przyszłym rozszerzeniu Wspólnoty, *Humanistyka i Przyrodoznawstwo*, 4: 159 — 164.
- Doliwa-Klepacki Z. 2003. Unia Europejska — Polska. Od członkostwa stowarzyszonego do zwyczajnego (listopad 1989 r. marzec 2003 r.), WSBiP Ostrowiec Świętokrzyski.
- Gaziński B. 2002. Unia Europejska nie tylko dla początkujących, LITTERA Olsztyn.
- Godlewski A., Szoszkiewicz A. 2005. Pieniądze za darmo, czyli jak zdobyć unijne dotacje dla Twojej firmy, Wyd. Rectus Komorów.
- Ignatowicz J. 2004. Rozdział negocjacyjny „rolnictwo”. W: Polska w Unii Europejskiej. K. Żukrowska, J. Stryjek (red.), SGGW, Warszawa: 205 — 213.
- Kaliszuk E. 2005. Analiza konsekwencji członkostwa dla wymiany handlowej, w: Polska w Unii Europejskiej. Doświadczenia pierwszego roku członkostwa, UKIE Warszawa.
- Łastawski K. 2003. Od idei do integracji europejskiej. WSP TWP Warszawa.
- Polska wieś po wejściu do Unii Europejskiej. 2004. (red. J. Wilkin) FDPA Warszawa.
- Polskie rolnictwo w Unii Europejskiej (wyniki negocjacji) raport. 2003. Rolnik Dzierżawca. Miesięcznik Ogólnopolski.
- Seremak-Bulge J. 2005. Kondycja polskiego mleczarstwa w rok po akcesji, *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 4: 53 — 68.
- Stan polskiej gospodarki żywnościowej po przystąpieniu do Unii Europejskiej. Raport 1. 2005. IERiGŻ, Warszawa.
- Urban R. 2005. Polski przemysł spożywczy w Unii Europejskiej — konkurencyjność i szanse rozwojowe, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 3: 14 — 23.
- Wsparcie gospodarstw rolnych po akcesji do UE. 2005. Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa, kwiecień, 2005.

JAN KUŚ**JAROSŁAW STALENGA**

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa — PIB, Puławy

Perspektywy rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce

Prospects for development of different farming systems in Poland

W pracy omówiono perspektywy rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce. System konwencjonalny dominujący w krajach rozwiniętych gospodarczo w drugiej połowie XX wieku doprowadził do wielu negatywnych zjawisk, tj.: nadprodukcji żywności, spadku zaufania konsumentów do jakości surowców żywnościowych, a także nasilającego się ujemnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze. Alternatywą do systemu konwencjonalnego mogą być rozwijające się ostatnio bardzo intensywnie systemy: ekologiczny oraz integrowany. Na świecie powierzchnia gospodarstw ekologicznych systematycznie wzrasta i w 2004 roku wynosiła ok. 26,3 mln ha. Zasadniczy udział ma w niej Australia (11,3 mln ha), natomiast w Europie największy areał gruntów ekologicznych znajduje się we Włoszech (1,0 mln ha). W 2005 roku liczba gospodarstw ekologicznych w Polsce wynosiła prawie 7000, co stanowiło ok. 1% całości gruntów użytkowanych rolniczo. Do głównych czynników stymulujących rozwój rolnictwa ekologicznego w Polsce należy zaliczyć: wysoki poziom dopłat do powierzchni gruntów uprawianych ekologicznie, a także przejrzysty system kryteriów oparty na Rozporządzeniu 2092/91/EWG z dnia 24 czerwca 1991 roku w sprawie produkcji ekologicznej produktów rolnych. Brak jest natomiast wciąż dobrze zorganizowanego rynku wewnętrznego żywności ekologicznej. System rolnictwa integrowanego intensywniej rozwija się w Polsce od 2004 roku, przede wszystkim dzięki znowelizowanej Ustawie o ochronie roślin oraz Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 lipca 2004 roku w sprawie integrowanej produkcji. System ten cieszy się coraz większą popularnością wśród rolników, ponieważ stwarza możliwości łatwiejszego zbytu produktów na wymagającym rynku żywnościowym. W 2005 roku do certyfikacji Integrowanej Produkcji w Polsce zgłoszono 7585 plantacji obejmujących 22 gatunki roślin.

Słowa kluczowe: systemy rolnicze, rolnictwo ekologiczne, rolnictwo integrowane

In the paper development of different farming systems in Poland is discussed. In the second part of the 20th century, the conventional intensive agriculture dominated in most of developed countries. This system caused many negative consequences, i.e.: food overproduction, low food quality, natural environment deterioration and social problems on the rural areas. As alternatives, the organic and integrated systems appeared in recent years. These systems have rapidly spread world-wide, particularly in the European Union (EU). Large financial support for farmers and clear system of standards based on EU Regulation 2092/91, were the main stimuli for development of organic farming in Poland. In 2004, there has been 26.3 mln ha of organic farming area in the world. Australia with 11.3 mln ha had the highest share in this area. In Europe, Italy is the leading country with the biggest organic

farming area (about 1 mln ha) and the highest number of organic farms. In Poland, in 2005, there were almost 7000 organic farms, and their area constituted about 1% of all agricultural area. However, the market of organic food is still at the beginning of its development. The integrated system in Poland has been developing intensively since 2004, thanks to first of all amend Law on Crop Protection and Regulation of Minister of Agriculture and Rural Development from 2004. Recently, this system is becoming very popular among farmers, because it creates better possibilities to sell the products. In 2005, in Poland, 7585 plantations with 22 different crops (mainly fruits and vegetables) were certified as integrated.

Key words: farming systems, organic farming, integrated system

WSTĘP

W drugiej połowie XX wieku w rolnictwie europejskim dokonały się rewolucyjne przemiany. Powszechne wprowadzanie do praktyki nowoczesnych, przemysłowych środków produkcji (nawozy mineralne, chemiczne środki ochrony roślin, wydajne maszyny rolnicze, itp.), postępu biologicznego (nowe odmiany roślin i rasy zwierząt), a także nowych sposobów żywienia zwierząt umożliwiło dynamiczny wzrost wydajności. W konsekwencji doprowadziło to do nadprodukcji żywności, którą próbuje się ograniczać poprzez limitowanie jej wielkości (kwotowanie), ugorowanie gruntów, itp. Z drugiej strony ukształtowały się niekorzystne relacje cen środków produkcji do produktów rolniczych, co wymusiło zmiany organizacyjne w rolnictwie. O rozwoju produkcji rolniczej zaczęły decydować trzy powiązane z sobą procesy: koncentracja — mechanizacja — specjalizacja. Następuje systematyczne powiększanie gospodarstw lub stad utrzymywanych zwierząt poprzez likwidację słabszych gospodarstw. Nowoczesny, drogi sprzęt techniczny o dużej wydajności wymusza zwiększanie skali produkcji. Ograniczaniu ulega asortyment uprawianych roślin w gospodarstwie do 2–3 gatunków (rośliny technologicznie podobne). W produkcji zwierzęcej upowszechnia się fermowy chów dużych stad, najczęściej jednego gatunku zwierząt, które są często żywione paszami pochodzącymi z zakupu. Uproszczenia w produkcji są kompensowane większym zużyciem przemysłowych środków produkcji. W konsekwencji nasiliły się negatywne oddziaływania rolnictwa na środowisko przyrodnicze, a nawet pojawiły się zagrożenia dla bezpieczeństwa żywności. W tej sytuacji konieczne jest poszukiwanie nowych koncepcji rozwoju rolnictwa, a ogólną wytyczną stała się strategia Trwałego Rozwoju przyjęta na konferencji w Rio de Janeiro w 1992 roku. Koncepcja ta zakłada, iż każda działalność gospodarcza powinna być: efektywna ekonomicznie, bezpieczna ekologicznie i akceptowana społecznie. Koniecznym staje się wypracowanie koncepcji Trwałego Rolnictwa, czyli poszukiwanie systemów rolniczych, które mogą być upowszechniane w praktyce w XXI wieku. System gospodarowania lub system rolniczy oznacza sposób zagospodarowania przestrzeni rolniczej w zakresie produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz ich przetwarzania, wyceniony kryteriami ekonomicznymi i ekologicznymi (Niewiadomski, 1993).

We współczesnym rolnictwie najczęściej wyróżnia się trzy systemy gospodarowania: konwencjonalny, ekologiczny i integrowany. Dodatkowo czasami wyodrębnia się jeszcze ekstensywny (niskonakładowy) system rolniczy, aktualnie dominujący w Polsce. Trudno go jednak precyzyjnie zdefiniować, co wynika z braku jednoznacznych kryteriów dla tego

systemu. Należy się spodziewać, iż jego udział będzie się systematycznie zmniejszać na korzyść systemów: ekologicznego i integrowanego.

Kryterium wyróżnienia systemów stanowi stopień uzależnienia rolnictwa od przemysłowych środków produkcji oraz możliwość realizacji celów rozwoju zrównoważonego przez ten dział gospodarki.

PERSPEKTYWY ROZWOJU RÓŻNYCH SYSTEMÓW ROLNICZYCH

Rolnictwo konwencjonalne

System konwencjonalny można określić jako sposób gospodarowania ukierunkowany na maksymalizację zysku, osiąganego dzięki dużej wydajności roślin i zwierząt. Wydajność tę uzyskuje się w wyspecjalizowanych gospodarstwach stosujących technologie produkcji oparte na dużym zużyciu przemysłowych środków produkcji i bardzo małych nakładach robocizny (Jordan, 1992).

System ten upowszechnił się w drugiej połowie XX wieku w krajach rozwiniętych gospodarczo, głównie w Europie Zachodniej, gdzie siłą napędową przemian w rolnictwie był rozwój przemysłu, który dostarczał środki produkcji dla rolnictwa oraz przejmował nadwyżki siły roboczej, co wymuszało duże zmiany w organizacji gospodarstw. Ogólnie można stwierdzić, że gospodarowanie konwencjonalne, w którym wykorzystuje się bardzo intensywne, skrajnie uproszczone sposoby produkcji jest sprzeczne z koncepcją „Trwałego Rozwoju”. Uproszczony sposób gospodarowania ogranicza rolę naturalnych procesów biologicznych przebiegających w ekosystemach i w konsekwencji musi to być kompensowane wysokim zużyciem środków produkcji. W systemie tym dawki nawozów mineralnych oraz zabiegi ochrony roślin stosowane są rutynowo, a terminy ich aplikacji ustala się na podstawie faz rozwojowych uprawianych roślin, niezależnie od faktycznych potrzeb nawozowych lub stopnia zagrożenia ze strony agrofagów.

W celu ograniczenia ujemnych następstw konwencjonalnego rolnictwa na środowisko przyrodnicze, a także ograniczenia wielkości produkcji, w wielu krajach wdraża się programy ekstensyfikacji rolnictwa. W UE uchwalono kilka dyrektyw, między innymi dotyczących ograniczenia zanieczyszczenia wód azotanami, zwiększenia bioróżnorodności, itp. Dokumenty te zobowiązują, między innymi, do opracowania i wdrożenia kodeksów dobrych praktyk rolniczych. Niektóre kraje (Dania, Holandia) wprowadziły wieloletnie programy redukcji zużycia nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin. Również rozwijane w ostatnim okresie „rolnictwo precyzyjne” jest ukierunkowane na zwiększenie efektywności nawożenia i chemicznej ochrony roślin.

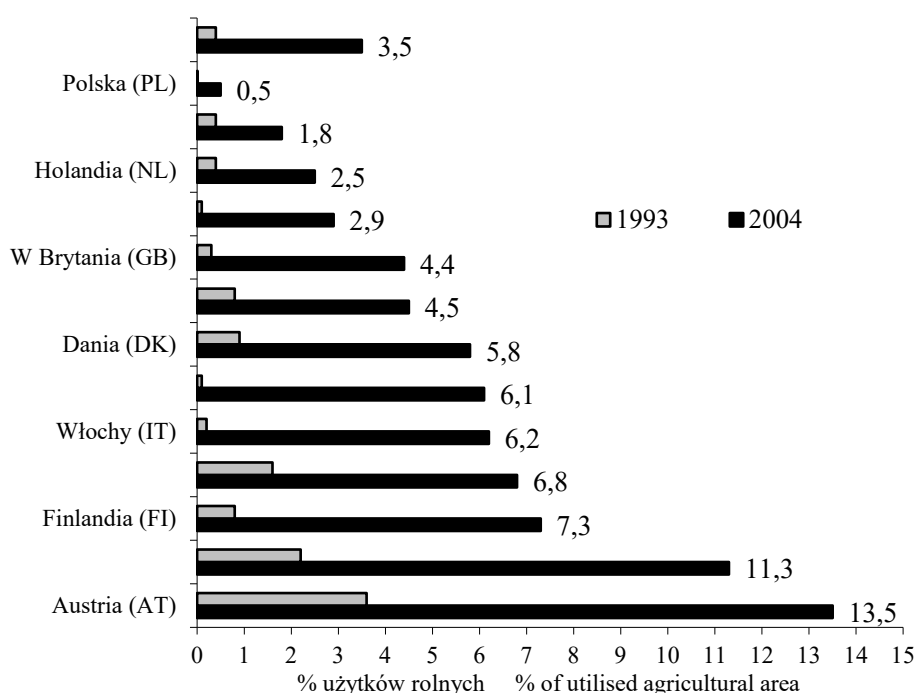
Pewną alternatywę, w porównaniu do systemu konwencjonalnego, stanowi system ekologiczny i integrowany.

Rolnictwo ekologiczne

System ekologiczny oznacza sposób gospodarowania o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej w obrębie gospodarstwa, oparty na środkach pochodzenia biologicznego i mineralnego nieprzetworzonych technologicznie, czyli rolnictwo bez agrochemii (Sołtysiak i in., 1994). Rolnictwo ekologiczne za podstawowy cel uznaje uzyskanie wysokiej jakości ziemiopłodów i dbałość o środowisko przyrodnicze. Każde

gospodarstwo ekologiczne podlega corocznej kontroli (certyfikacji) potwierdzającej realizację kryteriów ekologicznego gospodarowania.

W ostatnich latach zainteresowanie rolnictwem ekologicznym wyraźnie wzrasta. W UE powierzchnia gruntów wykorzystywanych przez gospodarstwa ekologiczne zwiększyła się z niespełna 200 tys. ha w 1986 roku do około 5,8 mln ha w 2004 roku (Willer i Yussefi, 2006), co stanowi 3,5% ogółu użytków rolnych (rys. 1). Na uwagę zasługuje fakt, że w krajach posiadających gorsze warunki przyrodnicze (Austria, Szwecja, Finlandia, Włochy, Grecja i Dania) praktyczne znaczenie rolnictwa ekologicznego jest większe, gdyż gospodarstwa ekologiczne wykorzystują 6%–12% UR. Natomiast w krajach posiadających korzystniejsze warunki do intensywnej produkcji rolnej (Holandia, Francja, Anglia i Belgia) znaczenie rolnictwa ekologicznego jest mniejsze. Wskazuje to, że wsparcie finansowe, jakie uzyskuje ten sposób gospodarowania w ramach Wspólnej Polityki Rolnej UE jest szczególnie istotne dla rolników gospodarujących w gorszych warunkach.

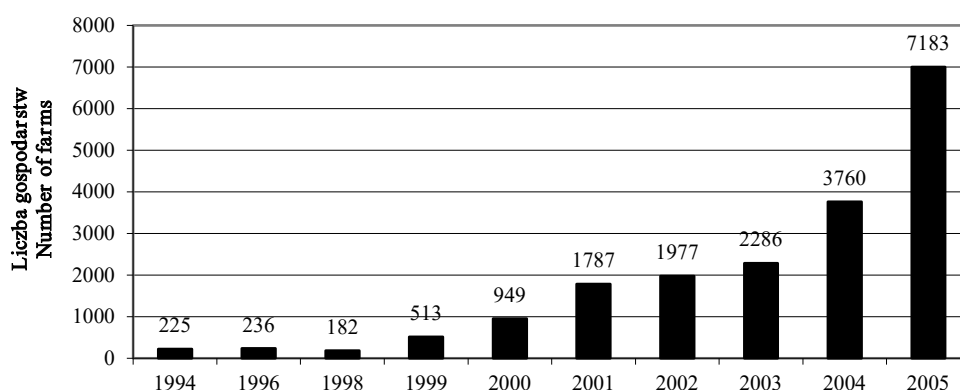


Rys. 1. Udział (%) powierzchni EKO w całkowitej powierzchni UR w wybranych krajach Europy w 1993 i w 2004 (Willer i Yussefi, 2006)

Fig. 1. Percentage of organic area in total agricultural area in some European countries in 1993 and 2004 (Willer i Yussefi, 2006)

W Polsce natomiast w 1999 r. było tylko 513 kontrolowanych gospodarstw ekologicznych, które posiadały około 6 tys. ha gruntów — 0,03% ogółu użytków rolnych kraju (rys. 2). Znikome zainteresowanie rolnictwem ekologicznym w tym okresie wynikało z całkowitego braku wsparcia finansowego ze strony państwa dla tego sposobu

gospodarowania. Od 2001 roku liczba gospodarstw ekologicznych systematycznie wzrasta, gdyż wprowadzona "Ustawa o rolnictwie ekologicznym" umożliwia pewne dotowanie gospodarstw ekologicznych. Wyraźny wzrost zainteresowania tym sposobem gospodarowania wystąpił dopiero po integracji Polski z UE. W 2004 roku kontrolowanych gospodarstw ekologicznych było już 3760 (GIJHAR-S, 2005), zaś w 2005 roku 7183 posiadających ok. 1,0% powierzchni upraw rolnych w kraju (rys. 2). Wspólna Polityka Rolna UE umożliwia znaczne wsparcie finansowe rolnictwa ekologicznego, w ramach Programu Rolnośrodowiskowego, będącego elementem PROW (Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich).



Rys. 2. Liczba gospodarstw ekologicznych w Polsce w latach 1994-2005 (GIJHAR-S, 2005)
Fig. 2. Number of organic farms in Poland between 1994 and 2005 (GIJHAR-S, 2005)

W UE gospodarstwa ekologiczne, pomimo mniejszych o około 20%–30% plonów, uzyskują zbliżone dochody do gospodarstw konwencjonalnych. Jest to możliwe dzięki wyższym cenom uzyskiwanym za ziemiopłody oraz całemu systemowi dotacji (Offermann i Nieberg, 2000; Keller i in., 1997). Analizy rynkowe wskazują na wyraźny wzrost zapotrzebowania na żywność ekologiczną. Natomiast w Polsce rynek żywności ekologicznej dopiero się tworzy, a czynnikami utrudniającymi jego rozwój są: duże rozproszenie gospodarstw, mała skala produkcji towarowej utrudniająca utrzymanie ciągłości zaopatrzenia, niski poziom dochodów dużej części konsumentów oraz zniekształcony obraz rolnictwa ekologicznego w świadomości społeczeństwa (Żakowska-Biemans, 2005).

Powyższe informacje wskazują, że w Polsce występują duże potencjalne możliwości rozwoju rolnictwa ekologicznego, przynajmniej do poziomu występującego obecnie w UE, a ten system gospodarowania powinien być szczególnie preferowany w zagospodarowaniu obszarów cennych przyrodniczo.

Rolnictwo integrowane

System integrowanej produkcji rolniczej jest to sposób gospodarowania, który umożliwia realizowanie celów ekonomicznych i ekologicznych poprzez świadome

wykorzystanie nowoczesnych technik wytwarzania, systematyczne usprawnianie zarządzania oraz wdrażanie różnych form postępu, głównie biologicznego, w sposób sprzyjający realizacji celów systemu (Majewski i in., 1995).

Idea integrowanej produkcji rolnej (Integrated Farming System-IFS) powstała w latach 80. w Europie Zachodniej, a u jej podstaw leżała integrowana ochrona roślin (IPM — Integrated Pest Management), której koncepcja pochodzi z lat 60. XX wieku. Twórcy teorii rolnictwa integrowanego wydzielili dwie grupy celów, które powinno ono realizować:

Cele ekonomiczne:

- zdobycie konkurencyjnej przewagi na rynku;
- osiągnięcie dochodów nie mniejszych niż uzyskują gospodarstwa konwencjonalne;
- oszczędne stosowanie chemicznych środków ochrony roślin i nawozów mineralnych;
- dobra jakość ziemiopłodów.

Cele ekologiczne:

- ochrona środowiska przyrodniczego;
- zwiększenie bioróżnorodności obszarów wiejskich;
- ograniczenie zagrożeń dla zdrowia konsumentów i producentów.

Tabela 1

Wybrane wskaźniki produkcyjno-ekonomiczne konwencjonalnego i integrowanego systemu gospodarowania w Lautenbach 1984-1988 (Diercs i Heitefuss, 1990)
Some productive and economic indices for conventional and integrated systems in Lautenbach in 1984-1988 (Diercs and Heitefuss, 1990)

Roślina Crop	Plon t z ha Yield t/ha		Zużycie pestycydów kg s.a/ha Pesticide consumption in kg of active substance/ha		Wskaźniki ekonomiczne (%) * Economic indices (%)		
	konwencjo- nalny conventional	integrowany integrated	konwencjo- nalny conventional	integrowany integrated	koszty zmiennne costs	dochód bezpośredni direct income	nakłady siły roboczej labour inputs
Pszenica oz. Winter wheat	6,50	6,00	5,50	3,50	80	102	83
Pszenica j. Spring wheat	6,78	6,01	5,15	3,45	79	105	82
Owies Oats	5,35	5,39	4,15	2,50	110	97	97
Burak c. Sugar beet	63,40	64,50	1,65	1,65	92	104	114
Bobik Horse bean	4,30	4,40	2,80	1,20	88	106	108

*/-system konwencjonalny conventional system = 100%

Przyjmuje się, że przy przejściu od intensywnego gospodarowania konwencjonalnego do systemu integrowanego możliwe jest ograniczenie zużycia przemysłowych środków produkcji (chemicznych środków ochrony roślin i nawozów mineralnych) nawet o 30%–50% i nie powinno to powodować większego niż o 3–7% spadku plonów. Podstawowym czynnikiem warunkującym efektywniejsze wykorzystanie środków produkcji jest wiedza umożliwiająca precyzyjne ustalanie wielkości ich dawek i terminów aplikacji (Diercs i Heitefuss, 1990; Wijnands, 1994; Kuś, 1999).

Prace badawczo-wdrożeniowe przeprowadzone w Niemczech (Diercs i Heitefuss, 1990) potwierdziły możliwość redukcji zużycia chemicznych środków ochrony roślin, co w przypadku niektórych gatunków roślin powodowało pewien spadek plonu, jednak nie obniżało dochodów bezpośrednich (tab. 1). W Holandii (Wijnands, 1994) w 4-letnim okresie wdrożeń integrowanego systemu w 38 gospodarstwach ograniczono zużycie chemicznych środków ochrony roślin 3-krotnie, znacznie zmniejszono dawki nawozów, głównie azotowych i fosforowych (tab. 2). Ograniczenie dawek nawozów mineralnych nastąpiło dzięki lepszemu wykorzystaniu nawozów naturalnych (gnojowica lub obornik). Wyniki finansowe tych gospodarstw były nawet nieco lepsze niż kontrolnych gospodarstw prowadzonych w konwencjonalny sposób.

Tabela 2

Zużycie pestycydów i nawozów mineralnych w wdrożeniowych gospodarstwach integrowanych w Holandii - średnio dla 38 gospodarstw (Wijnands, 1994)
Pesticide and mineral fertilization consumption in pilot integrated farms in the Netherlands – average for 38 farms (Wijnands, 1994)

Wyszczególnienie Specification		Stan wyjściowy (średnio 1987–1989) Start point (average 1987–1989)	Lata — Years		
			1990 i 1991 1990 and 1991	1992	1993
Pestycydy	herbicydy	3,1	1,8	1,3	1,2
Pesticides	herbicides				
kg s.a./ha	fungicydy	4,7	3,9	2,3	1,7
kg of active substance/ha	fungicides				
	Nematodycy	14,4	7,8	3,4	3,7
	Nematocides				
Nawozy	N-ogółem	235	190	180	190
Fertilisers	N-total				
mineralne+	% w naw. min.	60	50	50	50
mineral	% in min. fert.				
Organiczne	P ₂ O ₅ - ogółem	130	85	75	70
organic	total				
	% w naw.min.	45	20	20	20
	% in min. fert.				
kg/ha	K ₂ O-ogółem	175	150	150	150
	total				
	% w naw.min.	50	40	35	35
	% in min. fert.				
Zysk w 1000 guldenów na 1 ha w porównaniu do gospodarstw kontrolnych					
Net profit in 1000 guildens per 1 ha in comparison to control farms		+ 0,7	+0,5	+0,3	+0,2

Wstępne podsumowanie wyników prowadzonych wdrożeń systemu integrowanego w kilku krajach (Jordan, 1992) wskazuje, że udało się zdecydowanie ograniczyć zużycie chemicznych środków ochrony roślin oraz w nieco mniejszym stopniu nawozów azotowych (tab. 3). W sumie pewien spadek przychodów będący następstwem nieco mniejszych plonów był skompensowany niższymi nakładami na te środki produkcji. W tej sytuacji nie pogorszyła się efektywność ekonomiczna gospodarstw, a równocześnie zmniejszyła się uciążliwość rolnictwa dla środowiska przyrodniczego. Wyrazem tego było

mniejsze zagrożenie wymywaniem azotanów do wód gruntowych, wzrost biologicznej aktywności gleby, większa różnorodność flory i fauny, a w konsekwencji mniejsze porażenie roślin przez choroby i szkodniki (korzyści ekologiczne).

Tabela 3

Wstępna ocena wyników badań nad integrowanym systemem produkcji w różnych krajach* (Jordan, 1992)
Preliminary evaluation of results of the research on conventional and integrated farming systems* (Jordan, 1992)

Kraj Country	Plon Yield	Efektywność produkcji Efficiency of production	Ograniczenie zużycia Reduction in consumption of		Korzyści ekologiczne Ecological advantages
			pestycydów — pesticides	azotu — nitrogen	
Austria (AT)	+	=	+++	=	+++
Szwajcaria (CH)	=	+	++	+	++
Niemcy (DE)	=	+	++	+	+++
Holandia (NL)	-	+	+++	+	=
Francja (FR)	-	++	++	+	=
Anglia (UK)	-	+	++	+	++

*różnica w stosunku do rolnictwa konwencjonalnego: - mała ujemna, = brak różnicy, + mała dodatnia, ++ średnia dodatnia, +++ duża dodatnia;

*difference in relation to conventional system: - little negative, = no difference, + little positive, ++ medium positive, +++ very positive.

W Polsce prace badawczo-wdrożeniowe nad tworzeniem integrowanych gospodarstw rolnych w bardzo ograniczonym zakresie podjęły: SGGW, IUNG (Majewski, 2002; Krasowicz, 1999; Kuś, 1999). W naszych warunkach system ten wchodził w miejsce powszechnie panującego ekstensywnego rolnictwa tradycyjnego. W tej sytuacji dla poprawy efektywności gospodarowania konieczna jest pewna intensyfikacja produkcji i związane z tym nieco większe zużycie nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin.

W następnym okresie rozwój integrowanego systemu produkcji rolnej uległ jednak przyhamowaniu w gospodarstwach o typowo rolniczym profilu produkcji, gdyż trudne jest wypracowanie i wdrożenie jednolitego systemu kryteriów oceny i kontroli gospodarstw. Dodatkowo w okresie tym w krajach zrzeszonych w UE wprowadzono szereg rozwiązań formalno-prawnych wymuszających pewną ekstensyfikację rolnictwa i upowszechnianie dobrych praktyk rolniczych (GAP — Good Agricultural Practice). Niektóre z tych rozwiązań oparto na wynikach wdrożeń rolnictwa integrowanego, ale wybrano elementy podlegające stosunkowo łatwo kontroli i ocenie w gospodarstwie. Dotyczy to przede wszystkim gospodarki nawozowej i oparcia systemów doradczych na bilansie składników nawozowych na powierzchni pola oraz powiązania zabiegów ochrony roślin z progami szkodliwości agrofagów. Dodatkowo optymalizację nawożenia i ochrony roślin ułatwiają komputerowe systemy doradcze.

Wdrażanie integrowanej produkcji okazało się natomiast łatwiejsze w odniesieniu do produkcji owoców i spotkało się to z dużym zainteresowaniem producentów oraz odbiorców, a pracami wdrożeniowymi w Polsce kieruje głównie Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa.

Powyższe informacje wskazują, że wdrażanie integrowanego (zrównoważonego) systemu produkcji obejmującego całe gospodarstwa jest zagadnieniem złożonym i może dotyczyć wąskiej grupy gospodarstw realizujących wybrane zadania PROW. Natomiast łatwiejsze jest wdrażanie tego systemu w przypadku metod produkcji poszczególnych ziemiołódów. Celem staje się w tym przypadku uzyskanie surowców roślinnych o wysokiej jakości, bezpiecznych dla zdrowia ludzi oraz stosowanie metod produkcji niedegradujących środowiska przyrodniczego. Rolnikom system ten powinien stwarzać możliwości łatwiejszego zbytu produktów na wymagającym rynku żywnościowym.

Nowe ramy prawne dalszego rozwoju integrowanej produkcji wybranych ziemiołódów stworzyła znowelizowana w 2003 roku. Ustawa o ochronie roślin (Dz.U. z 2004 r., nr 11, poz. 94) oraz Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 26 lipca 2004 r. w sprawie Integrowanej produkcji. Art. 5 wspomnianej ustawy mówi: "Producent prowadzący produkcję roślin, z zastosowaniem integrowanej ochrony roślin oraz wykorzystujący postęp techniczny i biologiczny w uprawie, ochronie roślin i nawożeniu, zwracający szczególną uwagę na ochronę środowiska i zdrowie ludzi, zwaną dalej „integrowaną produkcją” może ubiegać się o poświadczenie jej stosowania przez wojewódzkiego inspektora Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa”.

Warunkiem uzyskania Certyfikatu Integrowanej Produkcji (IP) oraz prawa znakowania produktów logo IP jest:

- ukończenie szkolenia w zakresie IP;
- przestrzeganie metodyk IP poszczególnych ziemiołódów (wydane przez PIORiN);
- prowadzenie notatnika IP;
- pomyślny wynik kontroli dokumentacji i gospodarstwa prowadzonej przez PIORiN oraz odpowiednia jakość ziemiołódów (kontroli podlega około 20% upraw).

W 2005 roku do certyfikacji Integrowanej Produkcji zgłoszono 7585 plantacji obejmujących 22 gatunki roślin. Dominowały owoce i warzywa, ale około 140 wniosków dotyczyło również ziemniaka. W następnych latach PIORiN planuje objęcie systemem certyfikacji IP zboża konsumpcyjne, rzepak i burak cukrowy (Balkiewicz i Gorzała, 2005).

Wychodząc naprzeciw tym oczekiwaniom w 1997 roku powstał system standaryzacji produkcji surowców żywnościowych, a głównie owoców i warzyw EurepGAP (Doruchowski i Hołownicki, 2005). W tworzeniu i opracowaniu jego standardów uczestniczyli: przedstawiciele dużych organizacji handlowych i gastronomicznych, producenci środków ochrony roślin i stowarzyszeń konsumenckich. Celem twórców systemu EurepGAP (EUREP — Euro-Retail Produce Working Group) jest opracowanie i wdrożenie ogólnie akceptowanych standardów i procedur Dobrej Praktyki Rolniczej (GAP — Good Agricultural Practice) w rolnictwie i ogrodnictwie. Certyfikat EurepGAP ułatwia zbyty produktów i jego posiadaniem są zainteresowani przede wszystkim producenci owoców i warzyw.

PODSUMOWANIE

Przemiany zachodzące we współczesnym rolnictwie, głównie europejskim, będą sprzyjać rozwojowi dwóch systemów rolniczych — ekologicznego i integrowanego.

Wydaje się, iż w Polsce w najbliższych latach integrowany system rolniczy będzie rozwijał się przede wszystkim w sektorze produkcji owoców i warzyw. Jego intensywniejszy rozwój w gospodarstwach z dominującym udziałem upraw polowych będzie zależał w dużym stopniu od wprowadzenia dotacji do tego typu gospodarowania w ramach Wspólnej Polityki Rolnej UE w okresie 2007–2013. W przypadku wprowadzenia tego typu wsparcia można przewidywać, iż w okresie kilku najbliższych lat udział użytków rolnych prowadzonych metodą integrowaną może przekroczyć 5%.

Rolnictwo ekologiczne natomiast prawdopodobnie pozostanie systemem zorientowanym na stosunkowo wąską niszę rynkową i określony krąg konsumentów. W Polsce występują jednak duże potencjalne możliwości jego rozwoju. Można zakładać, że w okresie kilku najbliższych lat powierzchnia użytków rolnych wykorzystywanych przez gospodarstwa ekologiczne może przekroczyć 5–6%, czyli osiągnąć poziom zbliżony do występującego obecnie w krajach UE. Ekologiczny system gospodarowania powinien być szczególnie preferowany w zagospodarowaniu obszarów cennych przyrodniczo.

Należy oczekiwać, że na wspólnym rynku zjednoczonej UE wiele naszych gospodarstw nie będzie w stanie konkurować w produkcji podstawowych roślin uprawy polowej (zboża, rzepak, burak cukrowy, itp.), z uwagi na gorsze warunki przyrodnicze oraz mniejszy areal UR. Gospodarstwa te mogą natomiast być konkurencyjne w bardziej pracochłonnej produkcji ekologicznej. Konkurencyjność tego systemu może dodatkowo podnosić wysokie wsparcie finansowe w postaci dopłat do powierzchni UR istniejące w ramach Krajowego Programu Rolno-środowiskowego, który jest istotnym elementem Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich. W systemie tym można również uzyskać stosunkowo duże plony, często zdecydowanie większe od przeciętnych uzyskiwanych w Polsce, które będą jednak niższe niż w gospodarstwach prowadzonych intensywnie.

LITERATURA

- Balkiewicz K., Gorzała G. 2005. Rola Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa w systemie integrowanej produkcji w Polsce. Stosowanie agrochemikaliów, Wyd. IUNG Puławy, Mat. Szkol. nr 91: 191 — 202.
- Doruchowski G., Hołownicki R. 2005. Technika opryskiwania według wymagań integrowanej produkcji i standardu EurepGAP. Stosowanie agrochemikaliów, Wyd. IUNG Puławy, Mat. Szkol. nr 91: 99 — 110.
- GIJHAR-S. 2005. Rolnictwo ekologiczne w Polsce w 2004 roku, Warszawa.
- Diercs R., Heitefuss R. 1990. Integrierter Landbau. Praca zbiorowa. BLV-Monachium.
- Jordan V. W. L. 1992. Opportunities and constraints for integrated farming system. Proc. 2nd ESA Congress, Warwick Univ.: 318 — 325.
- Keller E. R., Hanus H., Heyland K. U. 1997. Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion (Handbuch des Pflanzenbaues 1). Ulmer: 636 — 638.
- Krasowicz S. 1999. Systemy rolnicze w północno-wschodniej Polsce. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej. T. 273/274, nr 4/5: 3 — 12.
- Kuś J. 1999. Efektywność różnych systemów produkcji roślinnej (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). Zeszyty Naukowe SGGW Warszawa. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej. nr 37: 159 — 169.
- Majewski E. (red.). 1995. Wytoczne do integrowanej produkcji rolnej. Wyd. Fundacja na rzecz rozwoju polskiego rolnictwa (FDPA), Warszawa.
- Majewski E. 2002. Ekonomiczno-organizacyjne uwarunkowania rozwoju Systemu Integrowanej Produkcji Rolnej (SIPR) w Polsce. Rozprawy Naukowe i Monografie. Wyd. SGGW Warszawa.

- Niewiadomski W. 1993. Rolnictwo jutra. Mat. konf.” Biologiczne środowisko uprawne a zagrożenia chorobowe roślin”. Wyd. ART. Olsztyn: 9 — 23.
- Offermann F., Nieberg H. 2000. Economic Performance of Organic Farms in Europe (Organic farming in Europe: Economics and Policy: 5). Stuttgart-Hohenheim.
- Sołtysiak U. i inni. 1994. Rolnictwo ekologiczne w praktyce. Ekoland, Warszawa.
- Wijnands F.G. 1994. Objectives and strategies of Integrated Arable Farming in the Netherlands. Proceedings, Wissens und Technologie Transfer für Integrierte Landwirtschaft, Soest.
- Willer H., Yussefi M. 2006. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2006. IFOAM and FiBL.
- Żakowska-Biemans S. 2005. Czynniki warunkujące rozwój popytu na żywność w opinii polskich konsumentów, w: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Wyd. PIMR Poznań: 320 — 328.

JAN BOCIANOWSKI¹**ŁUKASZ STĘPIEŃ**^{2*}¹ Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Akademia Rolnicza w Poznaniu² Instytut Genetyki Roślin, Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu

* Stypendysta Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (FNP) na rok 2005

Porównanie pięciu miar zróżnicowania genetycznego polskich odmian pszenicy ocenianych na podstawie danych z analiz markerów mikrosatelitarnych

Comparison of five measures of genetic diversity of Polish wheats estimated on the basis of microsatellite markers

Celem pracy było zbadanie zgodności wyników oceny zróżnicowania genetycznego polskich odmian pszenicy za pomocą pięciu miar: Jaccarda, Kulczyńskiego, Sokala i Michenera, Nei'a, Rogersa. Materiał do badań stanowiły 53 polskie odmiany pszenicy. Zróżnicowanie genetyczne odmian oceniano na podstawie 164 markerów molekularnych typu SSR. Stwierdzono największe wartości miary zróżnicowania genetycznego Jaccarda. Stwierdzono istotne dodatnie skorelowanie miar Jaccarda, Kulczyńskiego, Sokala i Michenera oraz Nei'a. Miara Rogersa oceny zróżnicowania genetycznego pozwala uzyskać wyniki odmienne od pozostałych porównywanych miar.

Słowa kluczowe: markery mikrosatelitarne, pszenica, zróżnicowanie genetyczne

The aim of this study was to represent genetic distance among Polish wheat cultivars. The paper presents five methods of estimation of genetic distance based on coefficients proposed by Jaccard, Kulczynski, Sokal and Michener, Nei, Rogers. Material for the study involved 53 Polish wheat cultivars. The genetic distance of cultivars was estimated on the basis of 164 microsatellite alleles. The largest values of genetic diversity were obtained for the Jaccard's distance. Significant positive correlation coefficients were obtained for the Jaccard's, Kulczynski's, Sokal and Michener's and Nei's distances. The results obtained for the Rogers' distance were different from other compared distances.

Key words: genetic distance, microsatellite markers, wheat

WSTĘP

Poprawa cech użytkowych roślin uprawnych, głównie plonu oraz odporności na patogeny, stanowi cel wielu prac hodowlano-genetycznych. Może być ona zrealizowana m.in. poprzez zastosowanie odpowiednich krzyżowań form rodzicielskich. Należy

jednakże dysponować odpowiednim materiałem do tychże krzyżowań. Jednym z ważnych kryteriów doboru rodziców do krzyżowania jest ich zróżnicowanie genetyczne i fenotypowe. Najbardziej obiecujące potomstwo pochodzi często z krzyżowań rodziców zróżnicowanych zarówno genetycznie, jak i fenotypowo (Burkhamer i in., 1998; Heckenberger i in., 2005; Mądry i in., 2005). Najczęściej wybór materiału do krzyżowań odbywa się na poziomie fenotypowym. Zdarza się jednak, że badane odmiany nie są istotnie zróżnicowane pod względem obserwowanych cech fenotypowych. Niekoniecznie czyni to odmiany materiałem bezużytecznym do dalszych krzyżowań, gdyż pomimo braku zróżnicowania fenotypowego, mogą charakteryzować się znacznym zróżnicowaniem genetycznym (Dillmann i in., 1997). Wykrycie zróżnicowania genetycznego jest możliwe poprzez zastosowanie markerów, m.in. molekularnych. W ostatnich latach opublikowano wiele prac z zakresu wykorzystania markerów molekularnych do oceny zróżnicowania genetycznego roślin uprawnych (Burkhamer i in., 1998; Kim i Ward, 2000; Huang i in., 2002). Spośród dostępnych systemów markerowych, największą popularność zdobyły markery typu RAPD (ang. Randomly Amplified Polymorphic DNAs) (Kuczyńska i in., 2001; Myśków i in., 2001), a także SSR (Simple Sequence Repeats), czyli markery mikrosatelitarne (Plaschke i in., 1995; Pestsova i in., 2000; Huang i in., 2002; Roeder i in., 2002). Zwłaszcza te ostatnie, z uwagi na dużą zdolność do wykrywania polimorfizmu, precyzję oznaczeń, czułość i prostotę detekcji, stanowią przydatne narzędzie do badania zróżnicowania genetycznego materiałów hodowlanych, a także powiązań filogenetycznych pomiędzy nimi.

Celem pracy było porównanie pięciu miar statystycznych do oceny zróżnicowania genetycznego 53 odmian pszenicy na podstawie obserwacji 164 alleli, otrzymanych przy użyciu 23 markerów molekularnych typu SSR.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły 53 odmiany i linie pszenicy, jare i ozime, znajdujące się w Krajowym Rejestrze Odmian Roślin Uprawnych: SMH2168, Olimpia, Soraja, Sukces, Opatka, Nutka, Koksa, Jasna, Ismena, Nawra, Eta, Tonacja, Izolda, Rywalka, Kamila, Kris, Finezja, Clever, Bogatka, Smuga, Nadobna, Kobiera, Trend, Mewa, Piko, Rubens, Zyta, Rapsodia, Turnia, Sakwa, Helia, Hezja, Zorza, Slade, Wanda, Liryka, Mobela, Almari, Jubilatka, Torka, Wilga, Olma, Kaja, Ulka, Jawa, Elena, Gama, Banti, Polna, Mikula, Rysa, Symfonia i Tortija. Odmianą referencyjną była Chinese Spring, która we wcześniejszych pracach została dobrze scharakteryzowana przy pomocy tych samych markerów SSR, co użyte w niniejszej pracy (Huang i in., 2002).

Z siedmiodniowych listków izolowano genomowe DNA przy użyciu metody z CTAB (Stępień i in., 2003). Na każdą próbę składało się pięć roślin. Ekstrakty były doprowadzane do stężenia 100 ng/μl i przechowywane w -20°C. Do analiz użyto 23 markery mikrosatelitarne, opracowane i zmapowane przez zespół Dr. M. Roeder, IPK, Gatersleben, Niemcy. Były to: gwm3, gwm18, gwm46, gwm95, gwm155, gwm160, gwm186, gwm190, gwm192, gwm261, gwm325, gwm337, gwm357, gwm389, gwm437, gwm458, gwm459, gwm513, gwm577, gwm619, gwm631, gwm680, Taglgap. Jeden z pary starterów był

znakowany fluorescencyjnie. Amplifikację przeprowadzano w termocyklerze MJ Research PTC-200. Detekcję alleli mikrosatelitarnych przeprowadzano przy użyciu sekwenatora płytowego ABI PRISM 377 (Applied Biosystems). Do oznaczania długości fragmentów użyto oprogramowania GENESCAN 3.0, a allele mikrosatelitarne rejestrowano przy pomocy programu GENOTYPER 2.0 (Applied Biosystems).

W celu oszacowania zróżnicowania genetycznego badanych odmian pszenicy zastosowano pięć następujących miar zróżnicowania genetycznego.

Miara Jaccarda (Jaccard, 1908):

$$D_{J,AB} = \frac{N_A + N_B - 2N_{AB}}{N_A + N_B - N_{AB}},$$

gdzie $D_{J,AB}$ oznacza zróżnicowanie genetyczne według Jaccarda między obiektami A i B, N_A — liczbę alleli obiektu A, N_B — liczbę alleli obiektu B, N_{AB} — liczbę alleli wspólnych u obiektów A i B.

Miara Kulczyńskiego (Kulczyński, 1927):

$$D_{K,AB} = 1 - \frac{N_{AB}(N_A + N_B)}{2N_A N_B},$$

gdzie $D_{K,AB}$ oznacza miarę zróżnicowania genetycznego według Kulczyńskiego między obiektem A i B.

Miara Sokala i Michenera (Sokal i Michener, 1958):

$$D_{SM,AB} = \frac{N - N_{AB} - N_{00}}{N},$$

gdzie $D_{SM,AB}$ oznacza miarę zróżnicowania genetycznego według Sokala i Michenera między obiektami A i B, N_{00} — liczbę przypadków niewystępowania tych samych alleli równocześnie u obiektów A i B.

Miara Nei'a (Nei, 1972):

$$D_{N,AB} = 1 - \frac{2N_{AB}}{N_A + N_B},$$

gdzie $D_{N,AB}$ oznacza zróżnicowanie genetyczne według Nei'a pomiędzy obiektami A i B.

Miara Rogersa (Rogers, 1972):

$$D_{R,AB} = \frac{|N_{A0} - N_{0B}|}{N},$$

gdzie $D_{R,AB}$ oznacza miarę zróżnicowania genetycznego według Rogersa między obiektami A i B, N_{A0} — liczbę alleli obiektu A i równocześnie nieobecnych u obiektu B, N_{0B} — liczbę alleli obiektu B i równocześnie nieobecnych u obiektu A.

Obliczono wszystkie miary zróżnicowania genetycznego pomiędzy wszystkimi parami badanych odmian i linii pszenicy. Dla każdej z miar zróżnicowania genetycznego obliczono wartość minimalną, wartość średnią, wartość maksymalną oraz współczynnik zmienności. Określono współczynniki korelacji pomiędzy miarami zróżnicowania

genetycznego. Istotność współczynników korelacji testowano na poziomie istotności $\alpha = 0,001$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W wyniku przeprowadzonych badań z zastosowaniem 23 par starterów, amplifikujących fragmenty mikrosatelitarne z pojedynczych loci, wykryto 164 allele. Wszystkie 23 markery pozwoliły na identyfikację polimorfizmu pomiędzy badanymi odmianami pszenicy. Liczba prezentowanych w poszczególnych loci alleli była różna i zależała od markera, wahając się od 3 do 13. Średnia liczba alleli na marker wyniosła 7,23.

W tabeli 1 przedstawiono charakterystyki statystyczne badanych miar zróżnicowania genetycznego. Stwierdzono największe wartości miary zróżnicowania genetycznego Jaccarda, przy równoczesnej najmniejszej jej zmienności (11,88%). Miary: Kulczyńskiego oraz Nei'a okazały się niemal identyczne pod względem wartości charakterystyk pozycyjnych oraz współczynników zmienności. Szczególną uwagę należy zwrócić na fakt, iż na podstawie trzech powyższych miar najmniejsze zróżnicowanie genetyczne uzyskano dla odmian Zyta i Sukces, natomiast najbardziej zróżnicowane były Helia z Kobierą. Podobieństwo odmian Zyta i Sukces tłumaczyć może fakt, iż wywodzą się one z tej samej kombinacji krzyżówkowej (Jubilatka $\times$ SMH2182). Wartości miar Sokala i Michenera miały nieco większą zmienność niż miary Jaccarda, Kulczyńskiego oraz Nei'a. Na podstawie tych miar najmniej zróżnicowanymi odmianami były Zyta i Sukces. Jednakże największe zróżnicowanie stwierdzono dla Izoldy z SMH2182 oraz Piko z SMH2182. Znaczne zróżnicowanie Piko i SMH2182 nie powinno dziwić w kontekście ich pochodzenia; Piko to odmiana niemiecka, a SMH2182 — polski ród hodowlany. Odmiany te pochodzą z różnych dwóch puli genowych. Zdecydowanie różne od pozostałych wyniki uzyskano przy zastosowaniu miary Rogersa. Objawia się to poprzez zdecydowanie najmniejszą wartość średnią oraz największą wartość współczynnika zmienności (125,8%) miar zróżnicowania genetycznego. Najmniej zróżnicowane genetycznie przy zastosowaniu miary Rogersa okazało się 760 par odmian (zróżnicowanie równe 0). Najbardziej zróżnicowane genetycznie okazały się odmiany Ulka z Tonacją oraz Rysa z Tonacją.

Tabela 1

Charakterystyka statystyczna rozpatrywanych miar zróżnicowania genetycznego odmian pszenicy Statistical characteristic of genetic distances of wheat cultivars

Miara zróżnicowania genetycznego Genetic distance	Wartość minimalna Min. value	Wartość średnia Mean value	Wartość maksymalna Max. value	Współczynnik zmienności Coefficient of variability
Jaccarda	0,148	0,778	0,959	11,88
Kulczyńskiego	0,08	0,646	0,922	18,15
Sokala i Michenera	0,024	0,204	0,384	21,83
Nei'a	0,08	0,646	0,922	18,14
Rogersa	0	0,004	0,024	125,80

W tabeli 2 przedstawiono wartości współczynników korelacji pomiędzy miarami zróżnicowania genetycznego uzyskanymi prezentowanymi metodami. Miary Jaccarda,

Kulczyńskiego, Sokala i Michenera oraz Nei'a były skorelowane istotnie i silnie dodatnio (na poziomie $\alpha = 0,001$). Miara Rogersa okazała się miarą niezwiązaną z żadną z pozostałych.

Tabela 2

Wartości współczynników korelacji pomiędzy miarami zróżnicowania genetycznego odmian pszenicy
Correlation coefficients between genetic distances of wheat cultivars

Miara zróżnicowania genetycznego Genetic distance	Jaccarda	Kulczyńskiego	Sokala i Michenera	Nei'a
Kulczyńskiego	0,991*			
Sokala i Michenera	0,835*	0,836*		
Nei'a	0,991*	1,000*	0,842*	
Rogersa	-0,017	-0,025	0,153	-0,021

* Oznacza istotny współczynnik korelacji na poziomie istotności $\alpha = 0,001$

* Denotes significant correlation coefficients at the level $\alpha = 0,001$

Miary zaproponowane przez Jaccarda, Kulczyńskiego oraz Nei'a oparte są na obserwacjach tak zwanych podwójnych obecności alleli, stąd wyniki uzyskane przy ich zastosowaniu są podobne. Hierarchiczne grupowanie odmian metodą średnich połączeń na podstawie tych miar jest niemal identyczne (wyniki nie publikowane). Przy ocenie zróżnicowania genetycznego z zastosowaniem miary Sokala i Michenera wykorzystujemy dodatkowo liczebności niewystępowania tych samych alleli równocześnie u obu porównywanych obiektów, co objawia się zdecydowanie różną oceną zróżnicowania odmian niż przy użyciu miar D_J , D_K i D_N . Odmienne zróżnicowanie odmian otrzymano także przy zastosowaniu miary Rogersa.

Bardzo cenna z hodowlanego oraz poznawczego punktu widzenia byłaby ocena zróżnicowania rozpatrywanych odmian i linii pszenicy na podstawie obserwacji markerów innych typów, np. AFLP, CAPS, RFLP, STS. Badania takie pozwoliłyby odpowiedzieć na pytanie, czy typ markerów wpływa na ocenę zróżnicowania genetycznego obiektów (Powell i in., 1996; Patzak, 2001).

WNIOSKI

1. Miary zaproponowane przez Jaccarda, Kulczyńskiego oraz Nei'a pozwalają uzyskać podobne wyniki oceny zróżnicowania genetycznego odmian. Najmniej zróżnicowane na poziomie genetycznym według tychże miar były odmiany Zyta i Sukces.
2. Miara Rogersa do oceny zróżnicowania genetycznego pozwala uzyskać wyniki wyraźnie odmienne od pozostałych porównywanych miar.
3. Zastosowana w pracy metoda wykorzystująca detekcję alleli mikrosatelitarnych okazała się bardzo skuteczna, przy zastosowaniu 23 starterów otrzymano 164 polimorficzne allele.

LITERATURA

Burkhamer R. L., Lanning S. P., Martens R. J., Martin J. M., Talbert L. E. 1998. Predicting progeny variance from parental divergence in hard red spring wheat. Crop Sci. 38: 243 — 248.

- Dillmann C., Bar-Hen A., Guérin D., Charcosset A., Murigneux A. 1997. Comparison of RFLP and morphological distance between maize *Zea mays* L. inbred lines. Consequences for germplasm protection purposes. *Theor. Appl. Genet.* 95: 92 — 102.
- Heckenberger M., Bohn M., Klein D., Melchinger A. E. 2005. Identification of essentially derived varieties obtained from biparental crosses of homozygous lines. II. Morphological distances and heterosis in comparison with simple sequence repeat and amplified fragment length polymorphism data in maize. *Crop Sci.* 45: 1132 — 1140.
- Huang X. Q., Boerner A., Roeder M. S., Ganai M. W. 2002. Assessing genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm using microsatellite markers. *Theor. Appl. Genet.* 105: 699 — 707.
- Jaccard P. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.* 44: 223 — 270.
- Kim H. S., Ward R. W. 2000. Patterns of RFLP-based genetic diversity in germplasm pools of common wheat with different geographical or breeding program origins. *Euphytica* 115: 197 — 208.
- Kuczyńska A., Milczarski P., Surma M., Masojć P., Adamski T. 2001. Genetic diversity among cultivars of spring barley revealed by random amplified polymorphic DNA (RAPD). *J. Appl. Genet.* 42(1): 43 — 48.
- Kulczyński S. 1927. Die Pflanzenassoziationen der Pieninen. *Bull. Intern. Acad. Pol. Sci. Lett. Cl. Sci. Math. Nat., B (Sci. Nat.)* 1927 (Suppl. 2): 57 — 203.
- Mądry W., Śmiałowski T., Ukalski K. 2005. Przewidywanie średnich cechy w populacjach potomstwa na podstawie parametrów biometryczno-genetycznych rodziców: modele i ich zastosowanie dla żyta ozimego. *Biul. IHAR* 235: 251 — 268.
- Myśków B., Masojć P., Banek-Tabor A., Szolkowski A. 2001. Genetic diversity of inbred rye lines evaluated by RAPD analysis. *J. Appl. Genet.* 42 (1): 1 — 14.
- Nei M. 1972. Genetic distance between populations. *Am. Nat.* 106: 283 — 292.
- Patzak J. 2001. Comparison of RAPD, STS, ISSR, and AFLP molecular methods used for assessment of genetic diversity in hop (*Humulus lupulus* L.). *Euphytica* 121: 9 — 18.
- Pestsova E., Korzun V., Goncharov N. P., Hammer K., Ganai M. W., Roeder M. S. 2000. Microsatellite analysis of *Aegilops tauschii* germplasm. *Theor. Appl. Genet.* 101: 100 — 106.
- Plaschke J., Ganai M. W., Roeder M. S. 1995. Detection of genetic diversity in closely related bread wheat using microsatellite markers. *Theor. Appl. Genet.* 91: 1001 — 1007.
- Powell W., Morgante W. M., Andre C., Hanafrey M., Vogel J., Tingey S., Rafalski A. 1996. Comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Mol. Breed.* 2: 225 — 228.
- Roeder M. S., Wendehake K., Korzun V., Bredemeijer G., Laborie D., Bertrand L., Isaac P., Rendell S., Jackson J., Cooke R. J., Vosmann B., Ganai M. W. 2002. Construction and analysis of a microsatellite-based database of European wheat cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 106: 67 — 73.
- Rogers J. S. 1972. Measures of genetic similarity and genetic distance. *Studies in Genetics*, University of Texas Publication 7213: 145 — 153.
- Sokal R. R., Michener C. D. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 38: 1409 — 1438.
- Stępień Ł., Golka L., Chelkowski J. 2003. Leaf rust resistance genes of wheat: identification in cultivars and resistance sources. *J. Appl. Genet.* 44 (2): 139 — 149.

DARIUSZ ZALEWSKI¹**RYSZARD WEBER**²¹ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław² Zakład Technik Uprawy Roli, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Jelcz-Laskowice

Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej i stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej*

Evaluation of genotype-environment interaction and yield stability of winter wheat varieties

W ramach Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego badano plonowanie 8 odmian pszenicy ozimej na Dolnym Śląsku przy różnych poziomach agrotechniki. 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. Doświadczenia polowe zostały założone w sześciu miejscowościach (Jelenia Góra, Kobierzyce, Wrocław, Tomaszów Bolesławiecki, Naroczyce, Jelcz-Laskowice) w latach 2001–2003. Materiałem badawczym były aktualnie zarejestrowane odmiany pszenicy ozimej: Jawa, Kobra, Korweta, Kris, Mewa, Sakwa, Soraja i Zyta. Obliczenia statystyczne wykonano stosując program Sergen 3 (Caliński i in., 1998) przeznaczonego do analizy serii doświadczeń odmianowych. Przeprowadzono analizę interakcji genotypów (odmian) z miejscowościami w latach, analizę regresji łącznej oraz analizę składowych głównych. Wyniki badań pozwalają zalecić do uprawy na Dolnym Śląsku odmiany Kris i Soraja w standardowych warunkach uprawy, natomiast w wariancie intensywnym najlepiej plonowały odmiany Kris i Jawa, przy czym odmiana Jawa wykazuje małą stabilność. W obydwu wariantach uprawy najniższym plonem wykazała się odmiana Korweta. Zróżnicowana reakcja odmian na zmiany środowiska potwierdza konieczność prowadzenia dalszych wieloletnich badań w różnych środowiskach ze względu na istotność interakcji genotypowo-środowiskowej.

Słowa kluczowe: interakcja genotypowo-środowiskowa, pszenica ozima, regresja łączna, składowe główne, stabilność

Yield stability of 8 winter wheat varieties was investigated in the region of Lower Silesia (Poland) in the years 2001–2003. The yields of six environments (Jelenia Góra, Kobierzyce, Wrocław, Tomaszów Bolesławiecki, Naroczyce, Jelcz-Laskowice), diverse in regard to soil conditions, were compared in the standard and intensive variants of cultivation. The intensive variant, in comparison with the standard one, differed by 40 kg/ha higher level of nitrogen fertilization, a complete chemical

* Pracę wykonano w ramach Krajowego Programu Doświadczalnictwa Odmianowego koordynowanego przez COBORU

protection against fungal diseases, application of anti-lodging agents, and foliar feeding of plants with a multi-component preparation. The recently registered cultivars: Jawa, Kobra, Korweta, Kris, Mewa, Sakwa, Soraja and Zyta were the objects of the study. Statistical analysis was carried out according to the computer program Sergen 3 (Caliński, 1998). Analyses of interaction $G \times E$, joint regression and principal components were applied. The cultivars Kris and Soraja were the best yielder in the standard system, whereas cultivars Kris and Jawa gave high yields in an intensive system. The cultivar Korweta gave low yield in both systems. The considerable differences in yields in some localities suggest the need of testing new varieties in many environments, because of the significant genotype $\times$ environment interaction.

Key words: genotype $\times$ environment interaction, joint stability, regression, principal components
winter wheat

WSTĘP

Wzrastające koszty uprawy pszenicy spowodowały, że w Polsce jak również w Europie Zachodniej poszukuje się odmian odznaczających się stabilnym i wysokim plonowaniem w warunkach ograniczonych nakładów (Vraga i in., 2000, 2001; Dao i Nguyen, 1989). W 2004 roku wpisano do rejestru dziewięć nowych odmian pszenicy ozimej, co spowodowało, że w krajowym rejestrze znalazły się 52 odmiany. W tej liczbie 16 odmian zaliczono do grupy technologicznej jakościowej (A), 19 — chlebowej (B), 1 — na ciastka (K) o 16 do pszenicy pozostałej (C). Stale zwiększa się liczba odmian zagranicznych i obecnie jest ich w Rejestrze 13 (Lista opisowa odmian, 2004). Tak szeroki zestaw różnorodnych odmian daje producentowi możliwość wyboru najbardziej przydatnej. Wyniki wieloletnich doświadczeń odmianowych realizowanych przez COBORU i inne jednostki wykazały, że odmiany pszenicy istotnie reagują na czynniki agrotechniczne i środowiskowe (Kaczyński i in., 1999; Domitruk i in., 2001; Drzazga i Krajewski, 2001; Podolska, 1999; McGuire i in., 1998; Olness, 1998; Foulknes, 1998). Bardzo istotnym zagadnieniem dla rekomendacji odmian jest ich indywidualna reakcja na zmienne warunki środowiska. Zależnie od rodzaju reakcji odmian na zmiany różnych czynników mówimy o mniejszej lub większej stabilności odmian. W produkcji rolniczej stabilność w sensie biologicznym, czyli utrzymywanie się stałej wartości cechy niezależnie od warunków środowiska, nie jest pożądana, ponieważ poprawa warunków agrotechnicznych nie wpływałaby na poprawę plonów (Galek i in., 2000).

U odmian rozpatruje się również stabilność w sensie rolniczym. O takiej stabilności możemy mówić, gdy średnia wartość obserwowanej cechy odmiany (np. plonu) zmienia się proporcjonalnie (ze wskaźnikiem proporcjonalności równym 1) do przeciętnej reakcji określanej na podstawie średniej środowiskowej tej cechy (Becker i Leon, 1988). Odmiany stabilne w sensie rolniczym nie podlegają efektom interakcji genotypowo-środowiskowej na badaną cechę. Analiza stabilności jest takim podejściem do oceny efektów interakcyjnych, które pozwalają identyfikować odmiany stabilne w sensie rolniczym i charakteryzować reakcję odmian niestabilnych.

Celem przeprowadzonych badań była analiza interakcji genotypowo-środowiskowej na plon ziarna odmian pszenicy ozimej, badanych w Porejestrowych Doświadczeniach Odmianowych na Dolnym Śląsku.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach rozpatrywano plony 8 odmian pszenicy ozimej uzyskane z doświadczeń Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO) na Dolnym Śląsku. Spośród doświadczeń PDO wytypowano 6 miejscowości odznaczających się zróżnicowanymi warunkami glebowymi:

- Jelenia Góra — kompleks zbożowo-górski,
- Kobierzyce — kompleks pszeniczny bardzo dobry,
- Wrocław — kompleks żytni dobry,
- Tomaszów — kompleks pszeniczny wadliwy,
- Naroczyce — kompleks żytni bardzo dobry,
- Jelcz-Laskowice — kompleks żytni dobry.

Analizowano wyniki uzyskane w 3-letnim okresie uprawy odmian pszenicy w latach 2001–2003. Zróżnicowanie temperatury i opady w okresie wegetacji w badanym trójleciu przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Sumy opadów (mm) i średnia dobową temperatura powietrza (°C) w okresie wegetacji Amounts of precipitation (mm) and mean daily air temperatures (°C) during the vegetation							
Wyszczególnienie Specification	Miesiące — Month						Okres Period
	III	IV	V	VI	VII	VIII	III–VIII
Opady — średnie z wielolecia (1960–2000) Many-years' mean precipitation (mm)	30,3	36,1	63,7	70,8	77,4	69,9	58,03
2001	60,3	40,9	58,8	71,0	140,8	46,7	61,42
2002	15,9	44,5	78,8	53,7	38,2	85,5	52,77
2003	16,2	19,6	57,7	27,6	77,7	59,4	43,03
Temperatura — średnie z wielolecia (°C) Many-years' mean temperature	3,1	8,0	13,3	16,6	17,8	17,3	12,68
2001	3,2	7,7	14,8	15,1	19,2	19,4	13,23
2002	5,0	8,3	17,2	18,1	20,5	20,4	14,92
2003	3,0	7,5	15,7	19,7	19,7	19,8	14,23

Łagodne zimy w latach 2000–2002 wpłynęły na dobre przezimowanie badanych odmian. Natomiast niskie temperatury i brak okrywy śnieżnej w zimie roku 2003 spowodowały zwiększone wymarznienie roślin. Zmniejszone opady w maju roku 2001 ograniczyły plonowanie odmian pszenicy szczególnie na glebach lżejszych. Natomiast znaczne opady deszczu w lipcu tego roku spowodowały zwiększone wyleganie pszenicy na glebach kompleksu pszenicznego dobrego i żytniego bardzo dobrego. Plony pszenicy w 2002 roku uległy również znacznemu obniżeniu z powodu suszy w okresie końca czerwca i lipca. W 2003 roku znacznie niższa suma opadów w okresie wegetacji w porównaniu do średniej wielolecia spowodowała niższe plony odmian pszenicy w porównaniu do lat 2001–2002. Powierzchnia poletka w każdym doświadczeniu wynosiła 15 m². Doświadczenia te założono w dwu powtórzeniach metodą pasów prostopadłych, z dwoma czynnikami, tj. odmianami oraz standardowym i intensywnym wariantem uprawy. Wariant 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 jednakowym zakresie na wszystkich poletkach rozpatrywanych doświadczeń. Analizy danych wykonano oddzielnie dla wariantu intensywnego i podstawowego w każdej miejscowości i roku doświadczenia. Zastosowano analizę wariancji jednoczynnikowej w układzie losowanych bloków. W celu oceny plonowania badanych odmian pszenicy w zróżnicowanych środowiskach wykonano analizę statystyczną dla serii doświadczeń odmianowych zaproponowaną przez Calińskiego, Czajkę i Kaczmarka (1987). W pracy oceniano stabilność plonowania odmian w sensie rolniczym oddzielnie w wariancie standardowym i intensywnym testując interakcję efektów głównych z środowiskami oraz przeprowadzając analizę regresji łącznej. Interakcję genotypowo-środowiskową poddano dodatkowo ocenie z pomocą analizy składowych głównych. Wyniki zilustrowano graficznie przedstawiając rolę środowisk i genotypów w interakcji GE uwzględniając dwa pierwsze kontrasty mające największy udział w statystyce F. Obliczenia wykonano przy pomocy programu Sergen 3 (Caliński i in., 1998) dla analizy serii doświadczeń odmianowych.

WYNIKI BADAŃ

Średnie wartości plonów odmian w miejscowościach z 3-letnich badań w standardowym i intensywnym wariancie uprawy zestawiono w tabeli 2. Wykonano łączną analizę wariancji (tab. 3) w celu weryfikacji hipotez ogólnych o zerowych efektach głównych genotypów, środowisk (miejscowości i lat badań) oraz interakcji $G \times E$.

Tabela 2

Średnie z trzech lat plonów (dt/ha) odmian w poszczególnych miejscowościach
Average wheat yield in particular environments (dt/ha)

Genotypy Genotypes	Wariant standardowy Standard variant						Średnia Mean
	Jelenia Góra	Kobierzyce	Wrocław	Tomaszów	Naroczyce	Jelcz- Laskowice	
1	2	3	4	5	6	7	8
Jawa	66,04	75,23	57,11	48,95	67,30	87,86	67,08
Kobra	64,30	80,55	55,41	47,56	79,77	57,86	64,24
Korweta	62,29	71,90	52,87	40,19	64,42	57,34	58,17
Kris	74,57	79,37	65,22	49,83	82,89	58,52	68,40
Mewa	63,73	72,62	56,90	45,00	70,71	65,91	62,48
Sakwa	65,44	68,85	56,64	40,13	68,94	61,92	60,32
Soraja	67,87	79,16	55,89	44,16	74,80	65,53	64,57
Zyta	62,21	74,20	53,42	40,85	71,55	65,87	61,35
Srednia; Mean	65,81	75,23	56,68	44,58	72,54	65,10	63,33

NIR odmiany = 5,61; NIR środowiska = 13,46; NIR odmiany $\times$ środowiska = 19,58
 LSD cultivars = 5.61; LSD environments = 13.46; LSD cultivars $\times$ environments = 19.58

c.d. Tabela 2

Wariant intensywny Intensive variant							
1	2	3	4	5	6	7	8
Jawa	83,84	98,62	65,11	52,98	82,95	64,91	74,74
Kobra	77,29	105,38	56,27	57,88	82,45	60,07	73,22
Korweta	73,15	81,22	58,02	41,10	74,36	65,31	65,53
Kris	83,60	95,06	76,19	49,54	85,63	66,08	76,02
Mewa	78,55	87,39	67,81	43,61	87,35	66,89	71,93
Sakwa	80,71	89,46	69,27	43,07	80,03	69,37	71,99
Soraja	76,89	94,01	62,05	46,60	82,68	59,96	70,37
Zyta	79,11	95,42	65,18	42,64	81,43	68,48	72,04
Srednia; Mean	79,14	93,32	64,99	47,18	82,11	65,13	71,98

NIR odmiany = 5,65; NIR środowiska = 16,18; NIR odmiany × środowiska = 27,51
LSD cultivars = 5.65; LSD environments = 16.18; LSD cultivars × environments = 27.51

Tabela 3

Średnie kwadraty w łącznej analizie wariancji
Mean square variation in the overall analysis of variances

Źródło zmienności Source of variation	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Średnie kwadraty Mean squares	
		wariant standardowy standard variant	wariant intensywny intensive variant
Lata Years (L)	2	475,75	402,42
Miejscowości Stations (M)	5	3031,29*	6349,57*
Lata × Miejscowości Years × Stations (M × L) = (E)	10	1977,76**	3018,74**
Regresja względem interakcji Regression / interaction (E)	7	2623,60	3313,34
Odchyl. od regresji Deviation from regression	3	470,80	2331,34
Genotypy Genotypes (G)	7	173,66*	180,35*
Genotypy × lata (L × G)	14	29,12	81,21
Genotypy × lata × miejscowości (G × Y × M)	35	36,24	65,60
Genotypy × środowiska (G × E)	70	26,14*	27,22*
Regresja względem środowisk Regression on explanatory variability	7	28,99	27,00
Odchylenie od regresji Deviation from regression	63	25,83	27,42*
Błąd doświadczeń Experimental error	126	20,79	17,02

* Wartość istotna przy p = 0,05 Significant at p = 0.05

** Wartość istotna przy p = 0,01 Significant at p = 0.01

W rozważanych wariantach standardowym i intensywnym hipotezy o równości efektów miejscowości i genotypów oraz o braku interakcji lat × miejscowości i interakcji

genotypy $\times$ lata $\times$ miejscowości zostały odrzucone na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Zróżnicowaną reakcję odmian na zmiany warunków środowiska można by tłumaczyć ich regresją liniową względem efektów środowiskowych. Jednak hipotezę o braku regresji efektów interakcji względem środowisk przyjęto w obu wariantach uprawy (tab. 3). Istotne odchylenie od regresji w wariancie intensywnym wskazuje, że interakcja genotypów z badanymi środowiskami podlega innym układom niż prosta zależność regresyjna.

Ocenę istotności efektów głównych odmian i ich współdziałania ze środowiskami przedstawiono w tabeli 4. Efekty główne odmian w tej tabeli przedstawiają odchylenia średnich plonów analizowanych odmian od średniej ogólnej, uzyskanej z plonów wszystkich badanych genotypów. Stwierdzono, że w wariancie standardowym odmiany Soraja i Kris odznaczyły się istotnie wyższymi plonami od średniej ogólnej. Odmiana Kris niestety nie była stabilną w sensie rolniczym w plonowaniu, o czym świadczy istotna wartość statystyki F dla interakcji tej odmiany ze środowiskami. W wariancie intensywnym istotnie lepiej od średniej ogólnej plonowały odmiany Kris i Jawa (obie były stabilne), natomiast odmiana Korweta plonowała istotnie gorzej od średniej ogólnej (w obu wariantach uprawy) (tab. 4).

Tabela 4

Testowanie hipotez dla efektów głównych odmian pszenicy ozimej i ich i ich interakcji z środowiskami
Testing the hypotheses for the main effects on the winter wheat cultivars and interactions with environments

Genotyp Genotype	Wariant standardowy Standard variant			Wariant intensywny Intensive variant		
	ocena efektu głównego estimate of main effect	stat. F dla efektu głównego F-stat. for main effect	stat. F dla interakcji z środowiskami F-stat. for interactions with environments	ocena efektu głównego estimate of main effect	stat. F dla efektu głównego F-stat. for main effect	stat. F dla interakcji z środowiskami F-stat. for interactions with environments
Jawa	-0,60	0,56	0,62	2,74	5,69*	1,59
Kobra	1,54	2,77	0,84	1,39	1,00	2,35*
Korweta	-4,51	20,77*	0,97	-6,47	29,94*	1,69
Kris	5,72	15,24*	2,13*	4,02	16,75*	1,17
Mewa	-0,20	0,02	1,87	-0,07	0,00	1,58
Sakwa	-2,52	4,98*	1,26	-0,02	0,00	1,23
Soraja	1,89	4,98	0,71	-1,64	3,45	0,94
Zyta	-1,33	1,06	1,65	0,04	0,00	2,26*
Wartości krytyczne 0,05 Critical values $\alpha = 0.05$		4,96	1,91		4,96	1,91

* Wartość istotna przy $p = 0,05$; Significant at $p = 0.05$

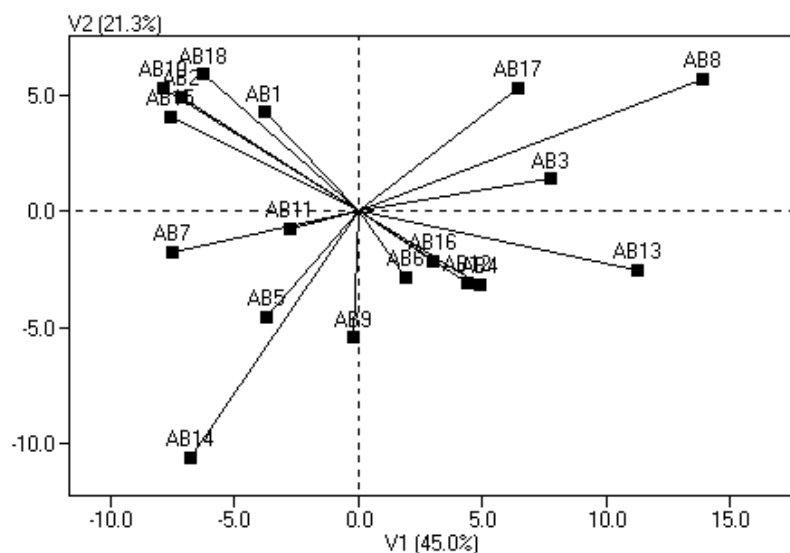
Wyniki analizy regresji łącznej, podane w tabeli 5 wskazują, że liniowa regresja plonu niestabilnych odmian od średnich środowiskowych w małym stopniu wyjaśnia nieproporcjonalną reakcję tych odmian na zmienne warunki środowiskowe. Dotyczy to odmiany Kris w standardowym wariancie uprawy oraz Kobra i Zyta w intensywnym wariancie uprawy. Zatem analiza regresji łącznej nie okazała się skuteczna w opisie niestabilnego trendu (nieproporcjonalnego) reakcji plonu odmian na warunki środowiska.

Tabela 5

Testowanie odmian pszenicy ozimej i ich interakcji ze środowiskami
Testing regression of interaction on environments for the winter wheat cultivars

Genotyp Genotype	Wariant standardowy Standard variant				Wariant intensywny Intensive variant			
	współczynnik coefficient of		stat. F dla stat F		współczynnik coefficient of		stat. F dla stat F	
	regresji regression	determinacji determination %	regresji of regression	odchyleń for deviation	regresji regression	determinacji determination %	regresji of regression	odchyleń for deviation
Jawa	-0,159	54,82	10,92*	0,31	-0,076	9,18	0,91	1,60
Kobra	-0,026	1,12	0,10	0,93	0,070	5,30	0,50	2,47*
Korweta	-0,063	5,61	0,54	1,01	-0,148	33,00	4,43	1,26
Kris	-0,105	7,01	0,68	2,20*	0,057	7,19	0,70	1,20
Mewa	0,172	21,51	2,47	1,63	-0,013	0,27	0,02	1,75
Sakwa	0,061	3,99	0,37	1,35	0,097	19,39	2,16	1,10
Soraja	0,042	3,33	0,31	0,76	-0,041	4,52	0,43	0,99
Zyta	0,078	5,06	0,48	1,74	0,054	3,22	0,30	2,43*
Wartości krytyczne $\alpha = 0,05$			5,12	1,95				
Critical values $\alpha = 0.05$								

* Wartość istotna przy $p = 0,05$; Significant at $p = 0.05$



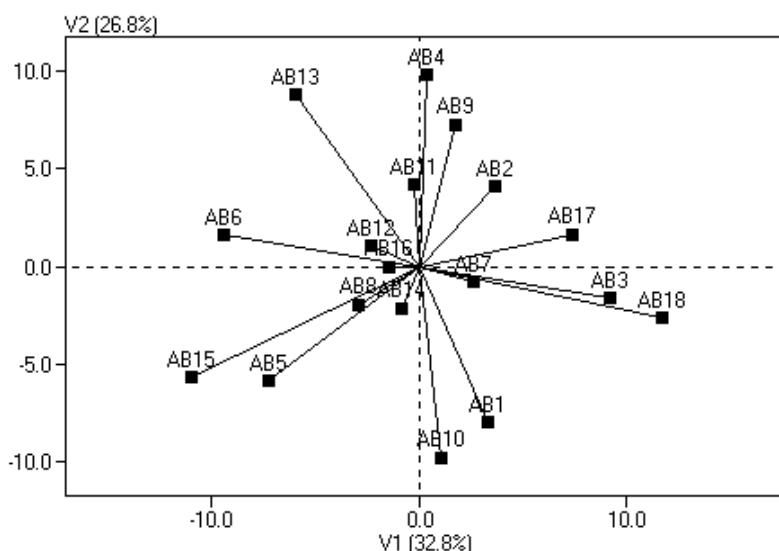
Legenda: Jelenia Góra – AB1-2001 rok; AB7-2002 rok; AB13-2003 rok; Kobierzyce – AB2-2001 rok; AB8-2002 rok; AB14-2003 rok; Wrocław – AB3 2001 rok; AB9-2002 rok; AB15-2003 rok; Tomaszów – AB4-2001 rok; AB10-2002 rok; AB16-2003 rok; Naroczyce – AB5-2001 rok; AB11-2002 rok; AB17-2003 rok, Jelcz-Laskowice - AB6-2001 rok; AB12-2002 rok; AB18-2003 rok. Dotyczy rysunków 1–2.

Legends: Jelenia Góra – AB1-2001 rok; AB7-2002 rok; AB13-2003 rok; Kobierzyce – AB2-2001 rok; AB8-2002 rok; AB14-2003 rok; Wrocław – AB3 2001 rok; AB9-2002 rok; AB15-2003 rok; Tomaszów – AB4-2001 rok; AB10-2002 rok; AB16-2003 rok; Naroczyce – AB5-2001 rok; AB11-2002 rok; AB17-2003 rok, Jelcz-Laskowice – AB6-2001 rok; AB12-2002 rok; AB18-2003 rok. Concerns Figures 1–2.

Rys. 1. Wykres wartości środowiskowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant standardowy

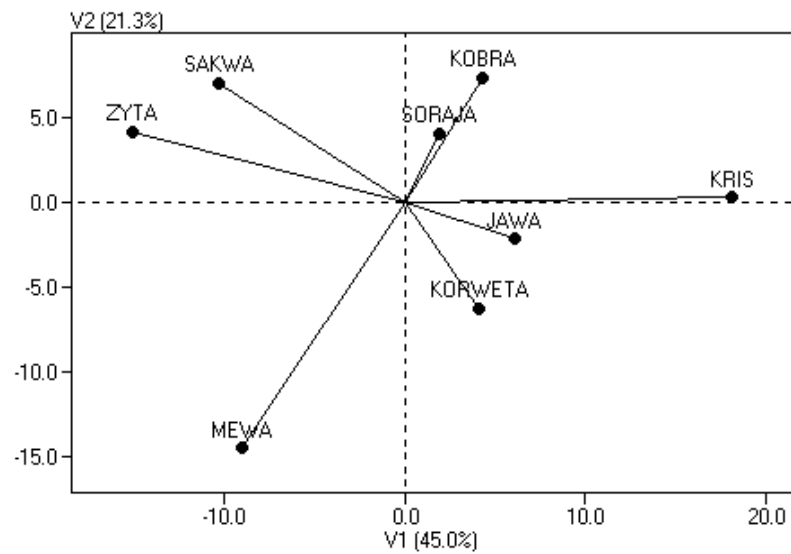
Fig. 1. Representation of environments “Station” in the system of principal components — standard variant of cultivation

Przeprowadzono analizę składowych głównych macierzy efektów interakcyjnych. Dwie pierwsze składowe główne łącznie wyjaśniały w wariancie standardowym i intensywnym odpowiednio 66,3% i 59,6% efektów interakcyjnych, dlatego na wykresach przedstawiono wartości środowiskowych parametrów interakcyjnych dla dwóch pierwszych składowych głównych, zarówno dla środowisk jak i genotypów w wariancie standardowym i intensywnym. W obydwu wariantach można zaobserwować znaczne zróżnicowanie wektorów tych parametrów dla środowisk i miejscowości. W wariancie standardowym największym wkładem w wielkość interakcji ($G \times E$) cechowała się miejscowość Kobierzyce (środowiska AB2, AB8, AB14), na co wskazuje największa odległość tych punktów od środka układu współrzędnych (rys. 1). Znaczne zróżnicowanie plonowania odmian pszenicy ozimej w tej miejscowości w poszczególnych latach wskazuje, że na glebach kompleksu pszennego czynnikiem limitującym plonowanie przy obniżonych nakładach środków produkcji są równomierne opady w okresie wegetacji. Natomiast w wariancie intensywnym w tym środowisku plonowanie odmian jest podobne (rys. 2). W tym systemie uprawy duże różnice w plonowaniu stwierdzono dla miejscowości Tomaszów w latach 2001 i 2002 (AB4, AB10) oraz w 2003 roku dla środowiska AB 13 (Jelenia Góra), AB 15 (Wrocław) i AB 18 (Jelcz-Laskowice). W wymienionych latach w środowiskach tych występowały niedobory opadów w krytycznych fazach rozwoju pszenicy ozimej.



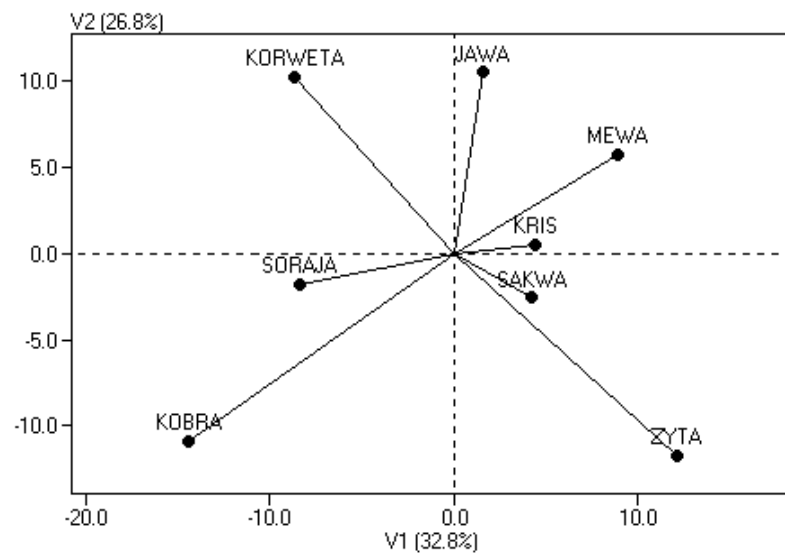
Rys. 2. Wykres wartości środowiskowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant intensywny. Oznaczenia jak na rys. 1.

Fig. 2. Representation of environments "Station" in the system of principal components — intensive variant of cultivation. Designations as in the Fig. 1



Rys. 3. Wykres wartości odmianowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant intensywny

Fig. 3. Representation of genotypes in the system of principal components — intensive variant of cultivation



Rys. 4. Wykres wartości odmianowych parametrów interakcyjnych dwóch pierwszych składowych głównych — wariant intensywny

Fig. 4. Representation of genotypes in the system of principal components — intensive variant of cultivation

Natomiast w pozostałych analizowanych latach badań w wyniku zwiększonych opadów deszczu (w fazach końca krzewienia i początku strzelania w źdźbło, oraz w fazie wypełniania ziarna) wariant intensywny warunkował na glebach słabszych istotne zwiększenie plonów.

Rysunki 3 i 4 przedstawiają wektorowe rozmieszczenie parametrów interakcyjno-genotypowych w układzie dwu pierwszych składowych głównych. Znaczne oddalenie odmian Zyta, Mewa, Kris i Sakwa w wariancie standardowym wskazuje na dużą odmienność reakcji tych odmian w badanych środowiskach (rys. 3). Kobra, Soraja, Jawa i Korweta są relatywnie stabilniejsze w plonowaniu (ich reakcja jest bliższa proporcjonalnej niż pozostałe odmiany. Natomiast wyższą stabilnością plonowania charakteryzują się Jawa i Soraja. W wariancie intensywnym (rys. 4) stwierdzono znaczną zmienność plonów dla odmian Zyta, Kobra i Korweta. Natomiast Kris i Sakwa wykazywały bardziej stabilne rolniczo plony w badanych miejscowościach w tym wariancie uprawy.

WNIOSKI

1. Wyniki trzyletnich badań pozwalają zalecić do uprawy na Dolnym Śląsku odmiany Kris i Soraja w standardowych warunkach uprawy, natomiast w wariancie intensywnym najlepiej plonowały Kris i Jawa. Kris odznaczał się również w wariancie intensywnym wyższą stabilnością plonowania w sensie rolniczym, to znaczy plony tej odmiany reagowały proporcjonalnie do średnich plonów środowiskowych.
2. W obydwu wariantach uprawy najniższym plonem wykazała się odmiana Korweta.
3. Zróżnicowana reakcja odmian na zmienne środowiska w tych badaniach potwierdza konieczność prowadzenia dalszych wielokrotnych i wieloletnich badań przy ocenie odmian pszenicy ozimej.

LITERATURA

- Becker H. C., Leon J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* 101: 1 — 23.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P., Siatkowski I. 1998. Podręcznik użytkownika programu *Sergen 3*. Poznań 1998: 5 — 59.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z. 1987. A model for the analysis of a series of experiments repeated at several places over a period of years. I. Theory. *Biuletyn Oceny Odmian* 1–2 (17–18): 7 — 33.
- Dao T. H., Nguyen H. T. 1989. Growth response of cultivars to conservation tillage in a continuous wheat cropping system. *Agron. J.* 81 (6): 923 — 929.
- 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.
- Galek R., Bujak H., Kaczmarek J., 2000. Ocena stabilności cech bonitacyjnych i technologicznych w kolekcji żyta jarego na podstawie pięciu parametrów statystycznych. *Biul. IHAR* 216: 69 — 77.
- Kaczyński L. 1999. Reakcja odmian roślin rolniczych na czynniki środowiska, niezbędny zakres doświadczeń PDO na Dolnym Śląsku. Podstawy organizacji i planowania doświadczeń z zarejestrowanymi odmianami roślin uprawnych na Dolnym Śląsku. *Zesz. 1*: 35 — 46.
- Lista Opisowa Odmian. 2004. Praca zbiorowa COBORU, Słupia Wielka.

- McGuire A. M., Bryant D. C., Denison R. F. 1998. Wheat yields, nitrogen uptake and soil following winter legume cover crop vs. fallow. *Agron. Crop. Sci.* 180: 215 — 222.
- Olness A., Evans S. D., Alderfer R. 1998. Calculation of optimal fertilizer rates: A comparison of three response models. *J. Agron. Crop. Sci.* 180: 215 — 222.
- Podolska G. 1997. Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Część III. Wpływ nawożenia azotem na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 204: 169 — 180.
- Podolska G. 2004. Efektywność agrotechnicznych oddziaływań w wykorzystaniu potencjału plonowania pszenicy ozimej. *Biul. IHAR* 231: 55 — 64.
- Sieling K., Schröder H., Finck M., Hanus H. 1998. N uptake and apparent N-use efficiency of winter wheat and winter barley grown in different cropping systems. *J. Agricul. Sci. Cambridge*, 131: 375 — 387.
- Stankowski S., Podolska G., Pacewicz K. 2004. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna odmian pszenicy ozimej. *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 3: 1363 — 1671.
- Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A. 2001. Winter wheat cultivar performance as affected by production systems in Croatia. *Agron. J.* 93: 961 — 966.
- Varga B., Svecnjak Z., Pospisil A. 2000. Grain yield and yield components of winter wheat grown in two management systems. *Bodenkultur* 3: 145 — 150.

ANDRZEJ WOŹNIAK
DARIUSZ GONTARZ
MICHAŁ STANISZEWSKI
MAREK GOS

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej uprawianej w zmianowaniach o różnym jej udziale

Yielding and grain quality of spring wheat in crop rotations with different wheat participation

Przedstawiono plon i jakość ziarna pszenicy jarej w zależności od jej udziału w zmianowaniu. Wykazano, że zwiększony udział pszenicy jarej w zmianowaniu do 100% istotnie obniżał plon ziarna, w odniesieniu do zmianowania z 25–75% udziałem pszenicy. Zniżka ta powodowana była głównie mniejszą liczbą kłosów na 1 m² oraz mniejszą masą ziarna z kłosa i masą 1000 ziaren. Drugim czynnikiem doświadczenia były poziomy agrotechniki. Wykazano, że intensywny poziom agrotechniki zwiększał plon ziarna pszenicy jarej, w porównaniu z poziomem zminimalizowanym. Czynniki te korzystnie wpływały także na zawartość białka i glutenu mokrego w ziarnie, wartość wskaźnika sedimentacyjnego Zeleny'ego, liczbę opadania, a także gęstość i wyrównanie ziarna, w stosunku do poziomu zminimalizowanego.

Słowa kluczowe: cechy jakościowe ziarna, struktura plonu, pszenica jara, agrotechnika, zmianowanie roślin

An experiment with rotation systems for spring wheat was conducted at the Agricultural Experimental Station of Uhrusk in the years 2003–2005. It was set in the split-plots design with four repetitions, on plots 10 m². The grey-brown rendzina soil, formed from light loam, weak sandy, was classified into a very good rye-type soil utility complex. The experiment concerned four crop rotations with varying proportion of spring wheat (25, 50, 75, 100%) and two agrotechnical levels: minimalized and intensive. The grain yield of spring wheat, Opatka cultivar, was affected by weather conditions in the years of study, by the rotation systems and by the agrotechnical level. Spring wheat cultivation in monoculture decreased the grain yield by 24.7–32.4% in relation to the crop rotations with 25–75% of wheat. Intensive level (pesticides and fertilization with nitrogen) increased the grain yield by 15.6% as compared to the minimalized level. Spring wheat cultivation in monoculture decreased test weight and grain uniformity in relation to crop rotations A–C (25–75% of wheat).

Key words: agrotechnical level, crop rotation, elements of yield structure, grain yield, monoculture, spring wheat, quality of grain

WSTĘP

Uprawa pszenicy w zmianowaniach wysycanych zbożami prowadzi do zmniejszenia plonu ziarna i pogorszenia jego jakości technologicznej. Istotny wpływ na jakość technologiczną ziarna wywiera przebieg pogody oraz stosowana agrotechnika. Zdaniem wielu autorów większemu gromadzeniu białka i glutenu sprzyjają lata o mniejszej sumie opadów i wyższej średniej sumie temperatury powietrza w okresie wegetacji wiosennej (Lopez-Bellido i in., 1998; Podolska i Sułek 2003; Małecka i Blecharczyk, 2004). Jak podają Rothkaehl i wsp. (2004) najbardziej stabilną cechą niezależnie od przebiegu pogody i rejonu uprawy jest zawartość popiołu i gęstość ziarna w stanie zsypanym. Cechami o większej zmienności są: zawartość białka i glutenu w ziarnie oraz wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego.

Z czynników agrotechnicznych główną rolę w kształtowaniu jakości ziarna przypisuje się nawożeniu azotem (Cacak-Pietrzak i in., 1999; Budzyński i in., 2004; Chrzanowska-Drożdż i in., 2004). Duże ilości azotu zwiększają plon ziarna oraz zawartość białka w ziarnie, ale jednocześnie obniżają jego jakość (Achremowicz i in., 1993; Wooding i in., 2000; Johansson i in., 2001).

Na jakość ziarna wpływają także środki ochrony roślin, sposób uprawy roli oraz dobór przedplonów. Klimont i Osińska (2004) wykazali, że herbicydy z grupy regulatorów wzrostu (2,4-D, MCPA) stosowane w pszenicy ozimej zwiększają zawartość białka i glutenu w ziarnie. Jak podają Drzewiecki i Pietryga (2003) również Terpal C 460 SL stosowany łącznie z nawozami dolistnymi zwiększa zawartość białka i glutenu w ziarnie pszenicy ozimej. Także inni autorzy (Brzozowska i Brzozowski, 2002; Narkiewicz-Jodko i in., 2000; Urban i in., 2001), potwierdzili istotny wpływ zabiegów ochronnych na cechy jakościowe ziarna, zwłaszcza zawartość białka i jego skład aminokwasowy.

Nieliczne publikacje dotyczą wpływu następstwa roślin na cechy jakościowe ziarna pszenicy (Woźniak 2003, 2004; Woźniak i Gontarz, 2003). Wynika z nich, że w ziarnie pszenicy wysiewanej kilkakrotnie po sobie, stwierdza się mniej białka i glutenu niż w dobrych stanowiskach, np. po grochu lub ziemniakach. W słabym dla pszenicy stanowisku pogorszeniu ulegają również inne cechy jakościowe ziarna, a zwłaszcza wartość wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego, gęstość ziarna w stanie zsypanym oraz wyrównanie. Stosowane w tych warunkach zwiększone nawożenie mineralne oraz chemiczne środki ochrony roślin tylko w niewielkim stopniu przeciwdziała zniżkom plonu oraz spadkowi jego jakości (Brzozowska i Brzozowski, 2002).

Celem badań było określenie plonowania pszenicy jarej i wybranych parametrów jakości ziarna w zależności od jej udziału w zmianowaniu i poziomu agrotechniki.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie płodozmianowe prowadzono w latach 2003–2005 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do AR w Lublinie. Gleba pod doświadczeniem jest rędziną mieszaną o składzie granulometrycznym gliny lekkiej słabo spiaszczonej, zaliczoną do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Doświadczenie prowadzono metodą

losowanych podbloków w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni do zbioru 10 m².

Schemat doświadczenia uwzględniał następujące czynniki:

I. Zmianowania z udziałem pszenicy jarej:

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

II. Poziom agrotechniki:

- zminimalizowany,
- intensywny.

W zminimalizowanym poziomie agrotechniki pszenicę jarą nawożono azotem w ilości 90 kg·ha⁻¹ w 3 terminach: przed siewem (50 kg·ha⁻¹), w fazie strzelania w źdźbło — 20 kg·ha⁻¹ i kłoszenia 20 kg·ha⁻¹. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na bronowaniu zasiewów w fazie krzewienia.

W intensywnym poziomie agrotechniki nawożenie azotem w ilości 140 kg·ha⁻¹ stosowano także w trzech terminach: przed siewem (60 kg·ha⁻¹), w fazie strzelania w źdźbło (40 kg·ha⁻¹) oraz w fazie kłoszenia 40 kg·ha⁻¹. Zabiegi pielęgnacyjne polegały na chemicznej ochronie roślin przed agrofagami i wyleganiem. Do niszczenia chwastów użyto w fazie krzewienia mieszaninę herbicydów Puma Super 069 EW i Aminopielik M 450 (1+3 l·ha⁻¹). Ochrona pszenicy przed wyleganiem polegała na zastosowaniu w fazie strzelania w źdźbło retardantu Cycocel 460 SL (chlorek chloromekwatu) w ilości 1,5 l·ha⁻¹. Przeciw chorobom grzybowym wykorzystano w fazie strzelania w źdźbło fungicyd Alert 375 SC (flusilazol + karbendazym) — 1,0 l·ha⁻¹ oraz w fazie kłoszenia Tilt CB 37,5 WP (propikonazol + karbendazym) — 1 kg·ha⁻¹. Przed siewem pszenicy ziarno zaprawiono preparatem Raxil 02 DS (tebukonazol). W okresie występowania szkodników zastosowano insektycyd Fastac 10 EC (0,1 l·ha⁻¹).

Uprawa roli pod poszczególne gatunki roślin była typowa dla systemu płuznego. Siew pszenicy jarej, odmiany Opatka, w każdym roku badań przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia, gęstość siewu wynosiła 450 ziaren na 1 m². Nawożenie fosforowe (60 kg P₂O₅) i potasowe (100 kg K₂O na 1 ha) stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

W pracy przedstawiono cechy wynikowe: plon ziarna, liczbę kłosów na 1 m², masę ziarna z kłosa oraz masę 1000 ziaren (MTZ). Ponadto oceniono zawartość białka ogółem (%) w ziarnie, glutenu mokrego (%), wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (ml), liczbę opadania (sekundy), gęstość ziarna w stanie zsylnym (kg·hl⁻¹) oraz wyrównanie ziarna (masa ziarna pozostającego na sitach o wymiarach oczek 2,5 mm × 25 mm do masy przesianego ziarna wyrażona w %). Oznaczenie zawartości białka, glutenu oraz wskaźnik sedymentacyjny wykonano na urządzeniu Inframatic, gęstość ziarna zgodnie z normą PN-73R-74007, wyrównanie ziarna BN-69/9131-02, zaś liczbę opadania PN-ISO3093. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, a różnice między średnimi obiektowymi

oszacowano testem Tukeya na poziomie istotności $p = 0,05$. Przebieg warunków pogodowych w latach badań przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Przebieg warunków agroklimatycznych w latach 2003-2005 w GD Uhrusk
Agroclimatic conditions in 2003-2005 at Uhrusk Experimental Station

Lata Years	Miesiące Monthly						III-VIII suma sum
	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Opady (mm) Rainfalls (mm)							
2003	25,0	32,6	95,6	35,0	71,8	58,8	318,8
2004	33,9	38,1	38,0	49,9	90,5	48,5	298,9
2005	23,4	44,6	99,8	70,6	57,6	126,8	422,8
Średnio z 45 lat Mean from 45 years	25,4	39,1	57,2	65,9	73,6	71,1	332,3
Temperatura (°C) Temperature (°C)							średnio mean
2003	1,5	6,8	16,0	17,4	20,1	18,5	13,4
2004	2,8	7,9	11,9	15,8	18,1	18,3	12,5
2005	-1,0	8,7	13,1	15,8	19,9	17,0	12,3
Średnio z 45 lat Mean from 45 years	1,1	7,4	13,0	16,4	17,9	17,2	12,2

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Plon ziarna pszenicy jarej istotnie zależał od jej udziału w zmianowaniu, poziomu agrotechniki i współdziałania czynników doświadczenia (tab. 2).

Tabela 2

Plon ziarna pszenicy jarej w t·ha⁻¹ (średnio z lat 2003–2005)
The yield of spring wheat in t·ha⁻¹ (mean from 2003–2005)

Zmianowanie — udział pszenicy w % Crop rotation — participation of wheat in %	Poziom agrotechniki Agrotechnical level		
	zminimalizowany minimalized	intensywny intensive	średnio mean
A — 25	4,86	5,85	5,36
B — 50	4,73	5,54	5,13
C — 75	4,54	5,08	4,81
D — 100	3,20	4,05	3,62
Średnio Mean	4,33	5,13	—
NIR ($p = 0,05$) — LSD ($p = 0,05$)			
pomiędzy zmianowaniami between crop rotation			0,43
pomiędzy poziomami agrotechniki between agrotechnical level			0,38
poziom agrotechniki × zmianowanie agrotechnical level × crop rotation			0,62

Najwyższy plon uzyskano w zmianowaniu A (25% pszenicy) — średnio $5,36 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, istotnie niższy w zmianowaniach C (75% pszenicy) i D (100% pszenicy). W odniesieniu do zmianowania A różnica ta wynosiła odpowiednio 10,2 i 32,4% (tab. 2). Intensywny poziom agrotechniki istotnie zwiększał plon ziarna w stosunku do poziomu zminimalizowanego. W zmianowaniu A (25% pszenicy) zwiększa ta wynosiła $0,99 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, w zmianowaniu B (50% pszenicy) o $0,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, w zmianowaniach C i D odpowiednio o $0,54$ i $0,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Również liczba kłosów na 1 m^2 zależała od udziału pszenicy w zmianowaniu, poziomu agrotechniki i współdziałania tych czynników (tab. 3).

Tabela 3

Liczba kłosów pszenicy jarej na 1 m^2 (średnio z lat 2003–2005)
Number of ears of spring wheat per 1 m^2 (mean from 2003–2005)

Zmianowanie — udział pszenicy w % Crop rotation — participation of wheat in %	Poziom agrotechniki Agrotechnical level		
	zminimalizowany minimalized	intensywny intensive	średnio mean
A — 25	574	575	575
B — 50	525	570	548
C — 75	550	568	559
D — 100	550	551	550
Średnio Mean	550	566	—
NIR ($p = 0,05$) — LSD ($p = 0,05$)			
pomiędzy zmianowaniami between crop rotations			21
pomiędzy poziomami agrotechniki between agrotechnical levels			14
poziom agrotechniki $\times$ zmianowanie agrotechnical level $\times$ crop rotation			42

W zmianowaniu A była ona istotnie większa niż w zmianowaniach B (50% pszenicy) i D (100% pszenicy) odpowiednio o 27 i 25 kłosów na 1 m^2 . Intensywny poziom agrotechniki zwiększał liczbę kłosów, w stosunku do poziomu zminimalizowanego. W zmianowaniu B wzrost ten był największy i wynosił 45 kłosów na 1 m^2 (tab. 3). Masa 1000 ziaren zależała od udziału pszenicy w zmianowaniu oraz poziomu agrotechniki (tab. 4). W zmianowaniu D (100% pszenicy) masa ta była istotnie mniejsza o 7,7%, ale jedynie w odniesieniu do zmianowania A (25% pszenicy). Intensywny poziom agrotechniki istotnie zwiększał wartość badanej cechy o 4,5%, w stosunku do poziomu przeciętnego. Masa ziarna z kłosa zależała od udziału pszenicy w zmianowaniu i poziomu agrotechniki (tab. 5). Większą wartość cecha ta uzyskiwała w zmianowaniach A i C, istotnie mniejszą w zmianowaniu D (100% pszenicy). W stosunku do zmianowania A zmniejsza ta wynosiła 11,9%, natomiast w odniesieniu do zmianowania C (75% pszenicy) 18,3%. Zwiększone nawożenie azotem i chemiczna ochrona roślin przed agrofagami w ramach intensywnego poziomu agrotechniki zwiększały masę ziarna z kłosa o 7,7%, w stosunku do poziomu zminimalizowanego (tab. 5).

Tabela 4

Masa 1000 ziaren pszenicy jarej w g (średnio z lat 2003–2005)
Mass of 1000 grains of spring wheat (mean from 2003–2005)

Zmianowanie – udział pszenicy w % Crop rotation – participation of wheat in %	Poziom agrotechniki Agrotechnical level		
	zminimalizowany minimalized	intensywny intensive	średnio mean
A — 25	41,9	43,0	42,5
B — 50	39,2	41,8	40,5
C — 75	40,1	42,1	41,1
D — 100	38,3	40,1	39,2
Średnio Mean	39,9	41,8	—
NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)			
pomiędzy zmianowaniami between crop rotations			2,1
pomiędzy poziomami agrotechniki between agrotechnical levels			1,3
poziom agrotechniki × zmianowanie agrotechnical level × crop rotation			r.n.

Tabela 5

Masa ziarna z kłosa pszenicy jarej w g (średnio z lat 2003–2005)
Mass of grain per ear of spring wheat in g (mean from 2003–2005)

Zmianowanie — udział pszenicy w % Crop rotation — participation of wheat in %	Poziom agrotechniki Agrotechnical level		
	zminimalizowany minimalized	intensywny intensive	średnio mean
A — 25	0,95	1,06	1,01
B — 50	0,93	1,05	0,99
C — 75	1,01	1,16	1,09
D — 100	0,91	0,86	0,89
Średnio Mean	0,95	1,03	—
NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)			
pomiędzy zmianowaniami between crop rotations			0,11
pomiędzy poziomami agrotechniki between agrotechnical levels			0,07
poziom agrotechniki x zmianowanie agrotechnical level x crop rotation			r.n.

Poziom agrotechniki oraz współdziałanie poziomu agrotechniki ze zmianowaniem istotnie wpływały na niektóre cechy jakościowe ziarna (tab. 6). Niezależnie od zmianowania intensywny poziom agrotechniki zwiększał zawartość białka ogółem w ziarnie o 0,9%, w stosunku do poziomu zminimalizowanego. Największy jednak wpływ na badaną cechę wywarł w zmianowaniu D (100% pszenicy) zwiększając zawartość białka z 13,0 do 13,9%. Podobnie kształtowała się zawartość glutenu mokrego (tab. 6). Zwiększone nawożenie azotem korzystnie wpływało na zawartość glutenu w ziarnie, zwiększając jego ilość średnio z 29,5 do 32,8%. Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego

zależał od poziomu agrotechniki oraz współdziałania poziomu agrotechniki ze zmianowaniem (tab. 7).

Tabela 6

Zawartość białka ogółem (w s.m.) i glutenu mokrego w ziarnie pszenicy jarej (średnio z lat 2003–2005)
Total protein (in d.m.) and gluten content in grain of spring wheat (mean from 2003–2005)

Zmianowanie — udział pszenicy w % Crop rotation — participation of wheat in %	Białko ogółem (%) Total protein (%)			Gluten mokry (%) Wet gluten (%)		
	poziom agrotechniki — agrotechnical level					
	a*	b	średnio mean	a*	b	średnio mean
A — 25	12,9	13,7	13,3	29,6	32,5	31,1
B — 50	13,0	13,8	13,4	29,9	32,8	31,4
C — 75	12,8	13,8	13,3	28,8	33,1	31,0
D — 100	13,0	13,9	13,5	29,6	32,8	31,2
Średnio Mean	12,9	13,8	—	29,5	32,8	—
NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)						
pomiędzy zmianowaniami between crop rotations			r.n.	r.n.		
pomiędzy poziomami agrotechniki between agrotechnical levels			0,43	0,86		
poziom agrotechniki × zmianowanie agrotechnical level × crop rotation			0,91	1,93		
*a — Poziom zminimalizowany; Minimalized level				b — Poziom intensywny; Intensive level		

*a — Poziom zminimalizowany; Minimalized level

b — Poziom intensywny; Intensive level

Tabela 7

Wskaźnik sedymentacji Zeleny’ego i liczba opadania pszenicy jarej (średnio z lat 2003–2005)
Sedimentation value and falling number of spring wheat (mean from 2003–2005)

Zmianowanie — udział pszenicy w % Crop rotation — participation of wheat in %	Wskaźnik sedymentacji (ml) Sedimentation value			Liczba opadania (s) Falling number (s)		
	poziom agrotechniki agrotechnical level					
	a*	b	średnio mean	a*	b	średnio mean
A — 25	42,6	47,0	44,8	290	305	298
B — 50	42,7	48,9	45,8	308	326	317
C — 75	41,6	50,1	45,9	298	316	307
D — 100	40,9	48,2	44,6	299	325	312
Średnio Mean	42,0	48,6	—	299	318	—
NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)						
pomiędzy zmianowaniami between crop rotations			r.n.	r.n.		
pomiędzy poziomami agrotechniki between agrotechnical levels			2,8	17		
poziom agrotechniki × zmianowanie agrotechnical level × crop rotation			4,9	r.n		

*a — Poziom zminimalizowany; Minimalized level

b — Poziom intensywny; Intensive level

Intensywny poziom agrotechniki zwiększał wartość wskaźnika średnio o 13,5%, w stosunku do poziomu zminimalizowanego. Jeszcze większą skutecznością odznaczał się

ten poziom w zmianowaniach C i D podnosząc badany parametr odpowiednio o 16,9 i 15,1%. Liczba opadania zależała jedynie od poziomu agrotechniki (tab. 7). Istotnie większą wartość tej cechy stwierdzono na poletkach o zwiększonym nawożeniu azotem i chemicznej ochronie przed agrofagami (poziom intensywny) niż na obiektach o zminimalizowanym poziomie agrotechniki. Gęstość ziarna zależała od udziału pszenicy w zmianowaniu i poziomu agrotechniki (tab. 8). Istotnie najmniejszą wartość omawianej cechy stwierdzono w zmianowaniu D (100% pszenicy) w stosunku do zmianowań A i B. Również intensywny poziom agrotechniki zwiększał gęstość ziarna, w stosunku do poziomu zminimalizowanego. Analogicznie kształtowało się wyrównanie ziarna (tab. 8). W zmianowaniu D cecha ta uzyskała istotnie mniejszą wartość niż w zmianowaniach A–C. Obniżkę tę częściowo rekompensowało zwiększone nawożenie azotem i chemiczne środki ochrony roślin stosowane w ramach intensywnego poziomu agrotechniki.

Tabela 8

Gęstość ziarna i wyrównanie w pszenicy jarej (średnio z lat 2003–2005)
Test weight and grain uniformity of spring wheat (mean from 2003–2005)

Zmianowanie — udział pszenicy w % Crop rotation — participation of wheat in %	Gęstość ziarna (kg hl ⁻¹) Test weight (kg hl ⁻¹)			Wyrównanie ziarna (%) Grain uniformity (%)		
	poziom agrotechniki agrotechnical level					
	a*	b	średnio mean	a*	b	średnio mean
A — 25	79,1	79,2	79,2	83,3	86,8	85,0
B — 50	79,6	79,6	79,6	83,0	84,5	83,8
C — 75	78,6	79,4	79,0	83,3	86,6	84,9
D — 100	77,5	79,0	78,2	78,4	81,8	80,1
Średnio — Mean	78,7	79,3	79,0	82,0	84,9	83,5
NIR (p = 0,05) — LSD (p = 0.05)						
pomiędzy zmianowaniami between crop rotations			0,9	2,1		
pomiędzy poziomami agrotechniki between agrotechnical levels			0,4	1,1		
poziom agrotechniki × zmianowanie agrotechnical level × crop rotation			r.n.	r.n.		

*a — Poziom zminimalizowany; Minimalized level

b — Poziom intensywny; Intensive level

Tabela 9

Istotne współczynniki korelacji (r) między cechami jakościowymi pszenicy jarej
Significant correlation coefficients (r) among quality features of spring wheat

	Białko ogółem Total protein	Gluten mokry Wet gluten	Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value	Gęstość ziarna Test weight
Gluten mokry Wet gluten	0,60			
Wskaźnik sedymentacji Sedimentation value	0,77	0,91		
Gęstość ziarna Test weight	-0,80	-0,91	-0,94	
Wyrównanie ziarna Grain uniformity	-0,78	-0,74	-0,70	0,82

Z analizy korelacji wynika, że między badanymi parametrami jakościowymi pszenicy istnieją ścisłe zależności (tab. 9). Zawartość białka ogółem w ziarnie pszenicy była dodatnio skorelowana z zawartością glutenu mokrego ($r = 0,60$) i wartością wskaźnika sedymentacji ($r = 0,77$), natomiast ujemnie z gęstością ziarna ($r = -0,80$) oraz wyrównaniem ($r = -0,78$). Ponadto gluten był dodatnio skorelowany ze wskaźnikiem sedymentacji ($r = 0,91$) i ujemnie z gęstością ziarna ($r = -0,91$) oraz wyrównaniem ($r = -0,74$), zaś gęstość ziarna była dodatnio skorelowana z wyrównaniem ziarna ($r = 0,82$).

DYSKUSJA

Konsekwencją uprawy pszenicy w monokulturze jest spadek plonu ziarna oraz pogorszenie jego jakości technologicznej. W przeprowadzonych badaniach redukcja plonu wynosiła od 24,7 do 32,4%, w stosunku do zmianowań z 25–75% udziałem pszenicy w strukturze zasiewów. Przyczyną tej obniżki była mniejsza niż w zmianowaniu obsada kłosów na 1 m^2 , masa ziarna z kłosa oraz masa 1000 ziaren. Potwierdziły to również wcześniejsze badania Woźniaka (2003), w których plon pszenicy jarej w monokulturze był o ponad 36% niższy niż w zmianowaniu. Jak wynika z literatury tematu (Brzozowska i in., 1997; Urban i in., 2001; Podolska i Sułek 2003; Budzyński in., 2004; Chrzanowska i in., 2004) istotny wpływ na plon ziarna pszenicy oraz jego jakość technologiczną ma nawożenie azotem oraz zabiegi ochronno-nawozowe. W badaniach Woźniaka i Gontarza (2003) oraz Woźniaka (2004, 2005) wskazano także na rolę przedplonów w kształtowaniu badanych cech. Wykazano, że dwukrotny wysiew pszenicy twardej po sobie obniżał plon ziarna o 25,1–28,2% w odniesieniu do stanowiska po grochu siewnym lub ziemniaku. W pszenicy jarej obniżka ta okazała się jeszcze większa. W cytowanej literaturze (Wodniak, 2003, 2005) wysiew pszenicy po sobie (2- i 3-krotny), a także w monokulturze zmniejszał wyrównanie i gęstość ziarna, zawartość białka i glutenu w ziarnie oraz wartość wskaźnika sedymentacji. W badaniach Rachonia (2001) wyrównanie ziarna zależało również od lat badań oraz stosowanej agrotechniki. Wysokie dawki azotu i opóźnienie siewu istotnie obniżały wartość tej cechy.

Zawartość białka w ziarnie jest jednym z ważniejszych kryteriów jakości zbóż. Z literatury tematu (Achremowicz i in. 1993; Cacak-Pietrzak i in. 1999; Johansson i in. 2001; Chrzanowska i in. 2004; Woźniak 2004, 2005) wynika, że zawartość białka w ziarnie jest dodatnio skorelowana z glutenem i w dużej mierze zależy od nawożenia azotem oraz stanowiska w zmianowaniu. W przeprowadzonych badaniach cecha ta w większym stopniu zależała od nawożenia azotem i chemicznej ochrony przed agrofagami, niż od stanowiska w zmianowaniu.

WNIOSKI

1. Pszenica jara uprawiana w monokulturze miała niższy plon ziarna o 24,7–32,4% niż uprawiana w zmianowaniu A–C (25–75% pszenicy). Przyczyną tej obniżki była mniejsza liczba kłosów na 1 m^2 , mniejsza masa ziarna z kłosa oraz mniejsza masa 1000 ziaren.

2. Intensywny poziom agrotechniki istotnie zwiększał plon ziarna, w stosunku do poziomu zminimalizowanego.
3. Poziom agrotechniki w większym stopniu kształtował cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej niż jej udział w zmianowaniu. Intensywny poziom zwiększał zawartość białka i glutenu mokrego w ziarnie, wartość wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego, liczbę opadania, a także gęstość i wyrównanie ziarna, w stosunku do poziomu zminimalizowanego. Pszenica w monokulturze miała mniejszą gęstość i wyrównanie ziarna niż w pozostałych zmianowaniach.

LITERATURA

- Achremowicz B., Zając J., Styk B. 1993. Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. *Rocz. Nauk Rol.*, ser. A, 110 (1–2): 149 — 157.
- Brzozowska I., Brzozowski J., Jastrzębska M. 1997. Wpływ zabiegów ochronno-nawozowych na plonowanie, zawartość i jakość białka ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 2: 32 — 39.
- Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 135: 33 — 44.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T. 1999. Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej w zależności od zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Pam. Puł.* 118: 45 — 55.
- Chrzanowska-Drożdż B., Gil Z., Liszewski M., Malarz W. 2004. Wysokość i jakość plonu pszenicy ozimej w zależności od dawki i sposobu nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 233: 29 — 38.
- Drzewiecki S., Pietryga J. 2004. Wpływ mieszanin regulatora wzrostu Terpal C 460 SL z nawozami dolistnymi na redukcję długości źdźbeł oraz cechy technologiczne ziarna pszenicy. *Acta Agrophis.* 85: 45 — 53.
- Johansson E., Prieto-Linde M. L., Jonsson J. O. 2001. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and breadmaking quality. *Cereal Chemistry* 78: 19 — 25.
- Klimont K., Osińska A. 2004. Wpływ herbicydów na wartość siewną i zawartość niektórych składników w ziarnie pszenicy ozimej, jęczmienia jarego i pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 233: 49 — 58.
- Lopez-Bellido L., Fuentes M., Castillo J., Lopez-Garrido F. 1998. Effects of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Field Crop Res.* 57: 265 — 276.
- Małecka I., Blecharczyk A. 2004. Wpływ systemów uprawy roli na jakość ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puł.*, 135: 181 — 187.
- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z., Urban M. 2000. Herbicydy a zgorzel podstawy źdźbła i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Rośl.* 40 (2): 751 — 753.
- Podolska G., Sułek A. 2003. Główne elementy technologii produkcji decydujące o wysokiej jakości ziarna pszenicy. *Pam. Puł.* 130: 597 — 605.
- Rachoń L. 2001. *Studia nad plonowaniem i jakością pszenicy twardej (Triticum durum Desf.)*. Rozpr. Nauk. 248, wyd. AR w Lublinie.
- Rothkaehl J., Filipiak K., Podolska G. 2004. Jakość ziarna pszenicy w zależności od rejonu uprawy. *Pam. Puł.* 135: 269 — 277.
- Urban M., Gil Z., Narkiewicz-Jodko M. 2001. Wpływ herbicydów na plonowanie i jakość ziarna kilku odmian pszenicy ozimej. *Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin*, 41 (2): 826 — 829.
- Wooding A. R., Kavale S., MacRitchie F., Stoddard F. L., Wallace A. 2000. Effects of nitrogen and sulphur fertilizer on protein composition, mixing requirements, and dough strength of four wheat cultivars. *Cereal Chemistry* 77: 798 — 807.
- Woźniak A. 2003. Wpływ zróżnicowanego udziału pszenicy jarej w zmianowaniu na plon i jakość ziarna. *Biul. IHAR* 228: 41 — 50.
- Woźniak A. 2004. Wpływ przedplonu na wybrane cechy jakościowe ziarna pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 135: 325 — 330.

- Woźniak A. 2005. Wpływ przedplonów na plon i jakość technologiczną ziarna pszenicy twardej (*Triticum durum* Desf.). Ann. UMCS, Sec. E, 60: 103 — 112.
- Woźniak A., Gontarz D. 2003. Wpływ przedplonów i sposobów zróżnicowanego pielęgnowania na jakość ziarna pszenicy jarej. Biul. IHAR 228: 33 — 39.

DANUTA DROZD**HANNA SZAJSNER**

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław

Analiza reakcji genotypów pszenicy jarej na oddziaływanie promieniowania laserowego

Analysis of spring wheat reaction to laser radiation

Przedmiotem badań było określenie wpływu promieniowania laserowego na wczesne fazy rozwojowe pszenicy jarej w warunkach laboratoryjnych. Materiał stanowiła odmiana Banti, w okresie poprzedzającym badania nasiona przechowywano przez 1, 2, 3 lub 4 lata. Ziarno pszenicy naświetlano promieniami lasera He-Ne oraz półprzewodnikowego. Oceniano wartość siewną i cechy morfologiczne siewek. Doświadczenia laboratoryjne dwuczynnikowe założono metodą serii niezależnych. Stwierdzono większą efektywność przedsiewnej biostymulacji laserem półprzewodnikowym niż helo-neonowym w pszenicy jarej.

Słowa kluczowe: pszenica jara, laser He-Ne, laser półprzewodnikowy, wartość siewna, cechy morfologiczne

The aim of the investigations carried out under laboratory conditions was to determine the influence of laser irradiation on early phases of development of spring wheat cultivar Banti. In the period preceding the experiment wheat seeds were stored for 1, 2, 3 or 4 years. Then, they were treated either by a He-Ne laser or a semiconductor laser at different irradiation doses. Sowing value and morphological characters of seedlings were evaluated in a two-factorial experiment with a completely randomized design. The treatment by a semiconductor laser appeared to be more effective than that by a He-Ne laser in pre-sowing biostimulation of spring wheat.

Key words: He-Ne laser, morphological characters, semiconductor laser, sowing value, spring wheat

WSTĘP

W początkowym etapie badań nad wpływem przedsiewnej biostymulacji laserowej na rośliny używano lasera rubinowego. Następnie do naświetlań stosowano laser gazowy He-Ne, a w ostatnich latach lasery półprzewodnikowe (Drozd i in., 1996). Promieniowanie lasera jest jednym z czynników fizycznych, które wpływają na procesy fizjologiczne nasion, nie powodując niekorzystnych zmian w środowisku. Na podstawie literatury można stwierdzić, że światło lasera znajduje zastosowanie w hodowli roślin. Stwierdzono, że zastosowane wysokie dawki promieniowania laserowego działają jako czynnik mutageny poszerzający zakres zmienności materiału genetycznego (Rybiński i in., 1993).

Ponadto w uprawie roślin niższe dawki mogą mieć zastosowanie do stymulacji wczesnych faz rozwojowych oraz wpływać na polepszenie cech decydujących o wysokości plonu i jego jakości (Dziamba, Koper, 1992).

Celem pracy było zbadanie wpływu przedsiewnej biostymulacji laserowej, używając dwóch typów lasera: gazowego He-Ne oraz półprzewodnikowego, na wczesne fazy rozwojowe roślin i wartość siewną u wybranego genotypu pszenicy jarej.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na nasionach odmiany pszenicy jarej Banti, wpisanej do Rejestru Odmian w 1994 roku. Jest to odmiana chlebowa, łącząca wysoką plenność z dobrą wartością wypiekową. Dojrzewa najwcześniej ze wszystkich odmian pszenic jarych. Wyróżnia się dużym, dobrze wyrównanym ziarnem (masa tysiąca ziaren 41,9 g) oraz stosunkowo wysoką zawartością białka (12,2%) i jest uprawiana na obszarze prawie całej Polski.

Do badań użyto materiałów pochodzących z ostatniego roku zbiorów i tych, które przechowywano przez okres 1, 2, 3 i 4 lat.

Przed założeniem doświadczenia nasiona potraktowano światłem lasera He-Ne o mocy 15 mW i długości fali 638,2 nm. Zastosowano urządzenie do przedsiewnej laserowej biostymulacji metodą nastawnych dawek energii — metoda D (Koper, 1994) oraz urządzenie do przesiewnej obróbki nasion — metoda R (Koper, Dygdała, 1993). Drugim typem lasera był laser półprzewodnikowy CTL — 1106 MX, o mocy 200 mW i długości fali 670 nm. Jako wariant I przyjęto jednokrotne naświetlanie nasion dawką podstawową, wariant II — dwukrotne naświetlanie, III — trzykrotne naświetlanie oraz nasiona kontrolne — bez naświetlania.

Doświadczenia laboratoryjne dwuczynnikowe w warunkach kontrolowanej temperatury i wilgotności założono metodą serii niezależnych w trzech powtórzeniach. Pomiarów energii i zdolności kiełkowania dokonano w czwartej i ósmej dobie zgodnie z Polską Normą (1994). Dla wybranych losowo siewek z każdego powtórzenia określano długość nadziemnej części siewki, koleoptyla oraz korzonków zarodkowych. Wartości wszystkich cech zostały uzyskane bezpośrednio z pomiarów i przedstawione jako średnie. Przeprowadzono analizę wariancji właściwą dla doświadczenia dwuczynnikowego, założonego metodą serii niezależnych. Zastosowano test F oraz test Duncana dla wyodrębnienia grup jednorodnych.

WYNIKI I DYSKUSJA

Porównując działanie obu laserów na materiały odmiany Banti z ostatniego roku zbioru, stwierdzono stymulujący wpływ lasera He-Ne tylko na długość nadziemnej części siewki, przy zastosowaniu dawki D₁. Obserwowano istotne jej wydłużenie w stosunku do kontroli o 14,6%. Natomiast po zastosowaniu metody R obserwowano istotne skrócenie koleoptyli (25,2% — dawka R₁) i nadziemnej części siewki (32,3% — dawka R₁) — tabela 1. Nie wykazano również wpływu promieni lasera gazowego na parametry wartości siewnej. We

wcześniejszych badaniach dotyczących reakcji dziesięciu odmian pszenicy jarej na przedsięwziętą biostymulację laserową odmiana Banti okazała się średnio wrażliwą, u której stwierdzono stymulację tylko dla nadziemnej części siewki (Szajsner, Drozd, 2001; Szajsner, 2003). W kolejnych badaniach (Drozd i in., 1996) obserwowano u odmiany Banti istotne podwyższenie energii i zdolności kiełkowania w stosunku do kontroli charakteryzujących się niskimi parametrami wartości siewnej.

Tabela 1

Grupy jednorodne dla długości nadziemnej części siewki — metoda D i R (cm)
Homogeneous groups for first leaf length — method D and R (cm)

Metoda Method	Kontrola Control	Dawka naświetlania — Irradiation doses			
		I	II	III	NIR LSD
Metoda D	22,05	25,28	16,89	22,67	3,05
Method D	B	A	C	A, B	
Metoda R	27,06	18,32	21,51	20,74	2,98
Method R	A	C	B	B, C	

Istotna stymulacja wystąpiła po zastosowaniu lasera półprzewodnikowego zarówno dla energii i zdolności kiełkowania jak i cech morfologicznych siewek. Wszystkie zastosowane dawki podwyższyły wartość energii kiełkowania od 15,3% (dawka D₁ i D₂) do 13,6% (dawka D₃) oraz wartość zdolności kiełkowania o 13,0% (dawka D₁) — 12,3% (dawka D₂). W przypadku długości nadziemnej części siewki po zastosowaniu dawki trzeciej stwierdzono stymulację o 73,3%, a po naświetleniu dawką pierwszą nastąpiło wydłużenie o 48,4% w stosunku do kontroli. Po zastosowaniu światła lasera nastąpiło wydłużenie koleoptyla od 10,6% do 14,7%. Dla korzonków zarodkowych obserwowano stymulację rzędu 16,3%–63,0%. Maksymalne wartości osiągnięto przy użyciu dawki D₃ (tab. 2). Również badania dotyczące wpływu światła lasera na odmiany pszenicy twardej — *Triticum durum* (forma jara) wykazały pozytywny wpływ zastosowania lasera półprzewodnikowego na cechy morfologiczne siewek. Obserwowano wydłużenie koleoptyla, korzonków zarodkowych i nadziemnej części siewki, przy czym reakcja badanych odmian była zróżnicowana (Drozd i in., 2000).

Tabela 2

Grupy jednorodne dla cech morfologicznych siewek (cm) — ostatni rok zbiorów
Homogeneous groups for morphological characters of seedlings (cm) — last year of crop

Cechy Characters	Kontrola Control	Dawka naświetlania — Irradiation doses			
		I	II	III	NIR LSD
Korzeń	13,88	18,48	16,18	22,63	0,68
Root	D	B	C	A	
Koleoptyl	6,93	6,95	7,95	7,37	0,07
Coleoptile	C	C	A	B	
Nadziemna część	9,82	14,57	14,97	17,02	0,41
First leaf	C	B	B	A	

Otrzymane wyniki wskazują na większą efektywność biostymulującego działania światła lasera półprzewodnikowego niż lasera gazowego (He-Ne). W związku z powyższym podjęto badania nad reakcją materiałów przechowywanych przez okres kilku lat (cechujących się obniżonymi parametrami wartości siewnej) na naświetlanie ziarniaków promieniami lasera półprzewodnikowego.

Analiza wariancji dla energii kiełkowania wykazała istotne zróżnicowanie dawek, lat oraz interakcję dawek z latami. Najwyższą wartością energii kiełkowania charakteryzowały się nasiona pochodzące z ostatniego i przedostatniego roku zbioru, natomiast najlepszy efekt obserwowano po zastosowaniu dawki pierwszej (tab. 3). Zdolność kiełkowania była cechą, dla której analiza statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie lat oraz interakcję dawek z latami. Podobnie jak dla energii kiełkowania najwyższymi parametrami po zastosowaniu światła lasera charakteryzowały się materiały pochodzące z dwóch ostatnich lat zbioru (tab. 4).

Tabela 3

Grupy jednorodne dla interakcji dawek z latami — energia kiełkowania (%)
Homogeneous groups for interaction doses × years — germination energy (%)

Lata Years	Kontrola Control		Dawka naświetlania — Irradiation doses					
			I		II		III	
1995	59,66 b	B	64,66 c	A	55,33 b	C	52,66 b	C
1996	81,33 a	C	88,33 b	B	91,33 a	A	93,00 a	A
1997	80,66 a	B	93,00 a	A	93,00 a	A	91,66 a	A

NIR; LSD = 2,73

Porównanie poziome A, B, C; Horizontal comparison A, B, C

Porównanie pionowe a, b, c; Vertical comparison a, b, c

Tabela 4

Grupy jednorodne dla interakcji dawek z latami — zdolność kiełkowania (%)
Homogeneous groups for interaction doses × years — germination capacity (%)

Lata Years	Kontrola Control		Dawka naświetlania — Irradiation doses					
			I		II		III	
1995	88,66 a	A, B	92,33 b	A	92,00 b	A	86,66 b	B
1996	85,67 a	B	93,67 a, b	A	93,33 a, b	A	96,33 a	A
1997	87,00 a	B	98,33 a	A	97,67 a	A	98,00 a	A

NIR; LSD = 4,81

Porównanie poziome A, B, C; Horizontal comparison A, B, C

Porównanie pionowe a, b, c; Vertical comparison a, b, c

Dla długości nadziemnej części siewki i koleoptyli analiza statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie lat oraz interakcję dawek z latami. Wszystkie materiały nasienne, z wyjątkiem przechowywanych przez okres trzyletni, zareagowały pozytywnie na przedsięwziętą biostymulację laserową, efektem, tego było istotne wydłużenie nadziemnej

części siewki. Długość koleoptyla była cechą, u której promieniowanie lasera spowodowało stymulację w materiałach świeżych i z dwóch ostatnich okresów wegetacyjnych. Analiza wariancji dla długości korzonków zarodkowych wykazała istotne zróżnicowanie dawek oraz interakcję badanych czynników. Obserwowano istotną pozytywną reakcję na światło lasera ziarniaków wyłącznie z dwu ostatnich lat zbioru, wyrażającą się wydłużeniem korzonków zarodkowych w porównaniu z materiałem kontrolnym (tab. 5).

Tabela 5

Interakcja dawek z latami — cechy morfologiczne siewek
Interaction doses × years — morphological characters of seedlings

Dawka Dose	Okres przechowywania Time of storage														
	świeże — fresh			1 rok — 1 year			2 lata — 2 years			3 lata — 3 years			4 lata — 4 years		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
K	13,88 D	6,93 C	9,82 C	13,85 B	6,75 D	11,02 C	15,11 A	6,00 C	10,80 B	16,35 A	4,74 A	12,11 A	14,39 C	2,64 A	9,46 B
D1	18,48 B	6,95 C	14,57 B	19,01 A	6,95 C	16,91 A	15,25 A	5,87 D	11,33 A	15,79 A	4,65 B	12,67 A	15,26 A	1,89 C	10,30 A
D2	16,18 C	7,95 A	14,97 B	19,43 A	7,10 B	16,28 B	14,06 B	6,09 B	10,29 C	16,03 A	3,83 C	12,44 A	14,79 A B	2,17 B	7,63 D
D3	22,63 A	7,37 B	17,02 A	19,60 A	7,28 A	16,42 B	15,12 A	6,42 A	11,37 A	14,33 B	3,63 D	10,32 B	14,53 B C	1,85 C	8,45 C
NIR LSD	0,68	0,07	0,41	0,68	0,07	0,41	0,68	0,07	0,41	0,68	0,07	0,41	0,68	0,07	0,41

I — Korzeń; Root, II — Koleoptyl; Coleoptile, III — Nadziemna część siewki; First leaf length

WNIOSKI

1. Istotną stymulację cech morfologicznych siewek pszenicy jarej uzyskano po zastosowaniu promieni lasera półprzewodnikowego.
2. Przedsiewna biostymulacja przy użyciu lasera półprzewodnikowego spowodowała podwyższenie energii i zdolności kiełkowania badanej odmiany.
3. Stwierdzono interakcję zastosowanych dawek światła lasera z okresami przechowywania nasion. Największy pozytywny efekt obserwowano dla cechy długości nadziemnej części siewki.
4. Wykazano skuteczniejsze działanie biostymulujące lasera półprzewodnikowego, niż lasera gazowego He-Ne na cechy morfologiczne i wartość siewną odmiany Banti.

LITERATURA

- Drozd D., Szajsner H., Bielawska A. 1996. Wpływ przedsiewnej biostymulacji laserowej na wartość użytkową nasion pszenicy jarej ze zbiorów 1992–1995. Biul. IHAR 200: 287 — 290.
- Drozd D., Szajsner H., Laszkiewicz E. 2000. Wpływ promieniowania laserowego na cechy ilościowe u pszenicy *Triticum durum* w warunkach laboratoryjnych. Biul. IHAR 216: 351 — 355.
- Drozd D., Szajsner H., Koper R. 1996. Wpływ przedsiewnego naświetlania laserem nasion pszenicy jarej na zdolność kiełkowania i długość koleoptyla. Fragn. Agron. 1: 44 — 51.
- Dziamba S., Koper R. 1992. Wpływ naświetlania laserem na plon ziarna pszenicy jarej. Fragn. Agron. 1: 16 — 23.

- Koper R. 1994. Urządzenie do przedsiewnej laserowej biostymulacji nasion metodą ich naświetlania nastawnymi dawkami energii. Biuletyn Urzędu Patentowego 9.
- Koper R., Dygdała Z. 1994. Urządzenie do obróbki przedsiewnej nasion promieniowaniem laserowym. Patent nr 162598. Wiadomości Urzędu Patentowego nr 12.
- Polska Norma 1994, PN-R-65950.
- Rybiński W., Patyna H., Przewoźny T. 1993. Mutagenic effect of laser and chemical mutagenes in barley (*Hordeum vulgare*). Genet. Pol. 34 (4): 337 — 343.
- Szajsner H., Drozd D. 2001. Przedsiewne oddziaływanie światła laserowego na cechy materiału siewnego pszenicy jarej. Acta Agrophysica, nr 46: 179 — 186.
- Szajsner H. 2003. Zmienność cech ilościowych u pszenic pod wpływem biostymulacji laserowej. Biul. IHAR 226/227: 149 — 154.

TOMASZ GÓRALPracownia Chorób Roślin, Zakład Fitopatologii
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Odporność odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc.*

Resistance of winter wheat cultivars to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc.

Badano odporność 40 odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów. Większość odmian znajduje się obecnie w Krajowym Rejestrze odmian. Badania prowadzono w latach 2002–2004 na polach doświadczalnych IHAR Radzików. Kłosa pszenicy ozimej inokulowano izolatami *Fusarium culmorum*. Oceniano stopień porażenia kłosa, porażenie ziarniaków oraz redukcję komponentów plonu. Większość odmian była podatna na fuzariozę kłosów, z tym że wystąpiło znaczne zróżnicowanie tej cechy. Znalaziono zarówno odmiany o niskiej podatności na porażenie kłosa (np. Turnia, Alba, Tonacja, Liwilla), jak i liczne odmiany o bardzo wysokiej podatności (Liryka, Maltanka, Clever, Kris, Soraja). Część odmian podatnych (Begra, Kobra, Symfonia) wykazała tolerancję na porażenie kłosa przejawiającą się średnim porażeniem ziarniaków i średnią redukcją plonu. Równocześnie wśród odmian o niskim porażeniu kłosa obserwowano odmiany o znacznym porażeniu ziarniaków (Liwilla, Sukces, Wilga). Termin kwitnienia i wysokość odmian pszenicy ozimej miały istotny wpływ na obserwowane nasilenie fuzariozy kłosów. Odmiany wyższe były z reguły słabiej porażane przez *F. culmorum* niż odmiany niskie. Część odmian niskich i średniej wysokości wykazała odchylenie od tej zależności (np. Symfonia, Izolda, Sukces, Tonacja, Alba), co wskazuje, że mogą one posiadać geny odporności na fuzariozę kłosów.

Słowa kluczowe: *Fusarium*, fuzarioza kłosów, odmiany, odporność, pszenica

Resistance of 40 winter wheat cultivars from the Polish National List to *Fusarium* head blight was studied. Experiments were conducted in the years 2002–2004 in the experimental fields of PBAI Radzików, Poland. Heads of winter wheat were inoculated with *Fusarium culmorum*. Head infection, number of *Fusarium* damaged kernels and reductions of yield components were evaluated. Winter wheat cultivars were on average medium susceptible, however the wide variability of reaction occurred. Several resistant cultivars (e.g. Turnia, Alba, Tonacja, Liwilla) and a number of highly susceptible ones (e.g. Liryka, Maltanka, Clever, Kris, Soraja) were distinguished. In spite of the high level of head infection, some susceptible cultivars (Begra, Kobra, Symfonia) showed medium resistance to kernel

* Praca wykonana w ramach projektu finansowanego przez MRiRW “Wyprowadzenie form pszenicy ozimej i jarej odpornych na fuzariozę kłosów”

damage and medium tolerance to yield reduction. In contrast, some cultivars with low head infection were characterized by a relatively large number of *Fusarium* damaged kernels (Liwill, Sukces, Wilga). Flowering time and straw height significantly influenced the head blight severity. Heads of the tall cultivars, as compared with those of the short ones, were usually infected with *F. culmorum* at the lower level. However, some short and medium cultivars (e.g. Symfonia, Izolda, Sukces, Tonacja, Alba) showed some deviations from the general tendency. This suggests the presence of resistance genes in these cultivars.

Key words: cultivars, *Fusarium*, head blight, resistance, wheat

WSTĘP

Fuzarioza kłosów zbóż jest chorobą powodowana przez grzyby należące do rodzaju *Fusarium*. Występowanie tej choroby obserwowane jest na wszystkich zbożach uprawianych w naszej strefie klimatycznej (pszenica, pszenżyto, żyto, owies, jęczmień, kukurydza). Największe znaczenie fuzarioza kłosów (kolb) ma dla upraw pszenicy i kukurydzy (Góral i in., 1995; Liu i in., 1997; Arseniuk i in., 1993; Langevin i in., 2004). Wynika to z dużej podatności tych zbóż, powszechności występowania patogena oraz ze znacznej powierzchni uprawy pszenicy i kukurydzy.

W Polsce fuzariozę kłosów pszenicy powodują głównie gatunki *F. culmorum*, *F. graminearum* i *F. avenaceum* (Wakuliński i Chełkowski, 1993; Bottalico, 1998). Zmienne warunki klimatyczne w Polsce powodują zmiany procentowego udziału tych gatunków, z tym że dwa pierwsze gatunki są znacznie bardziej patogeniczne niż *F. avenaceum*. Mogą, więc w sprzyjających warunkach powodować silne porażenia kłosów pszenicy. *Fusarium avenaceum* i inne gatunki (*F. poae*, *F. sporotrichioides* i in.) mają niższą patogeniczność, jednakże występują dość powszechnie w uprawach pszenicy. W ostatnich latach obserwuje się w Polsce wzrost znaczenia *F. graminearum* jako sprawcy fuzariozy kłosów (Chełkowski i in., 1987; Wakuliński i Chełkowski, 1993). Wiąże się to z podniesieniem się średniej temperatury występującej wiosną i latem oraz wzrostem powierzchni uprawy kukurydzy na ziarno, której resztki poźniwne są głównym źródłem inokulum *F. graminearum*.

Ziarno pochodzące z porażonych kłosów może być skażone mikotoksynami fuzaryjnymi (Perkowski 1999). Grzyby powodujące fuzariozę kłosów wytwarzają liczne metabolity toksyczne zwane mikotoksynami. Do najważniejszych i najczęściej występujących w Polsce w ziarnie zbóż należą: deoksyniwalenol, niwalenol, zearalenon i moniliformina (Marasas i in., 1984; Bottalico, 1998; Perkowski, 1999). Mikotoksyny fuzaryjne charakteryzują się różnym stopniem toksyczności. Do organizmu mogą przenikać nie tylko przez przewód pokarmowy, ale także przez inhalację oraz przez skórę. Oprócz ogólnego działania toksycznego mikotoksyny te mogą powodować zaburzenia rozrodu (zearalenon), a część z nich uznaje się za potencjalnie kancerogenne dla ludzi (fumonizyny) (Riley i in., 1993; D'Mello i in., 1999; Arseniuk i Góral, 2005).

Celem pracy było zbadanie odporności odmian pszenicy ozimej uprawianych ostatnich latach w Polsce. Informacja na ten temat jest bardzo ważna zarówno dla producentów zbóż jak i dla hodowców pszenicy. Wiąże się to z faktem wydania, po wieloletnich pracach, rozporządzenia Komisji Europejskiej Nr 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005. Wprowadza ono

nowelizację do rozporządzenia Nr 466/2001, dotyczącego zanieczyszczeń w żywności, rozszerzając je o toksyny fuzaryjne. Dopuszczalną zawartość deoksyniwalenolu w nieprzetworzonej pszenicy twardej, owsie i kukurydzy ustalono na 1750 µg/kg ziarna, a w innych nieprzetworzonych zbożach 1250 µg/kg. W przypadku zearalenonu limity te wynoszą 100 µg/kg ziarna zbóż innego niż kukurydza i 200 µg/kg ziarna kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 40 odmian pszenicy ozimej, z których większość znajdowała się w latach 2002–2004 w polskim rejestrze odmian (tab. 1). Badania prowadzono w latach 2002–2004 na polach doświadczalnych IHAR Radzików. Badane obiekty wysiano na poletkach o powierzchni 1 m² w trzech powtórzeniach oraz w kombinacji kontrolnej. Kombinacja kontrolna, po wykłoszeniu roślin, chroniona była fungicydem zwalczającym fuzariozę kłosów (Tilt CB 37,5 WP).

Tabela 1

Charakterystyka 40 odmian pszenicy ozimej badanych w latach 2002–2004
Characteristics of 40 cultivars of winter wheat investigated in the years 2002–2004

Odmiana Cultivar	Pochodzenie Pedigree	Rok rejestracji Registration year	Klasa jakościowa Quality group
1	2	3	4
Alba	Weique/Dańkowska-Biała//Luna/3/Grana/4/Maris Huntsman/L832 ₇₀	1987 ^w	C
Aleta	Emika/Maris-Huntsman	1994	C
Almari	Maris-Huntsman/Alcedo//Grana	1989	C
Begra	Grana/Bezostaja 1	1982 ^w	A
Clever ^{rh}	Haven/Slejpner//Torfrida	2001	B
Elena	STH-1262/SMH-1320	1995	C
Emika	Etoile-de-Choisy/Mironowska-808//Perdix	1985 ^w	C
Izolda	Maris-Nimrod/Langensteiner-817-72//P-3567-73	1996	C
Jawa	Eureka/Grana//Cebeco-72/Sylvia	1985	C
Jubilatka	Maris-Huntsman/Niwa/3/Orla/Niwa//DED-739-75	1991 ^w	C
Juma	Mironowska-Jubilejna/2*Maris-Huntsman	1992 ^w	B
Kaja	Liwilla/Maris-Huntsman	1997	C
Kamila	Kranich/WW-153-1//Beta	1989	C
Kobra	Maris-Huntsman/Krasnodarska-39//Mironowska-808/Luna	1992	B
Korweta	CHD-3672-72-77/Gama	1997	A
Kris ^{rh}	Disponent/Norman//Rendezvous/3/Torfrida	2000	B
Liryka	FCS-137/Oda	1998	C
Liwilla	Etoile-de-Choisy//Mironowska-808/Perdix	1980 ^w	-
Maltanka	Kaukaz/Grana//Maris-Huntsman	1993	C
Mewa ^o	CHD-756-78/FD-303//Gama	1998	B
Mikon	Fakon//Gaines/3*Mironowska-808	1994	B
Mikula	Compal/DED-130-77//SMH-1695	1999	C
Mobela	Begra/Monopol//Lanca	1998 ^w	B
Nutka	Jubilatka/SMH-2182	2001	B
Pegassos	RPB-49-75/3/Maris-Huntsman/Glaucus//Urban	2001	A
Roma	AR-112-74/Maris-Huntsman//Niwa/Maris-Huntsman	1992	B
Rysa	Cariplus/Mironowska-808//POB-8182-80	1998	B
Sakwa	SMH-1321/UH-318//STH-1527	1996	B

c.d. Tabela 1

1	2	3	5
Sława	Lanca/Juwell 15	2001	B
Soraja	STH-1623/Almari	2000	B
Sukces	Jubilatka/SMH-2182	2001	A
Symfonia	Jawa/KOC-7903-80//CHD-661-79	1999	C
Tercja	Emika/Maris-Huntsman	1995 ^w	C
Tonacja	Jubilatka/SMH-2182	2001	B
Tortija	Alidos/Jawa	2000	B
Turnia	Polanka/DED-739-75//Polanka/TAW-6505-74	2001	A
Wanda	N-320/Maris-Huntsman//Lanca	1997 ^w	C
Wilga	Juwell/Lanca	1994 ^w	C
Zorza	Maris-Nimrod/Langensteiner-817-72//P-3567-73	1995	K
Zyta	Jubilatka/SMH-2182	1999	A
STH-1262	Jubilejna-50/Maris-Huntsman//Hohenthurn-8174/Grana/3/Maris-Huntsman		
SMH-1320	Maris-Huntsman//NS-736/Mironowska-808		
SMH-1632	Alcedo/Sava//Maris-Huntsman/3/Mironowska-10		
SMH-2182	CHD-473-73 /3/ Kaukaz / Grana // Grana		

^{rh} — Odmiany posiadające gen *Rht2*; ° — Odmiana oścista; ^w — Odmiana skreślona z krajowego rejestru; A — Odmiany jakościowe, B — Odmiany chlebowe, K — Odmiany na ciastka, C — Pozostałe (COBORU 2005).

^{rh} — Cultivars with *Rht2* gene; ° — Awned cultivar; ^w — Cultivar removed from the National List; A — Quality wheat, B — Bread wheat, K — Biscuit wheat, C — Other (COBORU 2005)

Kłosa odmian pszenicy ozimej inokulowano izolatami *F. culmorum*. Metodyka produkcji inokulum i charakterystyka izolatów została opisana w pracy Góról (2005). Zastosowano metodę inokulacji przez opryskiwanie. Kłosa pszenicy opryskiwane były zawieszoną zarodników w ilości około 100 ml zawiesiny na poletko. Inokulację przeprowadzono po zakwitnięciu około 50% kłosów na poletku i powtarzano 3–4 dni później. Zabiegi wykonywano w godzinach wieczornych, kiedy spadała temperatura i wzrastała względna wilgotność powietrza. Ocenę porażenia odmian rozpoczęto po pojawieniu się pierwszych objawów choroby. Przeprowadzono trzy oceny w odstępach 7-dniowych. Nasilenie fuzariozy kłosów określano na podstawie liczby porażonych kłosek w kłosie, tylko w kłosach z objawami choroby (porażenie kłosa) oraz liczby kłosów prażonych na poletku (wystąpienie fuzariozy). Parametry te posłużyły do wyliczenia indeksu fuzariozy (IFK) określającego procentowy udział kłosek z objawami choroby we wszystkich kłosach na poletku.

W okresie żniw zebrano ręcznie po 20 kłosów z każdego poletka. Kłosa wymłócone zostały przy pomocy młocarni laboratoryjnej o słabym nawiewie zapobiegającym utracie lekkich, porażonych ziarniaków. Określono względną redukcję komponentów plonu ziarna — masy ziarna z kłosa (MZK), masy tysiąca ziarniaków (MTZ), masy objętościowej ziarniaków (g/100 cm³). Proporcja ziarniaków uszkodzonych przez *Fusarium* (ang. *Fusarium* damaged kernels) została określona wizualnie poprzez podział próby ziarniaków na ziarniaki zdrowe (normalne i pomarszczone) oraz ziarniaki w różnym stopniu porażone przez *Fusarium*: białe lub różowo przebarwione, białe pomarszczone (Chełkowski, 1989; Argyris i in., 2003).

Analizę wariancji przeprowadzono przy pomocy systemu SAS® produkcji SAS Institute Sp. z o.o. (SAS Institute, 2004). Zastosowano procedurę GLM ze względu na zróżnicowanie liczby terminów obserwacji i powtórzeń w kolejnych latach badań.

Odmiany grupowano przy zastosowaniu analizy metodą k -średnich wykorzystując procedurę FASTCLUS systemu SAS. Zastosowano dane zestandaryzowane. Dla zobrazowania wyników zastosowano procedurę CANDISC.

WYNIKI

Średni indeks fuzariozy kłosów powodowanej przez *F. culmorum* dla odmian pszenicy ozimej wynosił 34,6% (tab. 2). Zakres reakcji wynosił 19,0–57,3%. Różnice pomiędzy odmianami pszenicy pod względem tej cechy były istotne statystycznie. Zmienność indeksu fuzariozy kłosów była wysoka – współczynnik zmienności 51,0%.

Tabela 2

Reakcja 40 odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów powodowaną przez *F. culmorum* w latach 2002–2004

Resistance of 40 cultivars of winter wheat to *Fusarium* head blight caused by *F. culmorum* in the years 2002–2004

Odmiana ¹ Cultivar ¹	Termin kwitnienia ² Flowering date ²	Wysokość Height (cm)	Wystą- pienie fuzariozy Disease incidence (%)	Porażenie kłosa Disease severity (%)	Indeks fuzariozy kłosa FHB index (%)	FDK (%)	Redukcja MZK GWH reduction (%)	Redukcja MTZ TKW reduction (%)	Redukcja masy objętościo- wej Test weight reduction (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alba	44,5	107,3	76,1	24,4	19,0	41,4	58,5	37,3	14,8
Turnia	44,0	116,7	78,3	25,8	20,4	47,9	63,8	39,7	15,8
Aleta	42,0	114,7	77,2	29,7	23,4	58,9	58,0	29,2	11,1
Jubilatka	45,0	112,0	76,7	30,3	23,9	67,8	66,6	41,0	15,1
Tonacja	44,0	108,7	79,4	30,3	24,1	55,8	60,3	29,0	13,3
Liwilla	41,0	117,0	75,0	31,7	24,1	52,0	47,9	32,7	17,2
Roma	44,0	117,7	77,2	32,5	25,5	53,5	55,3	26,8	8,3
Sukces	45,0	109,3	78,9	32,2	25,6	58,3	62,4	24,3	13,5
Wanda	44,0	120,7	77,8	32,8	26,0	47,1	63,6	35,2	12,6
Wilga	42,0	118,3	76,7	35,0	27,6	64,9	62,3	37,5	12,6
Sława	43,0	115,0	79,4	35,8	28,5	47,4	55,0	23,8	10,6
Zyta	44,0	115,0	78,3	37,2	29,4	66,4	64,5	33,0	14,6
Izolda	42,0	103,7	77,8	37,5	29,7	61,5	58,9	30,5	10,9
Mewa	41,5	112,7	75,6	38,3	29,9	44,3	49,6	32,1	10,1
Symfonia	41,5	96,7	78,3	37,8	30,0	53,0	66,8	36,5	18,2
Kaja	44,0	118,3	77,8	39,4	31,1	66,8	63,8	38,4	17,7
Juma	45,0	111,0	78,3	41,7	32,9	67,7	66,2	38,1	16,8
Emika	43,0	115,0	78,3	42,5	33,0	64,6	66,0	48,4	18,9
Mobela	42,0	113,7	79,4	42,2	33,2	45,8	64,3	38,5	15,1
Tercja	45,5	106,0	78,3	43,3	34,3	66,6	71,7	45,9	19,9
Nutka	44,0	106,7	78,9	44,4	34,4	63,8	65,5	36,1	18,2
Mikula	43,0	116,7	78,3	45,6	36,1	67,3	70,6	44,1	18,9
Elena	45,0	99,3	78,9	46,7	36,4	65,1	73,0	39,3	20,8
Korweta	43,0	108,3	80,0	46,1	36,9	63,2	70,0	40,5	17,2
Mikon	40,0	105,0	77,8	47,2	37,4	61,5	59,8	41,5	14,8
Pegassos	43,0	107,3	78,3	48,6	37,9	58,4	65,1	38,8	18,7
Tortija	44,5	106,7	77,2	48,9	38,6	73,8	70,3	39,2	20,9
Begra	38,0	104,0	78,3	50,0	39,4	55,9	56,5	25,2	8,1
Kamila	41,0	111,0	77,8	50,6	39,9	59,6	70,2	43,1	17,3

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kobra	38,0	98,0	78,3	51,7	40,8	68,4	68,2	40,3	19,3
Sakwa	44,0	108,3	80,0	52,8	41,2	74,1	72,3	43,9	23,2
Almari	44,0	104,3	78,3	52,8	41,7	66,4	69,1	43,6	20,2
Zorza	41,5	102,3	80,0	53,3	42,7	65,3	63,9	42,0	15,4
Jawa	38,0	101,0	78,3	53,9	43,0	56,1	59,1	32,4	12,3
Kris	45,0	89,3	80,0	54,4	43,6	82,0	80,1	49,1	27,8
Rysa	42,0	107,7	80,0	55,6	44,4	67,5	67,0	40,5	21,0
Clever	43,5	92,3	80,0	57,2	45,5	83,8	77,8	49,0	22,8
Soraja	39,0	104,7	78,3	58,9	46,2	70,1	67,4	42,6	21,1
Maltanka	38,0	101,0	80,6	60,3	47,9	65,9	55,6	36,9	16,9
Liryka	38,0	105,3	80,6	70,6	57,3	78,6	72,9	47,8	28,5
Średnia Mean	42,4	107,3	78,4	43,8	34,6	62,0	64,5	37,8	16,7
NIR _{0,05}	—	—	n.i. ns	15,4	13,0	14,9	12,7	13,0	8,5
LSD _{0,05}	—	—	n.i. ns	15,4	13,0	14,9	12,7	13,0	8,5
Współ. zmienności CV (%)	—	—	5,9	48,3	51,0	21,2	17,6	33,1	46,4

¹ — Odmiany uszeregowane wg wzrastającego indeksu fuzariozy kłosów; ² — Liczba dni od 1 maja; FDK — Uszkodzenie ziarniaków przez *F. culmorum*; MZK — Masa ziarna z kłosa; MTZ — Masa 1000 ziarniaków

¹ — Cultivars ranked according to increasing values of FHB index; ² — Number of days from May 1; FDK — Fusarium damaged kernels; GWH — Grain weight per head; TKW — 1000 kernels weight

W kolejnych latach badań wartości IFK były następujące: rok 2002 — 36,8%, zakres reakcji 16,3–73,7%; rok 2003 — 30,3%, zakres reakcji 11,5–43,5%; rok 2004 — 36,6%, zakres reakcji 18,0–64,3%. Współczynniki korelacji indeksu fuzariozy kłosów w trzech latach badań były wysokie i istotne statystycznie (tab. 3). Wskazuje to na dobrą powtarzalność uzyskiwanych wyników.

Tabela 3

Współczynniki korelacji indeksów fuzariozy kłosa dla 40 odmian pszenicy ozimej z trzech kolejnych lat badań
Coefficients of correlation between FHB indexes for 40 winter wheat cultivars from three years of the study

Indeks fuzariozy kłosa (%) FHB index (%)	2002	2003
2003	0,383*	—
2004	0,455**	0,516**

*, ** Istotne dla $\alpha < 0,05$ i $0,01$; Significant for $P < 0.05$ and 0.01

Odmiany różniły się terminem kwitnienia w zakresie od 38 do 45,5 dnia od 1 maja oraz wysokością w zakresie od 89,3 do 120,7 cm (tab. 2). Nie stwierdzono różnic pomiędzy odmianami odnośnie wystąpienia fuzariozy kłosów. Zmienność tego parametru była niewielka. Przeciętnie ponad 78% kłosów na poletku wykazywało porażenie fuzariozą. Natomiast odmiany istotnie różniły się porażeniem kłosa. Zmienność tej cechy była wysoka w zakresie od 24,4 do 70,6% i właśnie ta cecha decydowała o wielkości indeksu fuzariozy kłosów. Wskazują na to również uzyskane współczynniki korelacji (tab. 4). Średni poziom uszkodzenia ziarniaków przez *F. culmorum* był wysoki i wyniósł 62,0%.

Zmienność tej cechy była wysoka w zakresie od 41,4 do 83,8%. Jednakże zmienność ta była niższa niż zmienność indeksu fuzariozy.

Redukcja masy ziarna z kłosa była wysoka i wyniosła średnio 64,5%. Reakcja odmian zawierała się w zakresie 47,9–80,1%. Różnice pomiędzy odmianami były istotne statystycznie, jednakże zmienność tej cechy nie była wysoka. Średnia redukcja MTZ wyniosła 37,8%. Reakcja odmian zawierała się w zakresie 23,8–49,1%. Współczynnik zmienności był wyższy niż dla redukcji MZK i wynosił 33,1%. Redukcja masy objętościowej ziarniaków wynosiła średnio 16,7%. Reakcja odmian zawierała się w zakresie 8,1–28,5%. Cecha ta charakteryzowała się najwyższą zmiennością spośród komponentów plonu (współczynnik zmienności 46,4%).

Stwierdzono istotność współczynników korelacji terminu kwitnienia odmian pszenicy z porażeniem kłosa i indeksem fuzariozy kłosów (tab. 4).

Tabela 4

Współczynniki korelacji cech morfologicznych, fuzariozy kłosa oraz redukcji komponentów plonu dla 40 odmian pszenicy ozimej
Coefficients of correlation between morphological characters, *Fusarium* head blight and reductions of yield components for 40 winter wheat cultivars

	Termin kwitnienia Flowering date	Wysokość Height (cm)	Wystąpienie fuzariozy Disease incidence (%)	Porażenie kłosa Disease severity (%)	Indeks fuzariozy kłosa FHB index (%)	FDK (%)	Redukcja MZK GWH reduction (%)	Redukcja MTZ TKW reduction (%)
Wysokość Height (cm)	0,228							
Wystąpienie fuzariozy Disease incidence (%)	-0,097	-0,463**						
Porażenie kłosa Disease severity (%)	-0,508**	-0,590**	0,618**					
Indeks fuzariozy kłosa FHB index (%)	-0,507**	-0,593**	0,633**	0,999**				
FDK (%)	0,010	-0,468**	0,530**	0,828**	0,830**			
Redukcja MZK GWH reduction (%)	0,285	-0,476**	0,529**	0,508**	0,512**	0,708**		
Redukcja MTZ TKW reduction (%)	0,040	-0,381*	0,311	0,573**	0,570**	0,742**	0,773**	
Redukcja masy objętościowej Test weight reduction (%)	0,014	-0,471**	0,416**	0,627**	0,621**	0,684**	0,772**	0,838**

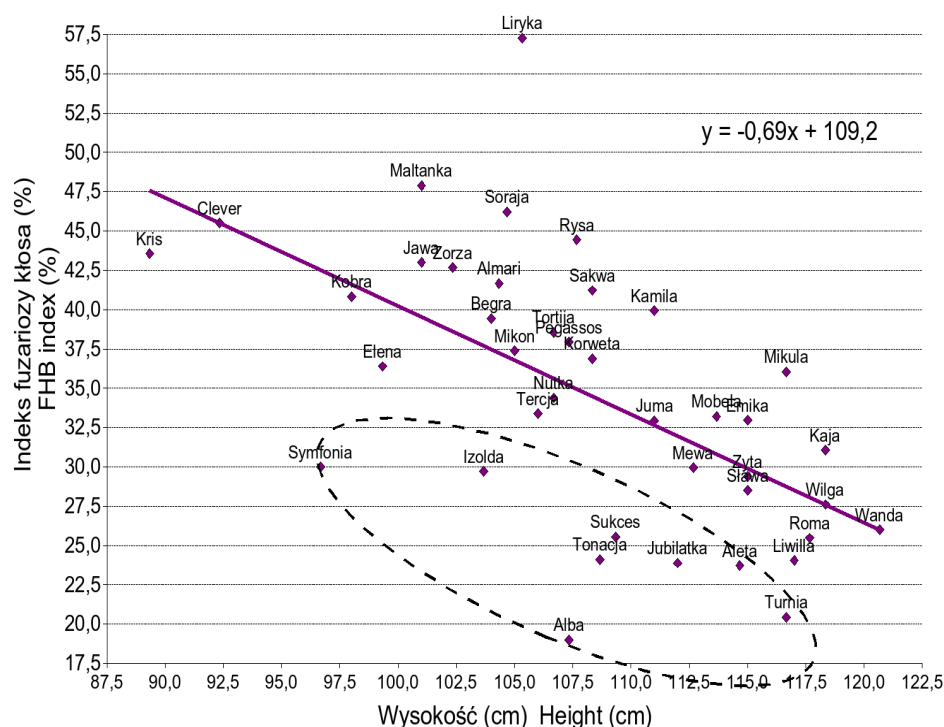
*, ** - istotne dla $\alpha < 0,05$ i $0,01$; *, ** - significant for $P < 0,05$ and $0,01$

FDK - uszkodzenie ziarniaków przez *F. culmorum*; MZK - masa ziarna z kłosa; MTZ - masa 1000 ziarniaków

FDK - Fusarium damaged kernels; GWH - grain weight per head; TKW - 1000 kernels weight

Współczynniki były ujemne, co wskazuje że odmiany późniejsze były słabiej porażane przez chorobę. Cecha ta determinowała 25,7% zmienności indeksu fuzariozy kłosów. Część odmian średnio wczesnych była słabo porażana przez fuzariozę kłosów np. Liwilla, Aleta, Wilga, Symfonia, Izolda, Mewa. Natomiast niektóre późne odmiany były silnie porażane przez chorobę np. Kris, Clever, Almari. Stwierdzono również wyraźną zależność pomiędzy wysokością roślin a fuzariozą kłosów. Wskazuje to, że nasilenie choroby

w dużym stopniu ($r^2 = 35,1\%$) determinowane było przez tę cechę morfologiczną a nie genetyczną odporność odmian. Część odmian wykazała znaczne odchylenie od regresji liniowej (rys. 1). Były to: Symfonia, Izolda, Sukces, Tonacja, Alba, Jubilatka, Aleta, Turnia. Odmiany te charakteryzowały się małą lub średnią wysokością oraz niższymi wartościami indeksu fuzariozy niż inne odmiany o podobnej wysokości.



Rys. 1. Regresja liniowa zależności indeksu fuzariozy kłosa od wysokości roślin pszenicy ozimej ($r = -0,593$; $r^2 = 35,1\%$)

Fig. 1. Linear regression of the FHB index on plant height of winter wheat ($r = -0,593$; $r^2 = 35,1\%$)

Indeks fuzariozy korelował istotnie z redukcjami komponentów plonu oraz stopniem uszkodzenia ziarniaków przez *F. culmorum* (tab. 4). Najwyższy współczynnik znaleziono dla tej ostatniej cechy. Uszkodzenie ziarniaków również korelowało z redukcjami komponentów plonu.

Analizę skupień metodą *k*-średnich przeprowadzono dla zmiennych charakteryzujących cechy morfologiczne (termin kwitnienia, wysokość), odporność (indeks fuzariozy kłosów, FDK), tolerancję (redukcja MTZ, redukcja masy objętościowej). Do analizy nie wzięto następujących zmiennych: nasilenie fuzariozy kłosów, porażenie kłosa, redukcja MZK. Pierwsza zmienna nie różnicowała istotnie odmian, druga korelowała na poziomie $r = 0,99$ z indeksem fuzariozy kłosów. Natomiast redukcja MZK była zmienną o najmniejszej

wariancji spośród zmiennych charakteryzujących strukturę plonu, a jej wartość zależała od wartości dwóch pozostałych zmiennych (redukcja MTZ, redukcja masy objętościowej).

W wyniku analizy kanonicznej uzyskano trzy istotne statystycznie zmienne kanoniczne. Wyjaśniały one kolejno 55,1; 17,4 i 8,7% zmienności w badanej populacji pszenicy. Na wartość zmiennej Can1 największy wpływ miała redukcja MTZ, FDK i IFK (tab. 5). Na wartość zmiennej Can2 największy wpływ miał termin kwitnienia i wysokość. Wartość zmiennej Can3 zależała głównie od redukcji masy objętościowej.

Tabela 5

Ogólne standaryzowane wagi kanoniczne
General standardized canonical weights

Zmienna — Variable	Can1	Can2	Can3
Termin kwitnienia — Flowering date	0,29	1,91	-1,06
Wysokość — Height (cm)	-0,67	1,49	1,13
Indeks fuzariozy kłosa — FHB index (%)	0,79	1,25	-0,06
FDK (%)	0,81	-0,44	-0,54
Redukcja MTZ — TKW reduction (%)	0,82	0,13	-0,91
Redukcja masy objętościowej — Test weight reduction (%)	0,18	0,55	2,33

FDK — Uszkodzenie ziarniaków przez *F. culmorum*; *Fusarium* damaged kernels

MTZ — Masa 1000 ziarniaków; TKW — 1000 kernels weight

Tabela 6

Wartości zmiennych kanonicznych dla centroidów skupień
Values of canonical variates for the cluster centroids

Skupienie — Cluster	Can1	Can2	Can3
1	-2,88	0,44	0,21
2	1,07	1,40	-0,36
3	4,16	-0,46	5,06
4	-0,04	-3,80	-0,36
5	6,14	-0,39	-2,30

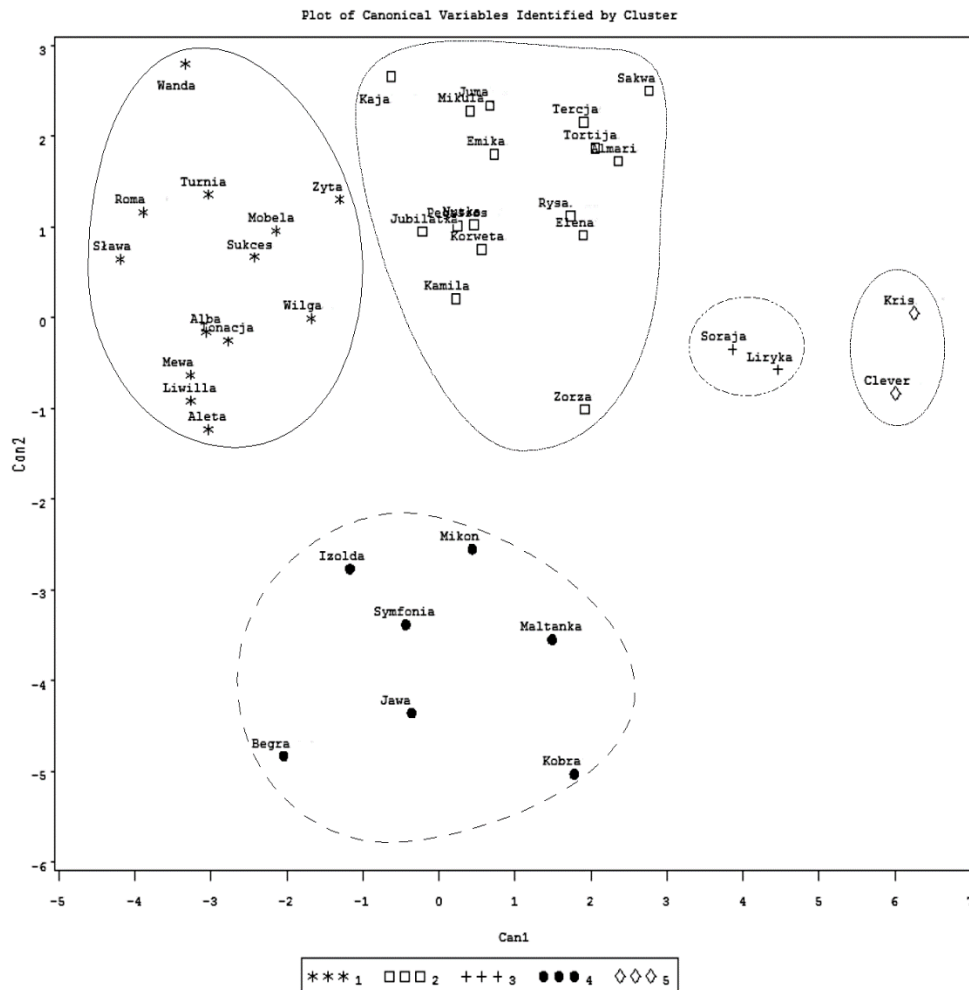
Tabela 7

Statystyki podsumowujące dla skupień
Summary statistics for the clusters

Skupienie Cluster	Liczebność Frequency	Odchylenie standardowe śr. kwadratu Root MS std deviation	Największa odległość od ziarna do obserwacji Max. distance from seed to observation	Najbliższe skupienie Nearest cluster	Odległość między centroidami skupień Distance between cluster centroids
1	13	0,5949	1,92	2	2,65
2	16	0,5327	1,79	4	2,57
3	2	0,6331	1,10	5	3,52
4	7	0,6991	1,98	2	2,57
5	2	0,3343	0,58	3	3,52

Analiza skupień metodą *k*-średnich pozwoliła na podział odmian pszenicy ozimej na 5 grup (skupień) (rys. 2). Trzy grupy o podobnej liczebności (1, 2, 4) były zbliżone do siebie, natomiast dwie grupy dwuelementowe (3, 5) były w wyraźnym dystansie od pozostałych,

a także od siebie (tab. 7). Wskazuje na to wysoka dla tych skupień wartość zmiennej kanonicznej Can3, nie uwidocznionej na rysunku 1 (tab. 6). Największym zróżnicowaniem elementów charakteryzowały się grupy 4 i 1, nieco mniejszym grupa 2 (tab. 7).



Rys. 2. Wykres dwóch pierwszych zmiennych kanonicznych przedstawiający przestrzenny układ skupień dla 40 odmian pszenicy ozimej

Fig. 2. Plot of first two canonical variates illustrating spatial separation of clusters for 40 winter wheat cultivars

Charakterystyka odmian w poszczególnych skupieniach jest następująca (tab. 8):

- Grupa 1: trzynaście odmian (np. Turnia, Tonacja, Sukces, Zyta). Wczesność powyżej średniej, wysokie, odporne na fuzariozę, małe uszkodzenie ziarniaków przez *F. culmorum*, redukcja komponentów plonu poniżej średniej.
- Grupa 2: szesnaście odmian (np. Nutka, Pegassos, Korweta). Wczesność powyżej średniej, dość wysokie, średnio podatne na fuzariozę, o dużym uszkodzeniu ziarniaków przez *Fusarium* i średniej redukcji komponentów plonu.
- Grupa 3: dwie odmiany (Soraja, Liryka). Wczesne, o średniej wysokości, bardzo podatne na fuzariozę, o dużym uszkodzeniu ziarniaków przez *F. culmorum* i bardzo dużej redukcji komponentów plonu.
- Grupa 4: siedem odmian (np. Begra, Kobra, Symfonia). Wczesne, niskie, podatne na fuzariozę, średnie uszkodzenie ziarniaków przez *F. culmorum*, średnia redukcja komponentów plonu.
- Grupa 5: dwie odmiany (Kris i Clever). Średnio późne, bardzo niskie, podatne na fuzariozę kłosów, bardzo duże uszkodzenie ziarniaków przez *F. culmorum*, bardzo duża redukcja komponentów plonu.

Tabela 8

Średnie skupień
Cluster means

Skupienie, liczebność Cluster, frequency	Termin kwitnienia Flowering date	Wysokość Height (cm)	<i>Wystąpienie fuzariozy Disease incidence (%)</i>	Porażenie kłosa Disease severity (%)	Indeks fuzariozy kłosa FHB index (%)	FDK (%)	<i>Redukcja MZK GWH reduction (%)</i>	Redukcja MTZ TKW reduction (%)	Redukcja masy objętościo- wej Test weight reduction (%)
1 (13)	43,2	114,4	77,6	32,9	25,9	52,6	58,9	32,2	13,0
2 (16)	43,6	108,8	78,6	46,4	36,6	66,1	68,2	41,4	18,8
3 (2)	38,5	105,0	79,5	64,8	51,8	74,4	70,2	45,2	24,8
4 (7)	39,4	101,3	78,5	48,3	38,3	60,3	60,7	34,8	14,4
5 (2)	44,3	90,8	80,0	55,8	44,6	82,9	79,0	49,1	25,3
Średnia ogólna General mean	42,4	107,3	78,4	43,8	34,6	62,0	64,5	37,8	16,7

Kursywą oznaczono zmienne nie włączone do analizy; Variables written in italics were not included in the analysis
FDK — Uszkodzenie ziarniaków przez *F. culmorum*; MZK — Masa ziarna z kłosa; MTZ — Masa 1000 ziarniaków
FDK — *Fusarium* damaged kernels; GWH — Grain weight per head; TKW — 1000 kernels weight

DYSKUSJA

W oparciu opublikowane do chwili obecnej wyniki badań można przyjąć, że nie występuje specyficzna odporność na poszczególne gatunki *Fusarium* powodujące fuzariozę kłosów. Przedstawiają to zagadnienie np. Van Euwijk i wsp. (1995), Miedaner (1997) oraz Mesterhazy i wsp. (1999). W związku z tym uprawnione jest rozszerzenie

wniosków wynikających z badań przedstawionych w niniejszej pracy, na fuzariozę kłosów w znaczeniu ogólnym.

Badane odmiany były średnio podatne na fuzariozę kłosów (IFK = 34,6%), jeżeli porównamy je ze znanymi odpornymi genotypami pszenicy np. Sumai 3 (IFK = 5,0%), Nobeokabouzu (IFK = 6,1%), Frontana (IFK = 11,1%) oraz Arina (IFK = 12,8%) (Góral, 2005). Wystąpiło znaczne zróżnicowanie odmian pod względem tej cechy i znaleziono grupę odmian o niskiej podatności na porażenie kłosa. Minimalny indeks fuzariozy kłosów dla tych odmian wynosił poniżej 20%

Odmiany zostały podzielone na grupy, które można scharakteryzować przy pomocy poszczególnych typów odporności na fuzariozę kłosów (Mesterhazy, 1995, 2002; Miedaner, 1997). W grupie 1 znalazły się odmiany o wysokiej odporności typu I i/lub II, czyli odmiany wykazujące niskie porażenie kłosa. Było ono zróżnicowane od 19,0% dla Alby do 33,2% dla Mobeli. Większość tych odmian wykazała również odporność typu III na porażenie ziarniaków. Część jednakże miała znaczne uszkodzenie ziarniaków mimo słabego porażenia kłosa np. Liwilla, Sukces, Wilga, Aleta. Dwie odmiany z tej grupy — Alba i Liwilla — opisane zostały już wcześniej jako odporne na fuzariozę kłosów (Arseniuk i in., 1999). Należy jednak dodać, że Liwilla miała znaczne porażenie ziarniaków, a obie odmiany charakteryzowały się względnie dużą zawartością mikotoksyny deoksyniwelenolu.

Goliński i wsp. (1999) stwierdzili, że odmiany Aleta, Almari i Begra były odporne na fuzariozę kłosów powodowaną przez *F. avenaceum*, odmiany Kamila i Kobra podatne, a odmiana Maltanka reagowała pośrednio. Autorzy badali uszkodzenie ziarniaków przez *Fusarium* oraz redukcję komponentów plonu. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy potwierdzają jedynie odporność odmiany Aleta. Almari znalazła się w grupie 3. odmian o dużym uszkodzeniu ziarniaków i średniej redukcji plonu. Analizując wyniki Golińskiego i wsp. (1999) można zauważyć, że odmiana Almari mimo małego uszkodzenia ziarniaków przez *F. avenaceum* miała jedną z najwyższych zawartości moniliforminy w ziarnie. W przypadku MZK odmiana ta mimo średnio najniższej redukcji tego komponentu, miała w jednej z lokalizacji najwyższy poziom redukcji. Na sprzeczność tych wyników zwracają zresztą uwagę autorzy pracy. Arseniuk i wsp. (1999) stwierdzili, że odmiana Almari mimo średniego porażenia kłosa wykazała znaczną redukcję liczby i masy ziarniaków z kłosa. Odmiana Begra, znalazła się w grupie 4. odmian podatnych, jednakże o średnim uszkodzeniu ziarniaków i redukcji plonu. Spośród tych odmian Begra charakteryzowała się najniższym uszkodzeniem i redukcją komponentów plonu (tab. 2). Redukcja MTZ i masy objętościowej u tej odmiany była, odpowiednio, jedną z najniższych i najniższą wśród wszystkich badanych odmian. W pracy Golińskiego i wsp. (1999) Begra wykazała wyższe od średniej uszkodzenie ziarniaków przez *Fusarium* — wyższe niż określona jako podatna Parada. Podobnie Begra miała najwyższą redukcję MZK i liczby ziarniaków w kłosie (choć dla tych cech nie stwierdzono istotnych różnic). Begra wyróżniała się natomiast małą redukcją MTZ i średnią zawartością moniliforminy. W pracy Arseniuka i wsp. (1999) porażenie kłosa odmiany Begra było średnie dla 13 badanych odmian. Redukcja plonu i porażenie ziarniaków również przyjmowały wartości średnie. Wyjątkiem była redukcja MTZ i akumulacja DON w ziarniakach, które to wartości były poniżej

średniej. Wyniki dla Kamili i Kobry uzyskane przez Golińskiego i wsp. (1999) potwierdziły się w obecnej pracy, natomiast wg Arseniuka i wsp. (1999) odmianę Kamila można określić jako średnio odporną.

Bardzo dużą podatnością wyróżniały się cztery odmiany, które znalazły się w grupach 3 i 4 — Soraja, Liryka, Kris i Clever. Dwie pierwsze są to odmiany wczesne, o średniej wysokości. Można więc stwierdzić, że na uzyskane dla nich wyniki wpływ miał w pierwszym rzędzie brak genetycznej odporności oraz w pewnym stopniu ich wczesność. Ciekawe są dwie pozostałe odmiany, które oprócz dużej podatności na porażenie kłosa, wykazały najwyższe stopień uszkodzenia ziarniaków przez *Fusarium*. Są to formy o skróconej słomie posiadające gen *Rht2* (*Rht-D1b*) (http://genbank.vurv.cz/wheat/pedigree/gene1_2.asp; Skorpik 1991, 2001; Chrpova i in., 2002). Negatywny efekt obecności genów karłowatości *Rht1* i *Rht2* na odporność na fuzariozę kłosów został już opisany w pracy Hilton i wsp. (1999). Autorzy badali wilgotność względną powietrza na poziomie kłosów i wykluczyli wpływ mikroklimatu na rekację linii izogenicznych pszenicy na fuzariozę kłosów. Zarówno wysokość roślin, jak i odporność na fuzariozę kłosów są kontrolowane przez liczne geny, dlatego też trudno postulować istnienie licznych sprzężeń pomiędzy tymi dwiema cechami. Jednakże autorzy stwierdzają, że mimo to najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem opisanej zależności są sprzężenia. Pomijając negatywny efekt genów karłowatości, należy dodać, że w wielu opublikowanych pracach wskazywano, że już samo skracanie słomy powoduje wzrost nasilenia fuzariozy kłosów i septorioz (Scott i in., 1982; Baltazar i in., 1990; Hilton i in., 1999). W dużym stopniu może to wynikać z łatwiejszego dostępu do kłosów genotypów niskich inokulum *Fusarium*, które rozprzestrzeniane jest z kroplami deszczu (Sutton, 1992).

Analiza rodowodów odmian pszenicy nie daje jasnego obrazu jakie mogą być ewentualne źródła odporności na fuzariozę kłosów (tab. 1, 2). Odmiana Mironowska-808 wykazująca odporność na fuzariozę kłosów (Tomasovic i Javor, 1997) wystąpiła zarówno w rodowodzie odmiany odpornej Liwilla, jak i podatnych Kobra i Rysa. Kilka odmian o identycznym rodowodzie (Jubilatka/SMH-2182) okazało się być odporne do średnio odpornych. Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że źródłem odporności w tej kombinacji jest odporna odmiana Jubilatka. Prawidłowa selekcja w kierunku odporności pozwoliła zachować pozytywne cechy wniesione przez Jubilatkę i uzyskać zestaw odmian o dobrej zdrowotności. W rodowodzie kilku odmian występuje odmiana Lanca, która została określona przez Górala (2005) jako odporna na fuzariozę kłosów. Odporność tego składnika kombinacji krzyżówkowych została utrzymana w odmianach Wilga, Wanda i Sława i w mniejszym stopniu w odmianie Mobela. Ta ostatnia zawiera jednakże w rodowodzie podatną odmianę Begra, będącą z kolei potomstwem bardzo podatnej odmiany Bezostaja 1 (Góral, 2005). O znaczeniu selekcji w materiale hodowlanym o średniej podatności na fuzariozę kłosów świadczą również przykłady innych odmian o zbliżonym rodowodzie a różniących się podatnością np. Aleta i Tercja, Liwilla i Emika.

Prace nad określeniem zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie badanych odmian pszenicy są w toku i zostaną opublikowane w następnych opracowaniach.

WNIOSKI

1. Odmiany pszenicy ozimej różniły się istotnie statystycznie pod względem podatności na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum*.
2. Średnie nasilenie fuzariozy kłosów było wysokie oraz znaleziono liczne odmiany o bardzo wysokiej podatności. Wskazuje to na duże zagrożenie upraw pszenicy przez tę chorobę w momencie wystąpienia sprzyjających warunków pogodowych i obecności źródeł inokulum pierwotnego.
3. Znaleziono grupę odmian o niskiej podatności na porażenie kłosa. W przeciętnych warunkach pogodowych występujących w Polsce poziom ich odporności powinien być wystarczający do uzyskania ziarna nieskażonego mikotoksynami.
4. Wysokość odmian pszenicy ozimej miały istotny wpływ na obserwowane nasilenie fuzariozy kłosów. Odmiany niskie były silniej porażane przez chorobę niż odmiany wysokie.
5. Selekcja materiałów hodowlanych na odporność na fuzariozę kłosów pozwala na uzyskanie form o podwyższonej odporności mimo braku znanych źródeł odporności w rodowodzie.

LITERATURA

- Argyris J., TeKrony D. M., VanSanford D. 2001. Effect of *Fusarium graminearum* infection during wheat seed development on seed quality. In: Proceedings of the 2001 National *Fusarium* Head Blight Forum. Erlanger, K. Y., December 8–10, 2001. Michigan State University, East Lansing, MI, USA: 100 — 103.
- Arseniuk E., Foremska E., Góral T., Chełkowski J. 1999. *Fusarium* head blight reactions and accumulation of deoxynivalenol (DON) and some of its derivatives in kernels of wheat, triticale and rye. J. Phytopathology 147: 577 — 590.
- Arseniuk E., Góral T. 2005. Mikotoksyny fuzaryjne w ziarnie zbóż i kukurydzy. Hodowla Roślin i Nasiennictwo 3/2005: 27 — 33.
- Arseniuk E., Góral T., Czembor H. J. 1993. Reaction of triticale, wheat and rye accessions to *graminaceous Fusarium* spp. at the seedling and adult plant stages. Euphytica 70: 175 — 183.
- Baltazar B. M., Scharen A. L., Kronstad W. E. 1990. Association between dwarfing genes 'Rht1' and 'Rht2' and resistance to Septoria tritici blotch in winter wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). Theoretical and Applied Genetics 79: 422 — 426.
- Bartoš P., Šip V., Chrpová J., Vacke J., Stuchliková E., Blažková V., Šarová J., Hanzalová A. 2002. Achievements and prospects of wheat breeding for disease resistance. Czech J. Genet. Plant Breed. 38: 16 — 28.
- Bottalico A. 1998. *Fusarium* diseases of cereals: species complex and related mycotoxin profiles, in Europe. J. Plant Path. 80: 85 — 103.
- Buerstmayr H., Lemmens M., Grausgruber H., Ruckebauer P. 1996 a. Scab resistance of international wheat germplasm. Cereal Res. Commun 24: 195 — 202.
- Buerstmayr H., Lemmens M., Patschka G., Grausgruber H., Ruckebauer P. 1996 b. Head blight (*Fusarium* spp.) resistance of wheat cultivars registered in Austria. Die Bodenkultur 47: 183 — 190.
- Chełkowski J., Mańka M., Kwaśna H., Visconti A., Goliński P. 1989 *Fusarium sporotrichioides* Sherb., *F. tricinatum* (Corda) Sacc. and *F. poae* (Peck) Wollenw. — cultural characteristics, toxinogenicity and pathogenicity toward cereals. J. Phytopathology 124: 155 — 161.
- Chełkowski J., Visconti A., Perkowski J., Wakuliński W., Bottalico 1988. Mycotoxins and fungi accompanying wheat head fusariosis in Poland. Mycotoxin Res., *Fusarium Seminar*: 57 — 60.
- Chełkowski J., Wakuliński W., Popęda J. 1987. Fuzarioza kłosów w uprawach pszenicy i żyta w 1985 i 1986 r. Biul. IHAR 164: 207 — 214.

- Chrpova J., Skorpik M., Šip V., Bobkova L. 2002. The presence of Norin 10 dwarfing genes in winter wheat cultivars. Annual Wheat Newsletter, volume 48 [<http://wheat.pw.usda.gov/ggpages/awn/48/>].
- COBORU. 2002. Lista odmian roślin rolniczych. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wlk.: 220 str.
- COBORU. 2003. Lista odmian roślin rolniczych. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wlk.: 220 str.
- COBORU. 2005. Lista opisowa odmian. Rośliny Rolnicze. Część 1. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wlk.: 26 — 27.
- D'Mello J. P. F., Palcinta C. M., Macdonald A. M. C. 1999. *Fusarium* mycotoxins: a review of global implications for animal health, welfare and productivity. Anim. Feed Sci. Technol. 80: 183 — 205.
- Goliński P., Perkowski J., Kostecki M., Grabarkiewicz-Szczęśna J., Chełkowski J. 1996. *Fusarium* species and *Fusarium* toxins in wheat in Poland — a comparison with neighbour countries. Sydowia 48: 12 — 22.
- Goliński P., Kiecana I., Kaczmarek Z., Kostecki M., Kaptur P., Wiśniewska H., Chełkowski J. 1999. Scab response of selected winter wheat cultivars after inoculation with *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. J. Phytopathol. 147: 717 — 723.
- Goliński P., Kaczmarek Z., Kiecana I., Wiśniewska H., Kaptur P., Kostecki M., Chełkowski J. 2002. *Fusarium* head blight of common Polish winter cultivars — comparison of effects of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium culmorum* on yield components. J. Phytopathol. 150: 135 — 141.
- Góral T. 2005. Źródła odporności pszenicy na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. Biul. IHAR 235: 115 — 132.
- Góral T., Foremska E., Chełkowski J., Arseniuk E. 1995. Charakterystyka odmian pszenżyta, pszenicy i żyta pod względem odporności i tolerancji na porażenie kłosa przez *Fusarium* spp. Biul. IHAR 195/196: 251 — 259.
- Hilton A. J., Jenkinson P., Hollins T. W., Parry D. W. 1999. Relationship between cultivar height and severity of *Fusarium* ear blight in wheat. Plant Pathology 48: 202 — 208.
- Lemmens M., Buerstmayr H., Ruckebauer P. 1993. Variation in *Fusarium* head blight susceptibility of international and Austrian wheat breeding material. Die Bodenkultur 44: 65 — 78.
- Łacicowa B. 1980. Fuzarioza kłosów pszenicy ozimej w 1979r. Ochrona Roślin 73: 6 — 8.
- Łacicowa, B. 1989. *Fusarium* diseases of wheat and triticale in some regions of Eastern Europe. In: Chełkowski J. (ed.): *Fusarium — Mycotoxins, Taxonomy and Pathogenicity*. Elsevier, Amsterdam: 283 — 296.
- Łacicowa B., Wagner A., Kiecana I. 1985. Fuzariozy pszenicy uprawianej na Lubelszczyźnie. Roczn. Nauk Roln. S. E 15: 67 — 86.
- Marasas, W. F. O., Nelson P. E., Toussoun T. A. 1984. Toxigenic *Fusarium* species. Identity and mycotoxicology. Pennsylvania State University Press, University Park, PA, USA.
- Mesterhazy A. 1983. Breeding wheat for resistance to *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum*. Z. Pflanzenzüchtg. 91: 295 — 311.
- Mesterhazy A. 1995. Types and components of resistance to *Fusarium* head blight of wheat. Plant Breed. 114: 377 — 386.
- Mesterhazy A. 2002. Theory and practice of the breeding for *Fusarium* head blight resistance in wheat. J. Appl. Genet. 43A: 289 — 302.
- Mesterhazy A., Bartok T., Mirocha C.G., Komoroczy R. 1999. Nature of wheat resistance to *Fusarium* head blight and the role of deoxynivalenol for breeding. Plant Breeding 118: 97 — 110.
- Miedaner T. 1997. Breeding wheat and rye for resistance to *Fusarium* diseases. Plant Breeding 116: 201 — 220.
- Perkowski J. 1999. Badania zawartości toksyn fuzaryjnych w ziarnie zbóż. Roczn. Akademii Roln. w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, Zeszyt 295.
- Riley R. T., Norred W. P., Bacon C. W. 1993. Fungal toxins in food. Recent concerns. Annu. Rev. Nutr. 13: 167 — 189.
- SAS Institute. 2004. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC.
- Saur L. 1991. Sources of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in bread wheat and related species. Agronomie 11:535 — 541. (in French).

- Scott P. R., Benedikz P. W., Cox C. J. 1982. A genetic study of the relationship between height, time of ear emergence and resistance to *Septoria nodorum* in wheat. *Plant Pathology* 31: 45 — 60.
- Šip V., Stuchlikowa E. 1997. Evaluation of the response of winter wheat varieties to artificial infection with *Fusarium culmorum* in field conditions. *Cereal Res. Comm.* 25: 977 — 983.
- Skorpik M. (ed.). 1991. Catalogue of wheat varieties with evaluation of important characters.: Czechoslovak Board on Genetic Resources of Cultivated Plants. Research Institute of Crop Production, Prague: 107 p.
- Skorpik M. (ed.). 2001. Common wheat. Reaction to applied gibberellin. Dwarfing genes *Rht*. Winterhardiness. Pedigree of varieties and new breedings. Research Institute of Crop Production, Prague.
- Snijders C. H. A. 1990 b. Genetic variation for resistance to *Fusarium* head blight in bread wheat. *Euphytica* 50: 171 — 179.
- Tomasovic S., Javor P. 1997. Improvement of resistance to *Fusarium* head blight (*Fusarium graminearum* Schw.) in common wheat at the Bc Institute-Zagreb. *Annual Wheat Newsletter* 43.
- Van Eeuwijk F. A., Mesterhazy A., Kling Ch. I., Ruckebauer P., Saur L., Bürstmayr H., Lemmens M., Keizer L. C. P., Maurin N., Snijders C. H. A. 1995. Assessing non-specificity of resistance in wheat to head blight caused by inoculation with European strains of *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* and *F. nivale*, using a multiplicative model for interaction. *Theor. Appl. Gen.* 90: 221 — 228.
- Wakuliński W., Chełkowski J. 1993. *Fusarium* species causing scab of wheat, rye and triticale in Poland. *Hod. Rośl. Aklim. (Special Edition)* 37 (4): 137 — 142.
- Wiśniewska H., Kowalczyk K. 2005. Resistance of cultivars and breeding lines of spring wheat to *Fusarium culmorum* and powdery mildew. *J. Appl. Genet.* 46: 35 — 40.
- Strony internetowe:
- Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001. setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/fcr/fcr02_en.pdf].
- Rozporządzenie komisji (WE) Nr 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie nr 466/2001 w odniesieniu do toksyn *Fusarium* [http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/pl/oj/2005/l_143/l_14320050607pl00030008.pdf]
- Wheat Pedigree and Identified Alleles of Genes On Line, weryfikacja: 2005. <http://genbank.vurv.cz/wheat/pedigree/>.
- Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych. Rejestracja odmian, weryfikacja: 2006. <http://www.coboru.pl/>.

TOMASZ GÓRALPracownia Chorób Roślin, Zakład Fitopatologii
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Ocena odporności rodów pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* oraz odporności pszenżyta ozimego na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis*) w 2005 roku* Komunikat

Evaluation of resistance of winter wheat and winter triticale breeding lines to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum* and resistance of winter triticale to powdery mildew (*Blumeria graminis*) in 2005
Short communication

Badano odporność na fuzariozę kłosów rodów pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego zakwalifikowanych do doświadczeń wstępnych na sezon 2004/2005. Kłosa pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego inokulowano izolatami *Fusarium culmorum*. Stwierdzono istotne zróżnicowanie podatności rodów pszenicy na fuzariozę kłosów oraz różnice pomiędzy rodami pochodzącymi z poszczególnych firm (programów) hodowlanych. Porażenie rodów pszenżyta było około dwukrotnie niższe niż pszenicy. Różniły się one istotnie pod względem odporności na fuzariozę kłosów. Wysokość roślin rodów pszenicy istotnie korelowała z nasileniem fuzariozy kłosów. Podobnej zależności nie obserwowano u rodów pszenżyta (tradycyjnych i krótkosłomych). Rody i odmiany pszenżyta wykazały zróżnicowanie odporności na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis*). Obserwowano zarówno całkowitą odporność jak i skrajną podatność genotypów pszenżyta.

Słowa kluczowe: pszenica, pszenżyto, fuzarioza kłosów, mączniak, *Fusarium*, *Blumeria graminis*

Resistance of breeding lines of winter wheat and winter triticale to *Fusarium* head blight was tested in 2005 within the framework of preliminary variety testing. Heads of winter wheat and winter triticale were inoculated with *Fusarium culmorum* isolates. Significant differentiation in the resistance of wheat lines to head blight as well as differences between lines originated from various breeding companies (programs) were found. The triticale lines were infected at the two-fold lower level, as compared with

*Praca wykonana w ramach projektu finansowanego przez MRiRW "Wyprowadzenie form pszenicy ozimej i jarej odpornych na fuzariozę kłosów"

the wheat lines. They differed significantly in the resistance to *Fusarium* head blight. Plant height of the wheat lines correlated significantly with *Fusarium* head blight severity. Such a relationship was not found in the triticale lines (normal and short stem). The lines and cultivars of triticale showed significant variability of resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis*). Both immune-like reaction and high susceptibility to powdery mildew of the triticale genotypes were observed.

Key words: wheat, triticale, *Fusarium* head blight, powdery mildew, *Fusarium*, *Blumeria graminis*

WSTĘP

Fuzarioza kłosów jest ważną chorobą pszenicy powodowaną przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (głównie *F. culmorum* i *F. graminearum*) (Wakuliński i Chełkowski, 1993; Bottalico, 1998). Jej znaczenie wynika przede wszystkim z tego, że ziarno pochodzące z porażonych kłosów może być skażone mikotoksynami fuzaryjnymi (Perkowski, 1999). Są to metabolity toksyczne wytwarzane przez grzyby powodujące fuzariozę kłosów. Do najważniejszych i najczęściej występujących w Polsce w ziarnie zbóż należą: deoksyniwalenol, niwalenol, zearalenon i moniliformina (Marasas i in., 1984; Bottalico, 1998; Perkowski, 1999).

Największe szkody fuzarioza kłosów powoduje w uprawach pszenicy i pszenicy twardej, która w porównaniu z innymi zbożami jest najbardziej podatna na tę chorobę (Góról i in., 1995; Liu i in., 1997; Arseniuk i in., 1993; Langevin i in., 2004). Mniejszą podatnością charakteryzują się kolejno pszenżyto, żyto, jęczmień i owies. Uprawiane w Polsce odmiany charakteryzują się średnią podatnością na fuzariozę kłosów, z tym że obserwuje się liczne odmiany o wysokiej podatności (Arseniuk i in., 1993; Góról i in., 1995; Góról, 2006). Odmiany pszenżyta charakteryzują się średnio dużo niższą podatnością, jednakże reakcja części odmian jest zbliżona do reakcji średnio podatnych odmian pszenicy (Góról i in., 2002; Góról, 2005 b).

Zagrożenie upraw zbóż przez grzyby z rodzaju *Fusarium* stworzyło konieczność kontroli zawartości mikotoksyn fuzaryjnych w ziarnie. Początkowo w krajach Unii Europejskiej obowiązywały przepisy dotyczące jedynie niektórych mikotoksyn fuzaryjnych w paszach. Dyrektywa nr 1999/29/EC Komisji Europejskiej z dn. 5 maja 1999 (ze zmianami z 30 maja 2002 — nr 2002/32/EC) dotycząca niepożądanych substancji w paszach wymieniała następujące mikotoksyny fuzaryjne: zearalenon, deoksyniwalenol, T-2 toksynę, fumonizynę, moniliforminę. Najnowsza Regulacja Unii Nr 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005, wprowadza nowelizację do regulacji Nr 466/2001, dotyczącą zawartości toksyn fuzaryjnych w żywności. Zawartość deoksyniwalenolu w nieprzetworzonej pszenicy twardej, owsie i kukurydzy może wynosić do 1750 µg/kg ziarna, a w innych nieprzetworzonych zbożach 1250 µg/kg. W przypadku zearalenonu te limity wynoszą 100 µg/kg ziarna zbóż innego niż kukurydza i 200 µg/kg ziarna kukurydzy.

Celem pracy była charakterystyka odporności rodów hodowlanych pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego znajdujących się aktualnie (rok 2005) w doświadczeniach wstępnych. Jest to informacja istotna ze względu na to, że część tych rodów może w najbliższych latach zostać zarejestrowana jako odmiany. Wprowadzenie na rynek odmian o dużej

podatności na fuzariozę kłosów może być, ze względu na istniejące regulacje, niekorzystne zarówno dla producentów jak i dla firm hodowlanych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły rody pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego zakwalifikowane do doświadczeń wstępnych na sezon 2004/2005. Przebadano następujące rody: 169 rodów pszenicy ozimej (DW seria 1 i 2, lista dodatkowa), 49 rodów pszenżyta ozimego, 23 rody pszenżyta ozimego krótkosłomowego, odmiany wzorcowe COBORU (pszenica: Finezja, Kobra, Tonacja, pszenżyto: Moderato, Woltario), 2 odmiany odporne: pszenica Turnia i pszenżyto Sorento oraz 3 odmiany podatne: pszenica Clever i Liryka oraz pszenżyto Bogo. Rody i odmiany zostały wysiane w doświadczeniu polowym na poletkach o powierzchni 1 m² w dwóch powtórzeniach.

Kłosa rodów pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego inokulowano izolatami *Fusarium culmorum*. Szczegółowa metodyka produkcji inokulum i charakterystyka izolatów została opisana w pracy Góral (2005 a). Zastosowano metodę inokulacji przez opryskiwanie. Kłosa opryskiwane były zawiesiną o stężeniu 10⁶ zarodników/ml w ilości około 100 ml zawiesiny na poletko. Inokulację przeprowadzono w okresie pełni kwitnienia rodów i powtarzano przeciętnie 4 dni później. Zabiegi wykonywano w godzinach wieczornych, kiedy następował spadek temperatury powietrza i wzrost wilgotności względnej powietrza. Ocenę porażenia kłosów rozpoczęto po pojawieniu się pierwszych objawów choroby. Przeprowadzono trzy oceny w odstępach 7-dniowych. Nasilenie fuzariozy kłosów określano na podstawie proporcji porażonych kłosek w kłosie, tylko w kłosach z objawami choroby (porażenie kłosa) oraz proporcji kłosów prażonych na poletku (wystąpienie fuzariozy). Parametry te posłużyły do wyliczenia indeksu fuzariozy (IFK) określającego procent kłosów z objawami choroby we wszystkich kłosach na poletku. Określono termin kwitnienia oraz wykonano pomiary wysokości roślin badanych rodów.

W związku z pojawieniem się zagrożenia porażania upraw pszenżyta przez mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis*) oszacowano nasilenie tej choroby. Do oceny zastosowano skalę 9-stopniową Saari i Prescott (1975), zgodnie z którą 0 oznaczało brak objawów porażenia mączniakiem, a 9 objawy porażenia na liściu flagowym i/lub kłosie.

Analizę wariancji przeprowadzono przy pomocy systemu SAS® (SAS Institute, 2004) stosując procedurę GLM (ogólny model liniowy). Czynniki w modelu były grupy rodów oznaczonych tym samym symbolem oraz rody. Procedura GLM została wybrana ze względu na różne liczebności rodów w poszczególnych grupach. Dla grup rodów z poszczególnych programów hodowlanych wyliczono wartości pierwszego i trzeciego kwartyla, czyli takie wartości IFK, od których mniejsza lub równa jest wartość średnia IFK dla odpowiednio 25 i 75% rodów. Wyliczono również rozstęp ćwiartkowy (rozstęp kwartylny) będący różnicą pomiędzy trzecim i pierwszym kwartylem. Wartość rozstępu ćwiartkowego wskazuje na zróżnicowanie cechy, czyli w tym przypadku IFK. Współczynniki korelacji wysokości i terminu kwitnienia wyliczono pomocy systemu SAS® (SAS Institute, 2004) stosując procedurę REG (analiza regresji — model liniowy).

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie porażenie badanych rodów pszenicy ozimej wyniosło IFK = 29,3%. Zakres reakcji wynosił od IFK = 7,9% do 64,0%. Różnice pomiędzy rodami były istotne statystycznie. Średnio najodporniejsze okazały się rody oznaczone symbolami MOB, MIB, POB, LAD i SMH (tab. 1).

Tabela 1

Zróżnicowanie rodów pszenicy ozimej pod względem odporności na fuzariozę kłosów
Variability of resistance to *Fusarium* head blight in breeding lines of winter wheat

Symbol ¹ Code ¹	Liczba rodów No. of lines	Indeks fuzariozy kłosów (%) FHB index (%)		Odch. stand. Std dev.	Kwartył 1 Quartile 1 (25%)	Kwartył 3 Quartile 3 (75%)	Rozstęp ćwiartkowy Interquartile range
		Średnia ² Mean ²	Zakres Range				
MOB	10	20,2	a	7,5	15,3	23,9	8,6
POB	19	20,5	a	8,5	17,0	22,1	5,1
MIB	4	21,0	a	8,5	15,5	27,8	12,3
LAD	7	23,1	ab	5,6	19,0	27,0	8,0
SMH	8	24,3	ab	8,0	20,3	27,6	7,3
NAD	18	26,3	-bc	11,8	18,6	32,1	13,6
DAD	2	26,5	-bc	1,4	26,0	27,0	1,0
SZD	4	27,1	-bcd	2,4	25,2	28,5	3,3
CHD	10	30,0	--cd	13,4	24,0	33,9	9,9
KBH	3	30,4	--cd	8,6	27,1	35,3	8,1
C	8	30,5	--cd	6,3	30,4	34,3	3,9
AND	18	31,3	--cde	9,0	23,8	36,0	12,2
DED	9	32,1	---def	11,1	23,5	42,0	18,5
KOC	20	35,8	----efg	10,5	25,8	41,5	15,8
STH	13	37,2	----fg	11,9	28,8	48,0	19,3
KBP	14	37,6	-----g	16,9	24,4	54,0	29,6
KOH	2	38,3	-----g	2,5	37,4	39,1	1,8
Razem Total	169	29,3	7,9–64,0	11,7	20,8	36,0	15,3
NIR _{0,05} dla rodów — LSD _{0,05} for lines			12,4	—	—	—	—
NIR _{0,05} dla grup — LSD _{0,05} for groups			5,1	—	—	—	—

¹ Grupy rodów z poszczególnych programów lub firm hodowlanych

¹ Groups of lines from different breeding programs or companies

² Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie na podstawie testu NIR

² Means marked with the same letter are not significantly different according to the LSD test.

Najbardziej podatne były rody KBP, STH i KOH. Najodporniejsze formy znaleziono w grupach rodów POB, NAD i MOB. Największą zmiennością odporności, określoną przez rozstęp ćwiartkowy, charakteryzowały się rody KBP, DED i STH, małą zmiennością charakteryzowały się rody C, POB i SMH (wzięto pod uwagę grupy o liczebności powyżej 5 rodów). Reakcja odmian wzorcowych COBORU była następująca: Finezja IFK = 25,5%, Tonacja IFK = 26,0% oraz Kobra IFK = 32,0%. Natomiast odmiana odporna Turnia wykazała porażenie fuzariozą kłosów na poziomie IFK = 11,2%, a odmiany podatne następujące porażenie — Liryka IFK = 46,7% oraz Clever IFK = 57,3%. Uzyskane wyniki pokazują istotne zróżnicowanie podatności rodów pszenicy na fuzariozę kłosów oraz istotne różnice pomiędzy rodami z poszczególnych programów hodowlanych.

Zróźnicowanie, określone przez wartości skrajne IFK, było większe niż obserwowane dla zarejestrowanych odmian pszenicy ozimej (Góral, 2006).

Współczynniki korelacji terminu kwitnienia i wysokości roślin pszenicy z IFK były istotne statystycznie i przyjmowały wartości odpowiednio $r = -0,249$ ($r^2 = 5,0\%$) oraz $r = -0,581$ ($r^2 = 33,7\%$). Wartość współczynnika korelacji IFK z terminem kwitnienia była niska, co wskazuje na niewielki wpływ tego czynnika na uzyskane wyniki. Zastosowana metodyka inokulacji kłosów pozwoliła na zminimalizowanie efektu zróźnicowania terminów kwitnienia badanych genotypów. Jednakże w warunkach naturalnej infekcji termin kwitnienia może mieć znaczny wpływ na nasilenie fuzariozy kłosów. Nie można jednoznacznie stwierdzić czy słabiej porażane będą genotypy wczesne czy późne. Zależy to w dużym stopniu od warunków pogodowych w okresie kwitnienia, kiedy pszenica jest najbardziej podatna na zainfekowanie przez *Fusarium* (Bushnell, 2001). Znaczny wpływ na podatność rodów pszenicy miała wysokość roślin. Jedynie niewielka liczba rodów niskich wykazała niską wartość indeksu FK (STH 50, CHD 480/01, MOB 1968/01, MOB 2300/00, STH 176). W wielu wcześniejszych badaniach wskazywano, że skracanie słomy powoduje wzrost podatności genotypów pszenicy na fuzariozę kłosów i septoriozę (Scott i in., 1982; Baltazar i in., 1990; Hilton i in., 1999). W dużym stopniu może to wynikać z łatwiejszego dostępu do kłosów genotypów niskich inokulum *Fusarium*, które roznoszone jest z kroplami deszczu (Sutton, 1992). Jednakże w przypadku genotypów niskich obserwowano również negatywny efekt obecności genów karłowatości *Rht1* i *Rht2* na odporność na fuzariozę kłosów (Hilton i in., 1999).

Średnie porażenie testowanych rodów pszenżyta tradycyjnego wyniosło IFK = 14,5%. Zakres reakcji był wynosił od IFK = 2,6% do 30,0%. Różnice pomiędzy rodami były istotne statystycznie. Średnio najodporniejsze okazały się rody oznaczone symbolami CHD i DAD oraz jeden ród DED (tab. 2). Najodporniejsze formy znaleziono wśród rodów MAH i CHD. Największą zmiennością odporności, określoną wielkością rozstępu ćwiartkowego, charakteryzowały się rody LAD, małą zmiennością charakteryzowały się rody SZD (wzięto pod uwagę grupy o liczebności powyżej 3 rodów). Reakcja odmian wzorcowych COBORU była następująca: Moderato IFK = 7,9%, Woltario IFK = 17,6%. Natomiast odmiana odporna Sorento wykazała porażenie fuzariozą kłosów na poziomie IFK = 5,4%, a odmiana podatna Bogo IFK = 28,0%. Nie znaleziono istotnej korelacji pomiędzy indeksem FK a terminem kwitnienia i wysokością roślin pszenżyta ozimego tradycyjnego.

W przypadku form krótkosłomych pszenżyta ozimego w doświadczeniu znalazły się jedynie rody z dwóch ośrodków hodowlanych (tab. 2). Średnie porażenie rodów wyniosło IFK = 11,4%. Rody reagowały w zakresie od IFK = 4,8% do 23,5%. Różnice pomiędzy rodami były istotne statystycznie. Obie grupy rodów charakteryzowały się podobnymi wartościami średnimi IFK, nieróżniącymi się statystycznie, oraz zbliżonym zakresem reakcji. Wśród rodów MAH znaleziono formę o najwyżej, w grupie rodów krótkosłomych, podatności na fuzariozę kłosów.

Średnie porażenie rodów krótkosłomych było niższe niż tradycyjnych, z tym że nie była to różnica istotna statystycznie. Średnie dla dwóch grup tych rodów nie różniły się od średnich dla najodporniejszych rodów tradycyjnych CHD, DAD i DED. Nie wystąpiła, więc w przypadku rodów pszenżyta, zależność obserwowana wśród rodów pszenicy.

W całej badanej populacji pszenżyta (rody tradycyjne i krótkosłome) nie stwierdzono istotności korelacji pomiędzy wysokością roślin a podatnością na fuzariozę kłosów. Większość badanych krótkosłomych rodów posiada gen karłowatości *Hl* pochodzący z żyta Kobylińskie (Henryk Cichy, Henryk Woś, informacja ustna). Uzyskane wyniki wskazują, że gen ten nie ma negatywnego wpływu na odporność pszenżyta na fuzariozę kłosów podobnego do efektu obecności genów *Rht1* i *Rht2* w pszenicy (Hilton i in., 1999).

Tabela 2

Zróżnicowanie rodów pszenżyta ozimego tradycyjnego i krótkosłomego pod względem odporności na fuzariozę kłosów

Variability of resistance to *Fusarium* head blight in breeding lines of normal and short stem winter triticale

Symbol ¹ Code ¹	Liczba rodów No. of lines	Indeks fuzariozy kłosów (%) FHB index (%)		Odch. stand. Std dev.	Kwartył 1 Quartile 1 (25%)	Kwartył 3 Quartile 3 (75%)	Rozstęp ćwiartkowy Interquartile range
		Średnia ² Mean ²	Zakres Range				
Rody tradycyjne Normal lines							
DED	1	8,6	a	—	—	—	—
CHD	12	11,1	ab	3,5–20,0	5,2	8,0	6,2
DAD	5	13,0	-bcd	7,9–18,3	4,6	8,5	7,0
BOH	8	14,9	--cde	10,6–26,0	5,1	11,7	4,2
LAD	4	15,9	---de	7,0–27,3	9,8	8,1	14,3
MAH	10	16,6	----e	2,6–30,0	7,9	11,8	8,1
SZD	9	17,1	----e	7,9–24,3	4,7	16,0	2,3
Razem Total	49	14,5		2,6–30,0	6,3	9,4	8,9
NIR _{0,05} dla rodów — LSD _{0,05} for lines				8,0	—	—	—
Rody krótkosłome Short stem lines							
BOH	18	11,2	ab	5,0–19,0	4,6	7,8	7,3
MAH	5	11,9	abc	4,8–23,5	7,3	7,5	6,3
Razem Total	23	11,4		4,8–23,5	5,1	7,6	7,0
NIR _{0,05} dla rodów — LSD _{0,05} for lines				4,4	—	—	—
NIR _{0,05} dla grup ³ — LSD _{0,05} for groups ³				3,4	—	—	—

¹ Grupy rodów z poszczególnych programów lub firm hodowlanych

¹ Groups of lines from different breeding programs or companies

² Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie na podstawie testu NIR

² Means marked with the same letter are not significantly different according to LSD test.

³ Rody normalne i krótkosłome razem

³ Normal and short stem lines jointly

Ocena porażenia rodów i odmian mączniakiem prawdziwym pszenżyta wykazała znaczne zróżnicowanie odporności (tab. 3, 4). Zarówno w przypadku rodów jak i odmian obserwowano całkowitą odporność (np. Fidelio, Pinokio, Tornado, liczne rody), jak i skrajną podatność (porażenie liścia flagowego i kłosa) (np. Lamberto, Kitaro, Krakowiak, rody krótkosłome).

Tabela 3

Porażenie mączniakiem prawdziwym rodów pszenżyta ozimego (tradycyjnych i krótkosłomych) na polu doświadczalnym IHAR Radzików

Severity of powdery mildew infection of breeding lines of winter triticale (normal and short stem) in the experimental field at IHAR Radzików

Lp. No.	Ród Line	Stopień porażenia Disease severity [1–9]	Lp. No.	Ród Line	Stopień porażenia Disease severity [1–9]
Rody tradycyjne Normal lines					
1	BOH 195-2	2,5	40	MAH 29836-2	4,0
2	BOH 197-1	3,5	41	SZD 772	2,0
3	BOH 200-1	5,0	42	SZD 828	3,5
4	BOH 202-1	1,0	43	SZD 851	0,0
5	BOH 208-1	4,5	44	SZD 910	0,0
6	BOH 210-5	3,5	45	SZD 928	5,0
7	BOH 210-6	1,0	46	SZD 929	4,0
8	BOHT 50 F1	1,5	47	SZD 930	2,5
9	CHD 74/01	0,0	48	SZD 933	4,0
10	CHD 75/01	0,0	49	SZD 935	3,0
11	CHD 225/01	2,0	50	Woltario	3,4
12	CHD 261/0	0,0	51	Moderato	0,0
13	CHD 265/01	0,0	Rody krótkosłome Short stem lines		
14	CHD 569/01	1,0	1	BOH 7-14/2	0,0
15	CHD2630/99-29	0,0	2	BOH 7-14/3	0,0
16	CHD2630/99-45	0,0	3	BOH 7-14/4	0,0
17	CHD2710/99-17	2,0	4	BOH 7-15/1	0,0
18	CHD2953/99-8	0,5	5	BOH 7-20/1	0,5
19	CHD3012/99-7	0,0	6	BOH 16-3	7,0
20	CHDL 1598-8	0,5	7	BOH 16-4	6,0
21	DED 1232/96	2,0	8	BOH 16-5	6,5
22	LAD 93/01	0,0	9	BOH 16-6	7,5
23	LAD 855/01	0,0	10	BOH 16-7	9,0
24	LAD 3229/01	0,0	11	BOH 16-8	9,0
25	LAD 3913/02	0,0	12	BOH 16-9	9,0
26	DAD 158/01	4,0	13	BOH 210-2	4,5
27	DAD 159/01	3,0	14	BOH 210-7	0,0
28	DAD 270/01	5,5	15	BOH 210-8	4,0
29	DAD 346/01	0,0	16	BOH 211-4	4,0
30	DAD 449/01	0,0	17	BOH 212-1	0,0
31	MAH 23175-12	0,0	18	BOH 214-1	2,5
32	MAH 24050-13	0,0	19	MAH 21695-8	3,0
33	MAH 24889-4/8	2,0	20	MAH 21695-15	4,0
34	MAH 26178-5/1	4,5	21	MAH 26178-5/3	4,5
35	MAH 26178-5/2	3,5	22	MAH 26975-9	4,0
36	MAH 26921-1	2,5	23	MAH 26975-10	2,0
37	MAH 28047-6	0,5	24	Woltario	5,0
38	MAH 29124-1	3,0	25	Moderato	0,0
39	MAH 29822-2	3,0			

Jest to jedna z pierwszych informacji na temat odporności odmian pszenżyta na mączniaka prawdziwego, który jeszcze kilka lat temu nie był obserwowany w uprawach tego zboża (Schinkel, 2002; Yuansu i in., 2002; Zamorski, 2005). Uzyskane wyniki wskazują, że mączniak prawdziwy może stanowić znaczne zagrożenie dla pszenżyta ze względu na fakt, że duża część odmian oraz rodów wykazała wysoką podatność na tego

patogena. Zaobserwowana całkowita odporność licznych odmian i rodów daje jednakże możliwość skutecznej selekcji i hodowli odpornościowej pszenżyta.

Tabela 4

Porażenie mączniakiem prawdziwym odmian pszenżyta ozimego na polu doświadczalnym IHAR Radzików
Severity of powdery mildew infection of cultivars of winter triticale in the experimental field at IHAR Radzików

Lp. No.	Odmiana Cultivar	Stopień porażenia Disease severity [1-9]	Lp. No.	Odmiana Cultivar	Stopień porażenia Disease severity [1-9]
1	Alzo	0	17	Moderato	0
2	Bogo	5	18	Mundo	4
3	Disco	0	19	Pawo	3
4	Eldorado	3	20	Piano	6
5	Fidelio	0	21	Pinokio	0
6	Hewo	4	22	Prado	7
7	Janko	2	23	Prego	0
8	Kazo	3	24	Presto	2
9	Kitaro	8	25	Pronto	2
10	Krakowiak	8	26	Sekundo	4
11	Lamberto	9	27	Sorento	3
12	Lasko	4	28	Tewo	5
13	Magnat	0	29	Todan	3
14	Malno	2	30	Tornado	0
15	Marko	5	31	Witon	3
16	Modus	3	32	Zorro	6

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie podatności rodów hodowlanych pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów.
2. Obserwowano istotne zróżnicowanie średniej odporności oraz zakresu zmienności tej cechy u rodów pochodzących z różnych firm hodowlanych (programów hodowlanych).
3. Znaleziono rody pszenicy i pszenżyta o małej podatności na fuzariozę kłosów, które mogą stanowić podstawę do uzyskania odmian o istotnie ulepszonej odporności.
4. Wysokość roślin pszenicy istotnie korelowała z nasileniem fuzariozy kłosów. Takiej zależności nie obserwowano u rodów pszenżyta (tradycyjnych i krótkosłomych).
5. Rody i odmiany pszenżyta wykazały zróżnicowanie odporności na mączniaka prawdziwego. Obserwowano zarówno całkowitą odporność jak i skrajną podatność genotypów pszenżyta.

LITERATURA

- Arseniuk E., Góral T., Czembor H. J. 1993. Reaction of triticale, wheat and rye accessions to *graminaceous Fusarium* spp. at the seedling and adult plant stages. *Euphytica* 70: 175 — 183.

- Baltazar B. M., Scharen A. L., Kronstad W. E. 1990. Association between dwarfing genes 'Rht1' and 'Rht2' and resistance to Septoria tritici blotch in winter wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). Theoretical and Applied Genetics 79: 422 — 426.
- Bottalico A. 1998. Fusarium diseases of cereals: species complex and related mycotoxin profiles, in Europe. J. Plant Path. 80: 85 — 103.
- Bushnell W. R. 2001. What is known about infection pathways in *Fusarium* head blight? In: S. Canty *et al.* (ed.) Proceedings of the 2001 National Fusarium Head Blight Forum. Kinko's, Okemos, MI.
- Goliński P., Kiecana I., Kaczmarek Z., Kostecki M., Kaptur P., Wiśniewska H., Chelkowski J. 1999. Scab response of selected winter wheat cultivars after inoculation with *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. J. Phytopathol. 147: 717 — 723.
- Goliński P., Kaczmarek Z., Kiecana I., Wiśniewska H., Kaptur P., Kostecki M., Chelkowski J. 2002. *Fusarium* head blight of common Polish winter cultivars — comparison of effects of *Fusarium avenaceum* and *Fusarium culmorum* on yield components. J. Phytopathol. 150: 135 — 141.
- Góral T. 2005 a. Źródła odporności pszenicy na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. Biul. IHAR 235: 115 — 132.
- Góral T. 2005 b. Odporność odmian pszenżyta na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum*. Materiały V Sympozjum naukowego "Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta". Świnoujście, 4–8 września 2005: 27 — 28.
- Góral T. 2006. Odporność odmian pszenicy ozimej i jarej na fuzariozę kłosów powodowaną przez *Fusarium culmorum* (W. G. Smith) Sacc. Biul. IHAR 242: 63 — 78.
- Góral T., Buśko M., Cichy H., Jackowiak H., Perkowski J. 2002. Resistance of winter triticales lines and cultivars to *Fusarium* head blight and deoxynivalenol accumulation in kernels. J. Appl. Genet 43A: 237 — 248.
- Góral T., Foremska E., Chelkowski J., Arseniuk E. 1995. Charakterystyka odmian pszenżyta, pszenicy i żyta pod względem odporności i tolerancji na porażenie kłosa przez *Fusarium* spp. Biul. IHAR 195/196: 251 — 259.
- Hilton A. J., Jenkinson P., Hollins T. W., Parry D. W. 1999. Relationship between cultivar height and severity of *Fusarium* ear blight in wheat. Plant Pathology 48: 202 — 208.
- Langevin F., Eudes F., Comeau A. 2004. Effect of trichothecenes produced by *Fusarium graminearum* during *Fusarium* head blight development in six cereal species. Eur. J. Plant Path. 110: 735 — 746.
- Liu, W. Z., Langseth W., Skinnis H., Elen O. N., Sundheim L. 1997. Comparison of visual head blight ratings, seed infection levels, and deoxynivalenol production for assessment of resistance in cereals inoculated with *Fusarium culmorum*. European J. Plant Pathol. 103: 589 — 595.
- Marasas W. F. O., Nelson P. E., Toussoun T. A. 1984. Toxigenic *Fusarium* species. Pennsylvania State University Press, University Park and London, USA.
- Perkowski J. 1999. Badania zawartości toksyn fuzaryjnych w ziarnie zbóż. Roczn. Akademii Roln. w Poznaniu, Rozprawy Naukowe, Zeszyt 295: 136 ss.
- Saari, E. E., Prescott, J. M. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Dis. Rep. 59: 377 — 380.
- SAS Institute. 2004. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. SAS Inst., Cary, NC.
- Schinkel B. 2002. Triticale — still healthy crop? Proc. of the 5th International Triticale Symposium, Vol. I, June 30–July 5, 2002, Radzikow, Poland: 157 — 162.
- Scott P. R., Benedikz P. W., Cox C. J. 1982. A genetic study of the relationship between height, time of ear emergence and resistance to *Septoria nodorum* in wheat. Plant Pathology 31: 45 — 60.
- Sutton, J. C. 1982. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. Can. J. Plant Pathol. 4: 195 — 209.
- Woś H., Maćkowiak W. 1995. Odporność polskich odmian pszenżyta ozimego na *Stagonospora nodorum*. Biul. IHAR 195/196: 183 — 189.
- Yuansu S., Zengyuan W., Mingkun Y., Bing N., Xiuzhen C., Shufen L. 2002. The resistance to powdery mildew and partial purification of antifungal proteins in triticales. Proc. of the 5th International Triticale Symposium, Vol. II, June 30 – July 5, 2002, Radzikow, Poland: 267 — 270.

Wakuliński W., Chełkowski J. 1993. *Fusarium* species causing scab of wheat, rye and triticale in Poland. Hod. Rośl. Aklim. (Special Edition) 37 (4): 137 — 142.

Zamorski Cz. 2005. Mączniak prawdziwy nowym, poważnym zagrożeniem pszenżyta. Abstrakty V Sympozjum Naukowego “Hodowla, uprawa i wykorzystanie pszenżyta”, Świnoujście, 4–8 września, 2005: 93.

Strony internetowe:

Commission Regulation (EC) No 466/2001 of 8 March 2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs [http://europa.eu.int/comm/food/fs/sfp/fcr/fcr02_en.pdf].

Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed [http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2002/l_140/l_14020020530en00100021.pdf].

Rozporządzenie komisji (WE) Nr 856/2005 z dnia 6 czerwca 2005 r. zmieniające rozporządzenie nr 466/2001 w odniesieniu do toksyn *Fusarium* [http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/site/pl/oj/2005/l_143/l_14320050607pl00030008.pdf].

BARBARA WIEWIÓRA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Wartość siewna, zdrowotność i skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego przechowywanego w różnych warunkach*

Sowing value, health status and chemical composition of spring barley grain stored in diverse conditions

Badano wartość siewną ziarniaków pięciu odmian jęczmienia jarego niezaprawianych i zaprawianych, przechowywanych w dwóch różnych warunkach środowiska. Ponadto oceniano zmiany składu chemicznego nasion po przechowywaniu. Analiza mikologiczna wykazała zmniejszenie liczby mikroorganizmów na ziarniakach po przechowywaniu zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i w stałej temperaturze -15°C . Ziarniaki zaprawione zaprawą Vitavax, po przechowywaniu były mniej licznie zasiedlone przez mikroorganizmy, mniej porażone przez *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp., a jednocześnie dosyć często obserwowano na nich grzyby przechowalnicze z rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. Zdolność kiełkowania ziarna po przechowywaniu była wyższa niż bezpośrednio po zbiorze i zależała od zastosowanego zaprawiania. Ziarno przechowywane w kontrolowanych warunkach charakteryzowało się lepszym wigorem niż przed przechowywaniem i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach. Stwierdzono, że po przechowywaniu nastąpił wzrost zawartości białka i włókna w nasionach.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, wartość siewna, warunki przechowywania, wigor, zdolność kiełkowania, zdrowotność

Sowing value and chemical components of seeds of 5 cultivars of spring barley, untreated and treated with ca mordant were tested after storage under different conditions. The studies showed that the conditions of seed storage significantly influenced the frequency of seed infection by some fungi. Saprophytes and pathogens were isolated in smaller number from the stored seeds than from seeds tested immediately after harvest. An increase of infection by species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Mucor* known as "storage fungi" was detected on the stored seeds. Microorganisms were isolated in lower numbers from the stored seeds, both in uncontrolled conditions and in the controlled temperature -15°C . Seed treatments, especially with Vitavax, caused reduction of infection by *Bipolaris sorokiniana* and *Fusarium* spp. It was found also that germination capacity, vigour and chemical composition of grain depended on the treatments and storage conditions.

Key words: germination, seed health, sowing value, spring barley, storage conditions, vigour

* Praca jest częścią pracy doktorskiej

WSTĘP

Wartość przechowalnicza nasion jest efektem wpływu czynników agroekologicznych, którym podlega roślina w czasie wegetacji. Niekiedy zebrany materiał nasienny wykazuje niską wartość przechowalniczą i nadaje się tylko do krótkiego składowania (Gabińska i Narkiewicz-Jodko, 1990). Na zdolność do przechowywania nasion ma niewątpliwie wpływ ich początkowa wartość siewna. Podczas przechowywania nasiona stopniowo tracą żywotność, a proces ten nazywany jest ogólnie starzeniem się nasion. W starzejących się ziarniakach najpierw ulegają utlenieniu lipidy, a produkty tego utlenienia mogą być szkodliwe dla ludzi i zwierząt.

Wielu badaczy (Gabińska i in., 1991; Narkiewicz-Jodko, 1990 a), zwróciło uwagę w swoich pracach na związek pomiędzy utratą zdolności kiełkowania podczas przechowywania, a obecnością grzybów na nasionach. Stwierdzono, że niektóre gatunki saprotroficzne, jak np. grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium*, wykazują antagonistyczne oddziaływanie w stosunku do patogenów i mogą wpływać hamująco na ich rozwój w czasie przechowywania (Gabińska i Narkiewicz-Jodko, 1990; Narkiewicz-Jodko, 1991 a).

Aby zapobiec inwazji grzybów w przechowalni, a co za tym idzie zachować jak najlepszą wartość siewną i jakość ziarna, w wielu krajach w tym również i w Polsce, prowadzone są badania nad ustaleniem korzystnych warunków przechowywania nasion. Celem pracy była ocena zdrowotności, zdolności kiełkowania i wigoru ziarna zaprawianego i kontrolnego oraz składu chemicznego po przechowywaniu w dwóch różnych warunkach środowiska.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło pięć odmian jęczmienia jarego: dwie browarne Rasbet i Scarlett i trzy pastewne: oplewione Rataj i Rodion i nieoplewiona Rastik ze zbioru w latach 2000–2002. Badano ziarniaki przed i po przechowywaniu przez około 8 miesięcy w dwóch różnych warunkach środowiska:

- warunki niekontrolowane,
- komora chłodni o temperaturze -15°C.

Przed przechowywaniem analizom poddano tylko ziarniaki kontrolne (niezaprawione), a po przechowywaniu zarówno niezaprawione jak i zaprawiane przy użyciu zapraw: Raxil 02 WS (tebukonazol) i Vitavax 200 WS (karboksyna i tiuram). Ocenę składu chemicznego ziarna przeprowadzono tylko na nasionach niezaprawianych.

Badania zdrowotności przeprowadzono z użyciem 200 sztuk ziarniaków odkażanych powierzchniowo. Do odkażania stosowano płukanie ziarna przez 10 minut w 1% NaClO, a następnie trzykrotnie przemywano sterylną wodą. Odkażone ziarniaki wykładano po 10 sztuk na płytki Petriego o średnicy 9 cm z pożywką agarowo-ziemniaczaną (PDA). Inkubację przeprowadzano w termostacie o stałej temperaturze 20°C i oświetleniu NUV 360 nm 12/12 godzin. Wyrosłe kolonie grzybów oznaczano po 15–20 dniach od przeszczepienia kultur na płytki plastikowe z pożywką agarowo-ziemniaczaną i inkubacji

w podanych wyżej warunkach, stymulujących zarodnikowanie. Identyfikowano wyosobnione grzyby do gatunków posługując się opisami zawartymi w opracowaniach: Chidambaram i wsp. (1972), Ellis (1971), Kwaśna i wsp. (1991), Malone i Muskett (1997).

Analizę zdolności kiełkowania wykonano zgodnie z zaleceniami ISTA (2004), w czterech powtórzeniach po 50 sztuk nasion wyłożonych w rulonach z wilgotnej bibuły. Rulony przetrzymywano w termostacie, w temperaturze stałej 20°C, na świetle. Oznaczono siewki normalne (zdolność kiełkowania), nienormalne oraz nasiona martwe i zdrowe niekiełkujące.

Wigor nasion określano mierząc długość korzenia i plumuli oraz ich suchą masę (ISTA, 1995). Podłożem były dwa arkusze bibuły zwilżonej wodą destylowaną, na którym wysiewano po 25 sztuk nasion w trzech powtórzeniach. Wysiewy umieszczano w termostacie o stałej temperaturze 20°C, bez dostępu światła na 7 dni. Po upływie tego czasu mierzono długość korzenia pierwotnego i długość plumuli normalnie rozwiniętych siewek. Następnie siewki umieszczano (bez ziarniaków) w naczyniach wagowych i suszono w temperaturze 90°C przez 24 godziny.

W ziarniakach jęczmienia oznaczano procentową zawartość białka, skrobi oraz włókna przy użyciu aparatu INFRATEC 1255 (Food & Feed Analyzer). Oznaczenia wymienionych wyżej składników, wykonywano w oparciu o technikę transmisji promieniowania elektromagnetycznego w bliskiej podczerwieni. Zakresy widm (spektrum) aparatu wynosi od 800 do 1100 nm. Analizy wykonywano na całych ziarniakach jęczmienia, przy kalibracji DK000012 Barley.

WYNIKI

Analiza mikologiczna przechowywanego ziarna wykazała zmniejszenie liczby mikroorganizmów zarówno na ziarniakach niezaprawianych, jak i zaprawianych zaprawą Vitavax, w porównaniu do liczby mikroorganizmów zasiedlających ziarno przed przechowywaniem (tab. 1 i 2). Obniżenie liczby mikroorganizmów wynosiło od około 24 do 28 kolonii dla ziarna przechowywanego w magazynie i od około 11 do 37 kolonii dla przechowywanych w temperaturze -15°C. Dla ziarniaków zaprawianych zaprawą Raxil przechowywanych zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i kontrolowanych, odnotowano wyraźny wzrost liczby mikroorganizmów średnio o około 21 kolonii/100 ziarniaków. Obserwowano różnice między odmianami. Najmniej zasiedlone było ziarno odmiany Rastik: średnio od 150,2 kolonii/100 ziarniaków dla zaprawionych zaprawą Vitavax i przechowywanych w niekontrolowanych warunkach do 229,0 kolonii/100 ziarniaków dla zaprawionych zaprawą Raxil i przechowywanych w -15°C.

Przeprowadzone badania wykazały zmiany w częstotliwości występowania *B. sorokiniana*, jak i grzybów z rodzaju *Fusarium* w czasie przechowywania. Po przechowywaniu porażenie ziarna przez *B. sorokiniana* zmniejszyło się w porównaniu do porażenia oznaczonego dla ziarna przed przechowywaniem: średnio od 40,4% przed przechowywaniem do 31,7% dla przechowywanych w -15°C i 30,8% dla ziarna przechowywanego w warunkach niekontrolowanych ($\text{NIR}^T_{0,05} = 1,576$).

Tabela 1

Mikroorganizmy występujące na ziarnie jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach środowiska (średnia liczba kolonii/100 ziarniaków)

Microorganisms detected on spring barley seeds before and after storage in uncontrolled conditions (mean number of colonies per 100 seeds)

Mikroorganizmy Microorganisms	Odmiana — Cultivar																			
	Rastik				Rataj				Rodion				Rasbet				Scarlett			
	A	B			A	B			A	B			A	B			A	B		
		C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V
<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	7,2	3,7	3,0	4,8	5,7	6,8	10,2	5,3	10,2	5,7	10,5	8,0	13,0	8,3	12,0	8,5	9,3	2,3	5,5	1,5
<i>Acremonium</i> spp.	5,3	1,2	4,0	3,7	8,0	4,8	5,3	5,7	7,2	1,7	6,5	5,0	5,2	0,8	4,8	3,2	8,8	0,8	4,5	0,8
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	57,7	51,5	69,0	23,5	55,8	58,5	67,7	55,8	45,8	49,0	57,2	41,7	49,2	53,0	73,7	40,7	48,5	41,0	60,2	41,8
<i>Aspergillus</i> spp.	0,5	—	0,7	2,2	—	0,3	0,7	1,3	0,2	—	1,7	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	—	0,3	1,0	7,8
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn.	1,2	1,0	10,3	2,5	1,2	2,2	4,5	1,3	3,0	—	5,3	0,3	3,5	2,0	7,5	1,8	1,2	0,7	5,5	0,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	34,2	37,5	19,3	1,5	34,7	51,3	35,7	10,0	49,0	55,5	44,5	9,8	41,5	47,2	33,3	6,0	42,7	61,7	40,7	8,0
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Fr.	6,0	1,2	11,8	1,3	2,5	0,7	3,0	0,2	2,8	1,5	5,5	1,5	0,8	1,3	2,5	0,2	3,2	1,2	4,3	—
<i>Epiccocum nigrum</i> Link.	5,3	0,8	2,7	—	2,0	0,7	3,2	—	1,7	1,0	2,5	0,2	2,5	3,0	3,2	—	1,8	2,2	4,3	0,3
<i>Fusarium</i> spp.	54,7	29,7	27,7	34,2	59,5	33,3	31,3	49,8	53,3	29,2	32,2	49,0	55,0	36,8	39,0	45,2	69,2	35,2	39,8	40,3
<i>Mucor</i> spp.	0,8	1,7	10,3	3,8	0,7	1,5	10,8	5,7	1,0	1,2	8,5	5,3	2,0	2,3	10,2	10,0	1,3	1,8	5,7	6,2
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	2,3	0,3	2,7	0,3	0,3	0,3	0,2	—	—	0,2	0,2	—	0,3	0,3	1,0	—	—	—	0,2	—
<i>Penicillium</i> spp.	0,2	1,0	13,5	17,7	—	0,3	12,3	13,7	0,2	—	15,5	15,0	0,3	0,3	8,5	9,3	—	—	6,8	6,2
<i>Stemphylium</i> spp.	1,3	4,0	3,3	0,2	2,7	3,5	2,8	2,7	1,0	4,5	4,8	0,7	1,8	3,3	3,2	1,0	1,3	3,0	3,7	0,7
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.	—	—	—	0,2	—	—	—	1,0	—	—	2,0	0,5	0,2	—	—	2,8	—	—	1,3	0,7
Kolonie niezarodnikujące Non sporulated colonies	0,7	2,2	1,5	0,3	3,8	1,2	0,5	0,7	2,5	2,2	0,7	0,3	1,7	2,2	0,8	0,7	2,7	2,5	1,7	0,3
Inne Other	2,3	1,8	2,3	0,3	2,2	1,5	2,5	1,2	1,7	0,7	3,3	5,5	3,7	1,5	3,0	1,2	0,7	0,8	4,3	0,7
Bakterie Bacteria	23,2	29,0	36,0	53,7	26,8	36,7	37,2	43,3	24,0	28,5	31,0	53,2	26,0	32,2	40,0	57,5	29,7	24,0	37,3	52,8
Ogółem Total	202,9	166,6	218,1	150,2	205,9	203,6	227,9	197,7	203,6	180,9	231,9	196,7	206,9	194,8	242,9	188,4	220,4	177,5	226,8	168,8

A — Przed przechowywaniem; Before storage

R — Raxil

B — Po przechowywaniu; After storage

V — Vitavax

C — Kontrola; Control

Tabela 2

Mikroorganizmy występujące na ziarnie jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w temperaturze -15°C (średnia liczba kolonii /100 ziarniaków)

Microorganisms detected on spring barley seeds before and after storage in temperature -15°C (mean number of colonies per 100 seeds)

Mikroorganizmy Microorganisms	Odmiana — Cultivar																			
	Rastik				Rataj				Rodion				Rasbet				Scarlett			
	A	B			A	B			A	B			A	B			A	B		
		C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V		C	R	V
<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	7,2	3,3	5,8	—	5,7	5,2	8,5	2,7	10,2	1,2	6,5	1,2	13,0	9,8	16,8	10,2	9,3	0,7	0,7	0,7
<i>Acremonium</i> spp.	5,3	1,2	8,7	1,0	8,0	1,7	4,2	1,0	7,2	3,5	8,8	2,2	5,2	3,7	8,3	5,2	8,8	1,3	3,7	1,3
<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissler	57,7	60,8	70,8	34,8	55,8	52,8	67,3	40,2	45,8	56,2	66,5	42,7	49,2	59,8	66,2	51,7	48,5	46,2	52,3	33,5
<i>Aspergillus</i> spp.	0,5	0,3	0,7	2,3	—	—	0,7	2,3	0,2	0,5	—	0,7	0,2	0,2	—	1,2	—	—	0,3	0,8
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Am.	1,2	0,5	4,5	2,3	1,2	0,7	5,0	2,0	3,0	0,5	3,8	1,5	3,5	1,0	3,8	3,0	1,2	0,8	7,5	4,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem.	34,2	29,3	22,8	2,7	34,7	55,7	33,5	8,2	49,0	58,8	44,3	8,3	41,5	52,2	39,8	6,3	42,7	61,2	44,0	8,8
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Fr.	6,0	3,2	9,0	1,3	2,5	1,5	3,2	1,7	2,8	0,8	3,3	0,7	0,8	2,7	6,2	1,3	3,2	1,0	5,8	1,3
<i>Epiccocum nigrum</i> Link.	5,3	3,0	2,5	0,5	2,0	3,2	2,8	1,0	1,7	5,8	4,2	0,5	2,5	6,2	4,5	1,7	1,8	3,7	4,2	1,7
<i>Fusarium</i> spp.	54,7	37,2	30,0	13,3	59,5	34,8	29,8	29,8	53,3	36,2	28,8	23,7	55,0	41,5	45,0	51,3	69,2	33,8	22,7	25,3
<i>Mucor</i> spp.	0,8	1,5	6,8	4,7	0,7	0,2	10,8	5,7	1,0	2,7	8,0	9,7	2,0	4,0	12,5	11,7	1,3	1,2	9,5	11,0
<i>Papularia arundinis</i> (Corda) Fr.	2,3	3,2	4,3	—	0,3	1,0	0,5	—	—	—	1,0	—	0,3	0,3	1,3	—	—	—	0,8	—
<i>Penicillium</i> spp.	0,2	0,8	12,5	25,7	—	0,2	16,2	42,7	0,2	2,2	13,0	26,5	0,3	0,3	7,0	19,5	—	0,2	8,8	34,5
<i>Stemphylium</i> spp.	1,3	6,8	3,2	1,3	2,7	4,3	3,2	2,8	1,0	4,5	3,8	2,3	1,8	5,5	1,8	1,7	1,3	7,0	3,3	1,7
<i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Fr.	—	—	0,5	0,5	—	—	—	1,2	—	—	0,7	1,0	0,2	—	—	0,3	—	—	1,0	—
Kolonie niezarodnikujące Non sporulated colonies	0,7	1,7	1,0	0,2	3,8	2,2	1,7	0,3	2,5	1,3	0,8	0,2	1,7	0,8	1,3	0,2	2,7	2,2	1,2	0,3
Inne Other	2,3	1,0	6,2	1,0	2,2	2,8	3,2	0,7	1,7	1,2	5,8	3,0	3,7	2,2	7,0	0,7	0,7	3,2	3,2	—
Bakterie Bacteria	23,2	28,7	39,7	61,5	26,8	31,5	38,5	35,3	24,0	29,5	32,3	43,0	26,0	20,3	29,0	30,8	29,7	25,2	38,5	38,8
Ogółem Total	202,9	182,5	229,0	153,1	205,9	197,8	229,1	177,5	203,6	204,9	231,6	167,2	206,9	210,5	250,5	196,8	220,4	187,7	207,5	164,4

A — Przed przechowywaniem; Before storage

R — Raxil

B — Po przechowywaniu; After storage

V — Vitavax

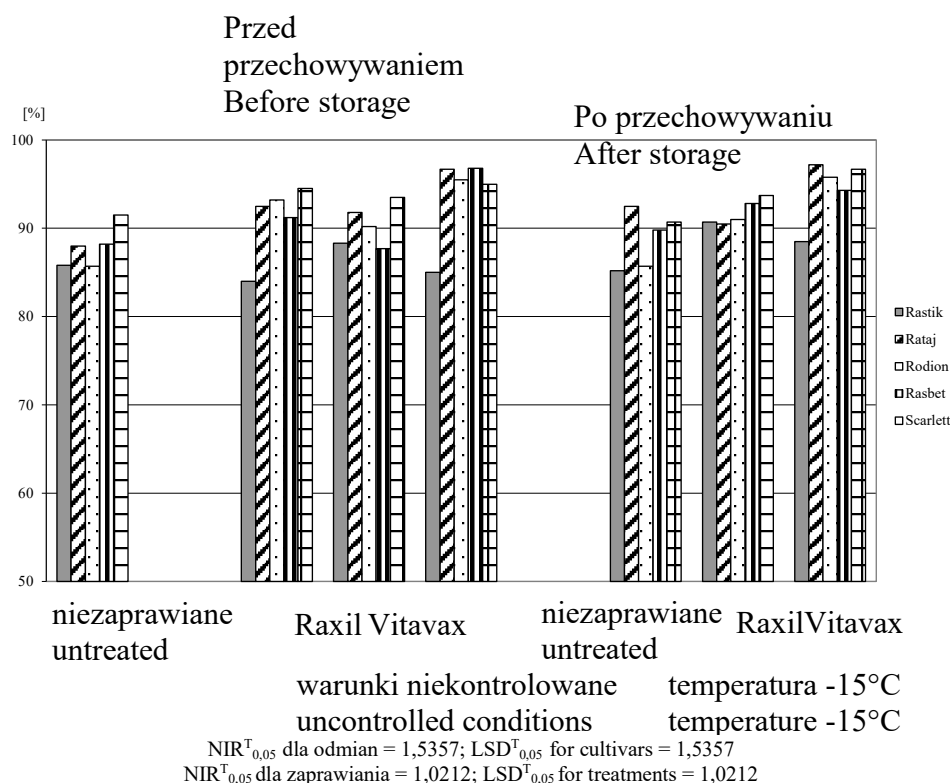
C — Kontrola; Control

Patogen ten był obserwowany w większej liczbie na ziarniakach niezaprawianych niż zaprawianych. Najmniejsze porażenie obserwowano po zastosowaniu zaprawy Vitavax średnio od 1,5% do 10,0% w zależności od odmiany i warunków przechowywania. Najslabiej porażone, bez względu na warunki przechowywania, były nasiona odmiany Rastik. Liczba izolatów uzyskanych z nieoplewionych ziarniaków tej odmiany po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych wynosiła średnio od 1,5 do 37,5 kolonii/100 ziarniaków w zależności od sposobu uszlachetniania. Po przechowywaniu w warunkach stałej temperatury -15°C wartości te kształtowały się odpowiednio od 2,7 do 29,3 kolonii. Ziarniaki pozostałych odmian były liczniej zasiedlone przez *B. sorokiniana*: w zależności od zastosowanego zaprawiania średnio od 6,0 do 61,7 kolonii po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach i od 6,3 do 61,2 kolonii po przechowywaniu w -15°C .

Podobne obserwacje dotyczyły grzybów z rodzaju *Fusarium*. Stwierdzono wyraźny spadek liczby tych grzybów na ziarniakach po przechowywaniu. Początkowo *Fusarium* spp. występowało na poziomie 53,0–69,2 kolonii (średnio 58,3%). Po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach liczebność tych grzybów wahała się od 20,2 do 49,8 kolonii/100 ziarniaków (średnio 36,8%) w zależności od rodzaju zaprawy. Analogicznie po przechowywaniu nasion w temperaturze -15°C frekwencja grzybów *Fusarium* spp. wynosiła od 13,3 do 45,0 kolonii (średnio 32,2%). Różnice te były istotne statystycznie ($\text{NIR}_{0,05}^T = 2,124$). W czasie przechowywania obserwowano istotny wzrost liczby grzybów przechowalniczych należących do rodzaju: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. Często identyfikowano je na ziarniakach zaprawionych: średnio od 14,0 do 51,3 kolonii/100 ziaren w zależności od rodzaju zaprawy i warunków przechowywania. Na ziarnie niezaprawianym gatunki przechowalnicze izolowano rzadziej — średnio od 1,2 do 2,7 kolonii po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych i od 0,3 do 4,8 kolonii po przechowywaniu w -15°C .

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że ziarniaki wszystkich odmian zaprawione zaprawą Vitavax charakteryzowały się najmniejszym zasiedleniem przez mikroorganizmy, najniższym porażeniem przez *Bipolaris sorokiniana* i niskim porażeniem przez grzyby z rodzaju *Fusarium*, a jednocześnie często obserwowano na nich grzyby przechowalnicze.

Zdolność kiełkowania nasion po przechowywaniu była wyższa od zdolności kiełkowania bezpośrednio po zbiorze i wahała się od 74,5 do 99,0% dla ziarna po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych i od 82,0 do 98,5% dla przechowywanych w -15°C w zależności od odmiany i rodzaju zaprawy (rys. 1). Najniższą zdolnością kiełkowania, bez względu na warunki przechowywania, charakteryzowały się nasiona odmiany Rastik zarówno niezaprawiane, jak i zaprawiane (średnio od 74,5 do 90,0%). Nasiona pozostałych odmian kiełkowały lepiej (średnio od 92,5 do 99,0% po przechowywaniu w magazynie i od 93,5 do 98,5% dla przechowywanych w -15°C) niż nieoplewione ziarniaki odmiany Rastik. Wyższą zdolnością kiełkowania wyróżniał się materiał zaprawiany (od 93,6 do 95,2% w zależności od rodzaju zaprawy i warunków przechowywania) niż niezaprawiany (od 92,8 do 93,3% w zależności od warunków przechowywania).



Rys. 1. Zdolność kiełkowania jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w różnych warunkach środowiska w zależności od odmiany i zastosowanego zaprawiania

Fig. 1. Germination capacity of spring barley before and after storage in different conditions depending on cultivar and treatments

Wigor wyrażony długością pierwszego liścia, długością korzenia pierwotnego oraz zgromadzoną w siewkach suchą masą zmieniał się w zależności od roku, odmiany, zaprawiania oraz warunków przechowywania. Po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych nastąpił spadek wigoru (krótsza plumula, krótszy korzeń i niższa wartość suchej masy) w stosunku do wigoru nasion przed przechowywaniem (tab. 3 i 5). Najwyższe wartości zanotowano oceniając nasiona zaprawione zaprawą Vitavax — średnio 96,6 mm dla długości pierwszego liścia, 168,8 mm dla długości korzenia i 0,325 g dla suchej masy zgromadzonej w siewkach. Wystąpiły także różnice odmianowe. Nasiona odmiany Rataj zaprawione zaprawą Raxil rozwijały się najwolniej i miały najkrótszą plumulę: średnio 75,8 mm. Podobnie wolno rozwijały się siewki wzrastające z ziarna niezaprawianego odmiany Rodion, wykształcając najkrótszy korzeń i gromadząc najmniejszą ilość suchej masy, odpowiednio 136,2 mm i 0,276 g w porównaniu do analogicznych wyników otrzymanych dla innych odmian. Po przechowywaniu w stałej temperaturze -15°C najwyższym wigorem charakteryzowały się ziarniaki zaprawiane

zaprawą Vitavax — średnio: długość plumuli 101,0 mm i korzenia 177,7 mm oraz sucha masa 0,341 g (tab. 4 i 5).

Tabela 3

Wigor jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach środowiska (średnia z trzech lat zbioru)
Vigour of spring barley before and after storage in uncontrolled conditions (mean from three years of harvest)

Odmiana Cultivar	Długość plumuli (mm) Plumule length (mm)				Długość korzenia (mm) Root length (mm)				Sucha masa (g) Dry weight (g)			
	A	B			A	B			A	B		
		Nz	Z			Nz	Z			Nz	Z	
			R	V			R	V			R	V
Rastik	103,2	92,2	87,2	97,6	159,5	139,7	159,8	154,0	0,351	0,300	0,344	0,321
Rataj	91,4	78,0	75,8	89,4	177,8	150,3	170,4	173,5	0,362	0,291	0,299	0,341
Rodion	102,3	90,7	84,2	97,7	161,8	136,2	162,3	164,8	0,322	0,276	0,307	0,321
Rasbet	99,0	84,4	83,4	98,0	172,6	145,2	160,1	169,0	0,311	0,278	0,282	0,318
Scarlett	106,7	85,9	83,2	100,1	181,3	153,8	174,7	182,5	0,313	0,279	0,293	0,326
Średnio Mean	100,5	86,2	82,8	96,6	170,6	145,0	165,5	168,8	0,332	0,285	0,305	0,325

A — Przed przechowywaniem; Before storage
Nz — Niezaprawiane; Untreated
R — Raxil

B — Po przechowywaniu; After storage
Z — Zaprawiane; Treated
V — Vitavax

Tabela 4

Wigor jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w temperaturze –15°C (średnia z trzech lat zbioru)
Vigour of spring barley before and after storage in temperature –15°C (mean from three years of harvest)

Odmiana Cultivar	Długość plumuli (mm) Plumule length (mm)				Długość korzenia (mm) Root length (mm)				Sucha masa (g) Dry weight (g)			
	A	B			A	B			A	B		
		Nz	Z			Nz	Z			Nz	Z	
			R	V			R	V			R	V
Rastik	103,2	93,0	93,1	105,4	159,5	144,4	157,7	164,5	0,351	0,304	0,431	0,351
Rataj	91,4	88,4	83,9	89,0	177,8	156,3	178,5	175,0	0,362	0,309	0,340	0,343
Rodion	102,3	95,6	92,6	105,6	161,8	157,3	171,3	179,6	0,322	0,308	0,329	0,360
Rasbet	99,0	91,8	90,1	98,7	172,6	153,8	170,1	175,5	0,311	0,287	0,289	0,301
Scarlett	106,7	93,6	91,3	106,4	181,3	162,0	181,3	193,9	0,313	0,280	0,301	0,348
Średnio Mean	100,5	91,7	90,2	101,0	170,6	154,8	171,8	177,7	0,332	0,298	0,338	0,341
A — Przed przechowywaniem; Before storage							B — Po przechowywaniu; After storage					
Nz — Niezaprawiane; Untreated							Z — Zaprawiane; Treated					
R — Raxil							V — Vitavax					

Wigor nasion zaprawianych zarówno zaprawą Vitavax, jak i Raxil był wyższy w stosunku do wigoru ziarna przed przechowywaniem. Obserwowano różnice odmianowe i stwierdzono, że najwolniej rozwijały się siewki odmiany Rataj wyrosłe z ziarniaków zaprawianych zaprawą Raxil, które miały najkrótszy pierwszy liść — średnio 83,9 mm. Najkrótszy korzeń miały siewki wyrosłe z niezaprawianych nasion odmiany Rastik (średnio 144,4 mm), a najmniejszą ilość suchej masy zgromadziły siewki wyrosłe ziarna

niezaprawianego odmiany Scarlett (średnio 0,280 g) w porównaniu do wyników uzyskanych dla pozostałych odmian. Ziarniaki przechowywane w temperaturze -15°C charakteryzowały się wyższym wigorem niż przechowywane w warunkach niekontrolowanych.

Tabela 5

Analizy wariancji dla wigoru jęczmienia jarego po przechowywaniu
Analysis of variance for vigour of spring barley after storage

	Długość plumuli Plumule length	Długość korzenia Root length	Sucha masa Dry weight
F_{emp} dla roku zbioru (A) F value for years of harvest (A)	1323,15**	38,50**	83,29**
F_{emp} dla odmiany (B) F value for cultivars (B)	78,07**	71,32**	7,14**
F_{emp} dla zaprawiania (C) F value for treatments (C)	150,62**	182,12**	7,34**
F_{emp} dla warunków przechowywania (D) F value for storage conditions (D)	118,18**	39,73**	6,13**

* Istotne dla $\alpha = 0,05$; ** Istotne dla $\alpha = 0,01$

* Significant for $\alpha = 0.05$; ** Significant for $\alpha = 0.01$

Badania składu chemicznego po przechowywaniu wykazały, że zawartość białka, włókna i skrobi zależała od roku zbioru i właściwości odmianowych, a w przypadku białka i włókna również od warunków przechowywania (tab. 6).

Tabela 6

Analizy wariancji dla składu chemicznego ziarna jęczmienia jarego po przechowywaniu
Analysis of variance for chemical components of spring barley seed after storage

	Białko Protein	Włókno Fibre	Skrobia Starch
F_{emp} dla roku zbioru (A) F value for years of harvest (A)	60,24**	18,84**	18,26**
F_{emp} dla odmiany (B) F value for cultivars (B)	74,85**	13,45**	14,30**
F_{emp} dla warunków przechowywania (D) F value for storage conditions (D)	3,45*	6,41**	0,14

* Istotne dla $\alpha = 0,05$; ** Istotne dla $\alpha = 0,01$

* Significant for $\alpha = 0.05$; ** Significant for $\alpha = 0.01$

Zawartość białka w ziarnie wynosiła średnio 12,7% (przed przechowywaniem 12,5%), skrobi od 50,5 do 50,7% (przed przechowywaniem 50,0%) i włókna od 4,9 do 5,1% (przed przechowywaniem 5,0%) w zależności od warunków przechowywania. Obserwowano także różnice odmianowe. Najniższą zawartość białka obserwowano w ziarnie odmiany Rodion przechowywanym zarówno w warunkach niekontrolowanych, jak i w stałej temperaturze -15°C — średnio 12,0% dla obu warunków przechowywania. Ziarniaki odmiany Rastik charakteryzowały się najwyższą zawartością białka: średnio od 13,8 do 14,3% w zależności od warunków przechowywania. Jednocześnie w ziarniakach tej odmiany przechowywanych zarówno w warunkach niekontrolowanych, jak i w tempe-

raturze -15°C stwierdzono najniższą zawartość skrobi (średnio odpowiednio 49,3 i 49,7%) i włókna (średnio odpowiednio 4,7 do 4,4%) (tab. 7).

Tabela 7

Skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego przed i po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach środowiska i w temperaturze -15°C (średnia z trzech lat zbioru)
Chemical composition of spring barley seed before and after storage in uncontrolled conditions and in temperature -15°C (mean from three years of harvest)

Odmiana Cultivar	Białko Protein			Skrobia Starch			Włókno Fibre		
	A	B		A	B		A	B	
		C	D		C	D		C	D
Rastik	13,5	14,3	13,8	49,3	49,3	49,7	4,5	4,7	4,4
Rataj	12,3	12,6	12,8	50,4	50,7	50,2	5,0	5,2	5,1
Rodion	12,3	12,0	12,0	50,2	50,7	50,5	5,2	5,3	5,2
Rasbet	12,2	12,4	12,4	50,0	50,7	52,4	5,1	5,2	4,9
Scarlett	12,3	12,3	12,2	50,2	51,3	50,6	5,1	4,9	5,0
Średnio Mean	12,5	12,7	12,7	50,0	50,5	50,7	5,0	5,1	4,9

A — Przed przechowywaniem; Before storage

B — Po przechowywaniu; After storage

C — W niekontrolowanych warunkach; In uncontrolled conditions

D — W temperaturze -15°C; Storage in temperature -15°C

DYSKUSJA

W badaniach nad doborem warunków przechowywania nasion różnych gatunków stwierdzono, że obniżona wilgotność nasion oraz brak dostępu powietrza ma korzystny wpływ na żywotność ziarniaków (Lonc, 1984; Narkiewicz-Jodko i Schneider, 1990; Gabińska i in., 1991). Z badań Narkiewicz-Jodko (1979) wynika, że żywotność grzybów zasiedlających nasiona w przechowalni zależy jednak nie tylko od wilgotności nasion, ale także temperatury i wilgotności powietrza w otoczeniu, wzajemnej reakcji grzybów między sobą oraz ich lokalizacji w nasieniu.

Niewielu autorów zajmowało się jednak zagadnieniem możliwości przechowywania nasion zaprawionych, to jest wpływu zapraw na wartość siewną ziarna w czasie przechowywania. Narkiewicz-Jodko (1990 b i 1991 b) badała wpływ różnych zapraw nasiennych na wartość siewną i skład mikoflory przechowywanych nasion grochu przez okres jednego lub dwóch lat. Obserwowała, że zastosowane zaprawy skutecznie ograniczały występowanie mikoflory zarówno patogenicznej, jak i saprotroficznej. Jednocześnie nie stwierdziła ujemnego wpływu zapraw na zdolność kiełkowania przechowywanych nasion. W niniejszej pracy zebrane w doświadczeniu polowym ziarno jęczmienia jarego niezaprawiane oraz zaprawiane przechowywano od zbioru do siewu w roku następnym w dwóch warunkach środowiska (warunki niekontrolowane i stała temperatura -15°C). Wykazano, że podczas przechowywania materiału siewnego zachodzą istotne zmiany w ilości i składzie gatunkowym mikoflory. W miarę upływu czasu liczba kolonii grzybów przeważnie malała, a miejsce tzw. „grzybów polowych” zajmowały tzw.

„grzyby przechowalnicze” z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. Analogiczne zjawisko zaobserwowała Narkiewicz-Jodko (1979, 1991 a) oraz Gabińska i wsp. (1991). Narkiewicz-Jodko (1991 b) stwierdziła ponadto, że większość grzybów „polowych” zasiedlała głębsze tkanki ziarna, natomiast grzyby „przechowalnicze” występowały głównie na powierzchni ziarna (plewy). Penetracja głębszych tkanek ziarna przez grzyby „polowe” była tym większa, im silniejsze było zasiedlenie powierzchniowe przez grzyby „przechowalnicze”. Rozwój grzybów „polowych” penetrujących wewnętrzne tkanki ziarna był również uzależniony od wilgotności ziarna w momencie zbioru.

Spośród grzybów zasiedlających świeży materiał siewny *Alternaria alternata* występował najliczniej. Jednak w miarę upływu czasu przechowywania można było zaobserwować tendencje do zmniejszania się liczby wyosabnianych izolatów tego gatunku. Z badań Jørgensena (1970) wynika, że ilość izolatów *Alternaria alternata* zmniejszała się wraz z upływem czasu przechowywania. Natomiast Roberts (1972) stwierdził obecność tego grzyba w przechowywanym przez 3 lata materiale siewnym pszenicy. Analizując wyniki uzyskane w pracy stwierdzono, że liczba gatunków patogenicznych, *Fusarium* i *Bipolaris sorokiniana*, po przechowywaniu uległa obniżeniu, a ich miejsce zajmowały grzyby „przechowalnicze” z rodzaju *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*. De Tempe (1964) twierdzi, że grzyby z rodzaju *Fusarium* nie są odporne na starzenie i więcej niż połowa z nich ginie w czasie rocznego przechowywania. Pelhate (1968) uważa zaś, że grzyby z rodzaju *Aspergillus* i *Penicillium* wykazują antagonistyczne działanie w stosunku do niektórych patogenów i mogą wpływać hamująco na ich rozwój w środowiskach przechowalniowych. Prawdopodobnie może być to przyczyną zmian składu gatunkowego mikroorganizmów w czasie przechowywania. Roberts (1972) oraz Narkiewicz-Jodko i Gil (2000) stwierdzili również, że grzyby „przechowalnicze” mogą powodować obniżenie lub utratę zdolności kiełkowania ziarna, zmianę zabarwienia, zbrylanie się, zagrzewanie oraz obumieranie materiału siewnego. Stawicki (1967) uważa, że większość grzybów, a głównie grzyby z rodzaju *Penicillium*, odznaczają się silnymi właściwościami amylolitycznymi, proteolitycznymi oraz lipolitycznymi i w związku z tym mogą wpływać ujemnie na jakość ziarna. Zdaniem Pelhate (1968) grzyby te zależnie od swoich specjalnych właściwości i warunków otoczenia przedstawiają poważne zagrożenie dla przechowywanych nasion.

W badaniach nad doborem właściwych warunków do przechowywania nasion różnych gatunków roślin obserwowano niejednokrotnie utrzymywanie się zdolności kiełkowania nasion po przechowywaniu w zbliżonych warunkach (Łuczyńska, 1980). Ruza i Linina (2000) badając patogeny rozwijające się w czasie przechowywania nasion w różnych warunkach, zauważyli zmiany składu i ilości mikroorganizmów oraz obniżenie zdolności kiełkowania. Także Lonc (1984) w badaniach nad wpływem warunków przechowywania ziarna zbóż na zdolność kiełkowania i plon obserwował szybkie obniżenie się zdolności kiełkowania w czasie półtorarocznego przechowywania jęczmienia jarego. Podobne wyniki uzyskali Grzelak i wsp. (1994), którzy stwierdzili obniżenie się zdolności kiełkowania przy jednoczesnym wzroście liczby ziarniaków niekiełkujących i siewek nienormalnych. Na podstawie wyników uzyskanych w tej pracy stwierdzono, że zdolność

kiełkowania nasion po przechowywaniu była wyższa od zdolności kiełkowania bezpośrednio po zbiorze. Górski (1995) w swych badaniach także obserwował wzrost zdolności kiełkowania nasion po przechowywaniu w porównaniu do wyjściowej. Notowany wzrost zdolności kiełkowania w czasie przechowywania Narkiewicz-Jodko (1979) wyjaśnia wyraźnie malejącym składem mikroflory zasiedlającej ziarno. Badania zdolności kiełkowania ziarniaków niezaprawianych i zaprawianych przeprowadzone przez Moreno-Martinez i wsp. (1994) wykazały porównywalne wartości kiełkowania w obu przypadkach, pomimo silniejszego zasiedlenia przez grzyby przechowalnicze ziarna niezaprawianego. Wyniki własne wykazały, że zaprawianie ziarna wpłynęło na zmniejszenie ilości patogenicznej mikroflory i jednocześnie spowodowało wzrost zdolności kiełkowania. Ponadto obserwowano różnice odmianowe. Najniższą zdolnością kiełkowania charakteryzowała się odmiana Rastik, niezależnie od zastosowanego rodzaju zaprawy i warunków przechowywania. Podobne wyniki uzyskali Opoku i Gamble (1995), którzy w badaniach zdolności kiełkowania ziarna jęczmienia po przechowywaniu, obserwowali wyższe wartości tego parametru dla odmian oplewionych w porównaniu z odmianami o ziarnie nagim.

Badania wpływu czasu przechowywania na wartość siewną i reprodukcyjną jęczmienia jarego, wykazały, że wysoka wartość reprodukcyjna zachowana jest przez cztery lata (Mazurek, 1987). Inni autorzy podjęli próby znalezienia dodatkowych wskaźników jakości, które obok zdolności kiełkowania nasion informowałyby szerzej o wartości biologicznej (Delouche i Baskin, 1973). Stwierdzono, że potencjał przechowalniczy nasion o wysokiej zdolności kiełkowania związany jest z poziomem wigoru. Jeśli w czasie przechowywania wystąpią jakiegokolwiek formy stresu (np. wzrost temperatury lub wilgotności względnej), nasiona o wysokim wigorze zniosą je lepiej. Nawet w kontrolowanych warunkach przechowywania (tj. niska temperatura i niska zawartość wody w nasionach) stan nasion po przechowywaniu będzie zależał od początkowego wigoru. Wyniki uzyskane w pracy wykazały, że szybkość wydłużania się plumuli i korzenia pierwotnego oraz ilość zgromadzonej w siewkach suchej masy zmieniały się w zależności od zastosowanej zaprawy oraz warunków przechowywania. Po przechowywaniu w niekontrolowanych warunkach nastąpił spadek wigoru ziarna w stosunku do wigoru przed przechowywaniem, a po przechowywaniu w warunkach stałej temperatury -15°C był wyższy niż przed przechowywaniem. Ziarniaki przechowywane w -15°C charakteryzowały się wyższym wigorem niż przechowywane w warunkach niekontrolowanych. Grzesiuk i wsp. (1990) także obserwowali wyraźne zmiany wigoru nasion po kilkuletnim przechowywaniu w warunkach laboratoryjnych. Wyraźne przyspieszenie degradacji wigoru i żywotności nasion następowało w warunkach podwyższonej wilgotności i temperatury powietrza.

Badania Narkiewicz-Jodko (1979) wykazały, że ziarno jęczmienia jarego było bardziej odporne na warunki przechowywania niż innych zbóż. Mazurek (1987) w badaniach nad wpływem czasu przechowywania na wartość siewną i reprodukcyjną pszenicy jarej, jęczmienia jarego, owsa i pszenżyta ozimego stwierdził, że wysoka wartość reprodukcyjna zachowana jest dla jęczmienia jarego i owsa przez cztery lata, dla pszenżyta przez trzy lata, a dla pszenicy jarej przez dwa lata. Ponadto zdaniem White i wsp. (1999) jakość nagich

nasion pogarszała się szybciej w czasie przechowywania niż oplewionych bez względu na warunki przechowywania (temperatura i wilgotność). Pogorszenie się jakości szybciej następowało w warunkach wysokiej temperatury i wilgotności w porównaniu do spadku jakości ziarna przechowywanego w środowisku chłodnym i suchym. W niniejszej pracy obserwowano również, że po przechowywaniu najslabszą zdolność kiełkowania miała nieoplewiona odmiana Rastik w porównaniu z odmianami o ziarnie oplewionym.

Przeprowadzone w pracy analizy wykazały, że zawartość białka, włókna i skrobi zależała od odmiany i roku zbioru, a ilość białka i włókna zależała również od warunków przechowywania. Po przechowywaniu zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i w temperaturze -15°C obserwowano wzrost zawartości tych składników. W ziarnie zbóż przechowywanym dłużej niż pięć lat Grzesiuk i Kulka (1988) zauważyli zmiany jakości białek, aktywności białkowych inhibitorów proteaz i enzymów hydrolitycznych. Ponadto stwierdzili, że u roślin i nasion porażonych przez mikroorganizmy chorobotwórcze mogą nastąpić zmiany i zaburzenia w metabolizmie. Sprowadzają się one do zmian fizykochemicznych właściwości cytoplazmy komórek, zmian właściwości organelli komórkowych, zaburzeń w gospodarce wodnej, zmian w przebiegu fotosyntezy, dużego zużycia cukrowców, różnorodnych zmian w metabolizmie związków azotowych, znacznych ilościowych i jakościowych zmian kwasów nukleinowych i zwiększenia natężenia oddychania.

WNIOSKI

1. Analiza mikologiczna wykazała obniżenie liczby mikroorganizmów na ziarniakach po przechowywaniu w warunkach niekontrolowanych i w temperaturze -15°C . Stwierdzono, że zaprawione zaprawą Vitavax ziarniaki wszystkich badanych odmian po przechowywaniu były w mniejszym stopniu zasiedlone przez mikroorganizmy, słabiej porażone przez *Bipolaris sorokiniana* i *Fusarium* spp., a jednocześnie licznie wystąpiły na nich grzyby „przechowalnicze” z rodzajów: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Mucor*.
2. Zdolność kiełkowania ziarna po przechowywaniu była wyższa niż bezpośrednio po zbiorze. Stwierdzono, że zaprawianie nasion wpłynęło na poprawę zdolności kiełkowania. Nasiona nieoplewionej odmiany Rastik kiełkowały najslabiej.
3. Wigor ziarna zmieniał się w zależności od roku zbioru, odmiany, rodzaju zaprawy i warunków przechowywania. Przechowywane w -15°C ziarno charakteryzowało się lepszym wigorem niż przechowywane w warunkach niekontrolowanych oraz niż ziarno badane przed przechowywaniem. Najwyższe wartości wigoru po przechowywaniu stwierdzono dla nasion zaprawionych zaprawą Vitavax.
4. Obserwowano różnice zawartości białka, włókna i skrobi w zależności od odmiany i roku zbioru w nasionach przed i po przechowywaniu. Ponadto po przechowywaniu zarówno w warunkach niekontrolowanych jak i w temperaturze -15°C stwierdzono wzrost zawartości białka i włókna w nasionach.

LITERATURA

- Chidambaram S. B., Matur S. B., Neergaard P. 1972. Handbook on seed health testing. The Intern. Seed Testing Association As-NLH. Norway: 1 — 207.
- Delouche J. C., Baskin C. C. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Sci. & Technol.* 1: 117 — 118.
- De Tempe J. 1964. Seed-borne *Fusarium* spp. infection in temperate climate cereals. *Proceedings of the International Seed Testing Association*. Vol. 29, No. 1: 97 — 116.
- Ellis M. B. 1971. „*Dematiaceous Hyphomycetes*“. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England.
- Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M. 1990. Wartość siewna i mikoflora nasion roślin motylkowatych drobnonasiennych w długoletnim przechowywaniu. *Biul. IHAR 173/174*: 197 — 200.
- Gabińska K., Narkiewicz-Jodko M., Schneider J. 1991. Wpływ wieloletniego przechowywania na wartość siewną pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR 180*: 43 — 56.
- Górski M. 1995. Żywotność ziarniaków pszenicy ozimej w długoterminowym przechowywaniu. *Biul. IHAR 193*: 95 — 101.
- Grzelak K., Czuba M., Belotti J., Tulo M., Górski M. 1994. Viability of cereal seeds stored as germplasm in the Polish Genebank. *Plant Genetic Resources Newsletter* No. 97: 21 — 29.
- Grzebiuk S., Górecki R., Michalczyk D. J. 1990. Zmiany wigoru nasion motylkowatych drobnonasiennych pod wpływem różnego przechowywania. *Biul. IHAR 173/174*: 171 — 174.
- Grzebiuk S., Kulka K. 1988. *Biologia ziarniaków zbóż*. PWN Warszawa.
- International Seed Testing Association. 1995. *Handbook of Vigour Test Methods*. ISTA edited by J.G. Hampton and D. M. TeKrony. 3rd Edition, Zurich, Switzerland.
- International Rules for Seed Testing. Edition 2004. Published by The International Seed Testing Association (ISTA), P. O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Jørgensen J. 1970. Aendringer et byggens svampeflora ved ophevaring med et hoit vandinhold. *Tidsskr. Planteavl Biol.* 74, 3: 425 — 432.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. *Flora Polska T. XXII. Grzyby niedoskonałe. Strzępczakowe. Grzeźkowate. Sierpik (Fusarium)* PAN Warszawa-Kraków: 1 — 158.
- Lonc W. 1984. Wpływ warunków przechowywania ziarna siewnego pszenicy ozimej, żyta i jęczmienia jarego na zdolność kiełkowania i plony. *Biul. IHAR 153*: 165 — 184.
- Łucznińska J. 1980. Szybkość obniżania się zdolności kiełkowania nasion niektórych gatunków roślin rolniczych, przechowywanych w warunkach wysokiej wilgotności środowiska. *Biul. IHAR 141*: 133 — 143.
- Malone J. P., Muskett A. E. 1997. *Seed-borne fungi. Description of 77 fungus species*. 3rd Edition. Sheppard J. W. (ed.). ISTA, Zurich: 1 — 191.
- Mazurek J. 1987. Wpływ czasu przechowywania na wartość siewną i reprodukcyjną ziarna zbóż jarych. *Pam. Puł. z.* 89: 155 — 163.
- Moreno-Martinez E., Vazquez-Badillo M.E., Navarrete R., Ramirez-Gonzalez J. 1994. Effect of fungi and chemical treatment on viability of maize and barley seeds with different storage characteristics. *Seed Sci. & Technol.* Vol. 22, No. 3: 541 — 549.
- Narkiewicz-Jodko M. 1979. Wpływ wilgotności na zdolność kiełkowania i mikoflorę ziarna zbóż przechowywanego bez wymiany powietrza oraz w atmosferze dwutlenku węgla. *Biul. IHAR 135*: 133 — 141.
- Narkiewicz-Jodko M. 1990 a. Wpływ grzybów przechowalniczych na wartość siewną ziarna zbóż. *Symposium Naukowe PTFiT, Szczecin 12–14 września 1990*: 37.
- Narkiewicz-Jodko M. 1990 b. Wpływ zapraw nasiennych na wartość siewną i mikoflorę przechowywanych nasion grochu. *Biul. IHAR 173/174*: 201 — 203.
- Narkiewicz-Jodko M. 1991 a. Wpływ warunków zbioru na mikoflorę przechowywanego ziarna pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR 180*: 33 — 41.
- Narkiewicz-Jodko M. 1991 b. Możliwość przechowywania zaprawionych nasion grochu (*Pisum sativum* L.). *Biul. IHAR 180*: 131 — 143.

- Narkiewicz-Jodko M., Gil Z. 2000. The influence of fungi on germination capacity, quality and health status of winter barley grain during storage. International Seed Health Conference PTFiT, Seed Health as Quality Criterion; Radzików 9–11 October, 2000: 51.
- Narkiewicz-Jodko M., Schneider J. 1990. Wpływ warunków przechowywania na wartość siewną i zdrowotną ziarna pszenżyta ozimego. *Hod. Rośl. Aklim.* 32, 5–6: 1 — 23.
- Opoku G., Gamble E. E. 1995. Storability of seeds of normal and naked types of OAC Kippen barley. *Plant Varieties & Seeds*, Vol. 8, No. 3: 197 — 205.
- Pelhate J. 1968. Evolution de la mycoflore des bles en de conservation. *Inds. aliment. etagric* 85, 6/7: 769 — 773.
- Roberts E. H. 1972. Viability of seeds. The Scientific Division of Associated Book Publishers, London. 59 — 63.
- Ruza A., Linina A. 2000. Changes of grain seed pathogens during lasting storage under diverse conditions. International Seed Health Conference PTFiT, Seed Health as Quality Criterion; Radzików 9–11 October 2000: 52.
- Stawicki S. 1967. Powierzchniowe i wgłębne zakażenie ziarna pszenicy jako mikrobiologiczny wskaźnik jego jakości i trwałości. *Roczniki WSR Poznań*, 13.
- White N. D. G., Hulasare R. B., Jayas D. S. 1999. Effects of storage conditions on quality loss of hull-less and hulled oats and barley. *Can. J. Plant Sci.* Vol. 79, No. 4: 475 — 482.

AGNIESZKA GRĄDZIELEWSKAInstytut Genetyki i Hodowli Roślin
Akademia Rolnicza, Lublin

Charakterystyka niektórych cech ilościowych translokacyjnych rodów żyta (*Secale cereale* L. cv. Amilo × *Dasypyrum villosum* (L.) P. Candargy)

Characterization of some quantitative traits in translocation rye strains (*Secale cereale* L. cv. Amilo × *Dasypyrum villosum* (L.) P. Candargy)

Ocenę cech ilościowych translokacyjnych rodów żyta *Secale cereale* L. cv. Amilo × *Dasypyrum villosum* (L.) P. Candargy przeprowadzono w oparciu o wyniki 3-letnich badań (2000–2002). Niektóre z badanych rodów, w porównaniu z odmianą Amilo, charakteryzowały się co najmniej jedną z następujących cech: istotnie mniejszą wysokością łanu, istotnie większą zawartością białka ogółem w ziarniakach, dłuższym i bardziej zbitym kłosem, wcześniejszym terminem kłoszenia i kwitnienia. Na podstawie współczynników korelacji stwierdzono, że obniżenie wysokości łanu i zwiększenie zawartości białka ogółem wiązało się z nieznacznym spadkiem plonowania. Na plon ziarna istotny wpływ miały głównie: liczba i masa ziarniaków z kłosa, płodność kłoska oraz wysokość łanu. Uzyskane wyniki wskazują, że wśród badanych rodów są takie, u których przełamane zostały niekorzystne z punktu widzenia hodowli korelacje między zawartością białka ogółem a plonem z poletka i wysokością łanu.

Słowa kluczowe: cechy ilościowe, *Dasypyrum villosum* L., krzyżowanie oddalone, *Secale cereale* L.

Quantitative traits of translocation rye strains *Secale cereale* L. cv. Amilo × *Dasypyrum villosum* (L.) P. Candargy were analyzed on the basis of results obtained in 3-year investigations (2000–2002). In comparison with a standard variety Amilo, some of the strains exhibited at least one of the following characteristics: significantly shorter plants, significantly higher content of total grain protein, longer spike, higher spike density, earlier heading, earlier flowering. The analysis of correlation coefficients showed that the reduction in plant height and the increase in total protein content only slightly reduced yielding in the investigated strains. It was found that grain yield was substantially affected by the number and weight of kernels from one spike, spikelet fertility and plant height. The results indicate that the breeding problem associated with undesirable correlation between protein content and yielding as well as between protein content and plant height has been overcome in some rye strains.

Key words: *Dasypyrum villosum* L., quantitative traits, *Secale cereale* L., wide hybridization

WSTĘP

Poszerzanie zmienności genetycznej odmian uprawnych jest ciągle istotnym zadaniem hodowli. Jedną ze stosowanych u zbóż metod jest krzyżowanie oddalone z dzikimi gatunkami traw, które mogą być donorami zarówno cech odpornościowych jak i jakościowych. Otrzymywanie materiałów hodowlanych tą drogą jest jednak długotrwałe i pracochłonne gdyż obca chromatyna wywiera również negatywny wpływ na ważne z rolniczego punktu widzenia cechy gatunku uprawnego. Zmniejszenie jej udziału wymaga wielokrotnego wstecznego krzyżowania mieszańców z formą uprawną. Pomimo tych trudności mieszańce oddalone mają duże znaczenie w hodowli odpornościowej, zwłaszcza tam, gdzie krzyżowanie międzyodmianowe i hodowla mutacyjna nie dają pożądanych efektów. Gatunki powszechnie wykorzystywane przez hodowców do ulepszania zbóż należą do rodzaju *Triticum*, *Aegilops*, *Dasypyrum* czy *Secale* (Słaboński, 1969; Lucas i Jahier, 1988; Gruszecka, 1997).

Najczęściej wykorzystywaną metodą zwiększenia zróżnicowania genetycznego żyta uprawnego jest krzyżowanie międzygatunkowe. Jednakże mimo intensywnych badań nad mieszańcami oddalonymi dzikie gatunki żyta, jako źródło pożądanych genów, są nadal niedostatecznie wykorzystane (Rzepka, 1990; Rzepka-Plevneš i in., 1995). Zmienność genetyczną żyta można poszerzać również w oparciu o krzyżowania międzyrodzajowe. Bogatym źródłem korzystnych genów jest *Dasypyrum villosum* (L.) Candargy (*Haynaldia villosa* (L.) Schur) — diploidalny ($2n = VV = 14$), jednoroczny, obcocylny gatunek, należący do plemienia *Triticeae* (Friebe i wsp., 1987; De Pace i wsp., 2001). Gatunek ten, powszechnie wykorzystywany w hodowli pszenicy, mimo bliskiego pokrewieństwa z żytem (Lucas i Jahier, 1988; Uslu i in., 1999) jak dotąd był praktycznie niewykorzystany w programach hodowlanych tego zboża. Genom *D. villosum* jest źródłem genów odporności na: mączniaka prawdziwego, głownię pyłkową, łamliwość źdźbła, fuzariozę, septoriozę, zgorzel podstawy źdźbła, rdzę brunatną i żdźbłową, liściozwój pszenicy (WCM — wheat curl mite) (Li i in., 2002) oraz wirus żółtej karłowatości jęczmienia (BYDV) (Qualset i in., 1993). Posiada geny wpływające na obniżanie wysokości roślin (Li i in., 1991; Gruszecka i Pietrusiak, 2001), wykazuje odporność na czynniki stresowe, tj. suszę, stres wodny, wymarzenie, zasolenie, a jego ziarniaki mają dużą zawartość białka zapasowego i lizyny (Zhong i Qualset, 1993; Bothmer i Claesson, 1998; De Pace i in., 1990, 2001).

Celem prezentowanej pracy była ocena niektórych cech ilościowych translokacyjnych rodów żyta uzyskanych w wyniku krzyżowania żyta uprawnego odmiany Amilo z *D. villosum* L. (P) Candargy odnośnie do jednego lub obydwu komponentów rodzicielskich, określenie współzależności tych cech oraz selekcja obiecujących materiałów, które mogą być wykorzystane w programach hodowlanych żyta.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań było 29 rodów żyta ozimego (tab. 1), otrzymanych w wyniku krzyżowania *Secale cereale* L. odmiany Amilo ($2n = RR = 14$) z dzikim gatunkiem

Dasyphyrum villosum (L.) P. Candargy ($2n = VV = 14$) (Krym, Ukraina). Mateczna odmiana żyta Amilo cechuje się większą niż u innych odmian odpornością ziarna na porastanie oraz bardzo dobrą wartością wypiekową mąki, a także dobrą zimotrwałością, zdrowotnością oraz stabilnym plonowaniem (Lista Odmian Roślin Rolniczych, 1989). Badane rody żyta uzyskano w wyniku kilkakrotnego wstecznego zapylania roślin mieszańcowych rodzicielską odmianą żyta lub *D. villosum*, a następnie rozmnażania w izolacji (Gruszecka, 1997). Pokolenia B₁/F₆, B₂/F₈ i B₃F₇ otrzymano w wyniku jedno-, dwu- lub trzykrotnego wstecznego zapylania mieszańców pyłkiem odmiany Amilo, a następnie rozmnażania w izolacji (tab.1). Pokolenie opisane jako F₅ uzyskano krzyżując wstecznie rośliny pokolenia B₂ z *D. villosum*, a otrzymane w ten sposób mieszańce w typie żyta rozmnażano przez kolejne lata w izolacji (tab. 1).

Tabela 1

Rody badane w 3-letnim doświadczeniu polowym (2000–2002)
The breeding strains tested in three-years trials (2000–2002)

Nr rodu Strain number	Pochodzenie Origin	Pokolenie w pierwszym roku badań 2000/2001 Generation in the first year of studies 2000/2001
1	CZR 660/1/1n/95	B ₁ /F ₄
2	CZR 660/1/1n/95	B ₁ /F ₄
3	CZR 660/1/1n/95	B ₁ /F ₄
4	CZR 660/1/1n/95	B ₁ /F ₄
5	CZR 660/1/1n/95	B ₁ /F ₄
6	CZR 660/37/1/1/96	B ₂ /F ₆
7	CZR 660/37/1/2/96	B ₂ /F ₆
8	CZR 660/37/1/3/96	B ₂ /F ₆
9	CZR 660/8/95	B ₃ /F ₅
10	CZR 660/18/II/2/96	B ₃ /F ₅
11	CZR 660/18/II/2/96	B ₃ /F ₅
12	CZR 660/2/1n/95	B ₃ /F ₅
13	CZR 660/2/4n/95	B ₃ /F ₅
14	CZR 660/2/4n/95	B ₃ /F ₅
15	CZR 660/2/4n/95	B ₃ /F ₅
16	CZR 660/2/4n/95	B ₃ /F ₅
17	CZR 660/32/7/96	B ₃ /F ₅
18	CZR 660/35/4/96	B ₃ /F ₅
19	CZR 660/15/1/96	F ₅
20	CZR 660/11/95	F ₅
21	CZR 660/2/3n/95	F ₅
22	CZR 660/2/3n/95	F ₅
23	CZR 660/2/3n/95	F ₅
24	CZR 660/2/3n/95	F ₅
25	CZR 660/2/3n/95	F ₅
26	CZR 660/2/3n/95	F ₅
27	CZR 660/2/3n/95	F ₅
28	CZR 660/8/3/96	F ₅
29	CZR 660/8/4/96	F ₅
30	Amilo	

Doświadczenie przeprowadzono przez trzy kolejne lata 2000, 2001, 2002 w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach metodą bloków losowanych w trzech pow-

tórzeniach. Badane rody oraz wzorzec — żyto odmiany Amilo wysiewano rzutowo ręcznie po 300 ziaren, na poletka 5-rzędowe o powierzchni 1 m². Rozstawa rzędów wynosiła 20 cm.

W czasie wzrostu i rozwoju roślin określono terminy kłoszenia i kwitnienia oraz odporność na wyleganie (9°). Na podstawie daty kłoszenia i kwitnienia wyliczono liczbę dni, która upłynęła od 1 maja do pełni wymienionych faz. Dwa tygodnie po przekwitnięciu form najpóźniejszych dokonywano pomiaru wysokości łanu w trzech miejscach na każdym poletku i obliczano średnią. W fazie dojrzałości pełnej z każdego poletka zbierano losowo po 10 kłosów i na każdym z nich analizowano następujące cechy: długość osadki kłosowej (cm), liczbę kłosek w kłosie, liczbę ziarniaków w kłosie, masę ziarniaków z kłosa (g), wyrównanie ziarniaków (9°), dorodność ziarniaków (9°). Wyrównanie i dorodność ziarniaków oraz odporność na wyleganie oceniano w skali 9° COBORU (gdzie 9 oznacza stan najkorzystniejszy z rolniczego punktu widzenia, a 1 — najmniej korzystny). Na podstawie otrzymanych wyników obliczono masę 1000 ziarniaków (g) (masa ziarniaków z kłosa/liczba ziarniaków w kłosie × 1000), płodność kłosa (liczba ziarniaków przypadających na jeden kłosek w kłosie) i zbitość kłosa (liczba kłosek przypadających na 1 dm osadki kłosowej).

W firmie Hodowla Roślin Danko Oddział Laski oznaczano zawartość białka ogółem w ziarnie badanych rodów oraz form rodzicielskich metodą Kjejdahla, stosując przelicznik białkowy 6,25. Procentową zawartość białka określano w jednogramowych próbach mąki w trzech powtórzeniach.

Uzyskane wyniki badań dotyczące wybranych elementów plonowania poddano analizie statystycznej, oddzielnie dla każdego roku. Wykorzystano program opracowany przez Ośrodek Informatyki AR w Lublinie i zastosowano test F-Snedecora. Istotność różnic pomiędzy badanymi obiektami stwierdzano dzięki wykorzystaniu wielokrotnych przedziałów ufności Tukeya. Wyliczono korelacje pomiędzy wybranymi cechami.

WYNIKI I DYSKUSJA

Pożądaną cechą u żyta jest skrócenie okresu wegetacji z powodu niekorzystnego wpływu warunków pogodowych oraz ze względów fitosanitarnych (Wolski, 1970). Wysoka temperatura w okresie poprzedzającym kłoszenie wpływa na niewielkie zróżnicowanie ocenianych materiałów mieszańcowych pod względem terminu kłoszenia. Jednakże odpowiedni dobór komponentów rodzicielskich do krzyżowań umożliwia otrzymanie form wcześniejszych (Kolasińska, 1992). W badaniach Kolasińskiej (1992) mieszańce pochodzące z krzyżowania populacji wczesnych z późnymi osiągały pełnię kłoszenia istotnie później niż wczesna forma rodzicielska. Rzepka (1990) podaje, że mieszańce *S. cereale* × *S. montanum* i *S. cereale* × *S. vavilovii* kwitły i dojrzewały później niż odmiany mateczne Motto i Dańkowskie Złote, jednakże już dwukrotne krzyżowanie wsteczne z odpowiednią odmianą spowodowało skrócenie okresu wegetacji do jej poziomu. Oceniane w prezentowanej pracy rody kłosiły się i kwitły w terminie zbliżonym do wzorca lub później, choć w większości przypadków różnice były nieistotne (tab. 2).

Tabela 2

Ocena polowa rodów translokacyjnych *S. cereale* Amilo × *D. villosum*
Field analyses of the translocation strains *S. cereale* Amilo × *D. villosum*

Lp. No.	Rok Year	Liczba dni od 1 maja do kłoszenia No. of days from 1 st May to heading	Liczba dni od 1 maja do kwitnienia No. of days from 1 st May to flowering	Wysokość łanu [cm] Plant height	Wyleganie [9°] Lodging
1	2	3	4	5	6
1	2001	14,0 ^a	31,0	115,2 ^a	—
	2002	9,3	20,0 ^a	106,7 ^a	8,0
	2003	25,0 ^a	33,7 ^a	85,8 ^a	9,0
2	2001	12,0	29,0	144,5	—
	2002	8,7	18,0	124,3	6,7
	2003	22,7	32,7 ^a	122,3	7,0
3	2001	12,3	29,0	135,7	—
	2002	8,0	18,0	121,8	6,7
	2003	23,7 ^a	32,7 ^a	128,3	8,7
4	2001	12,3	28,7	140,5	—
	2002	9,0	19,0	122,7	7,0
	2003	22,7	32,7 ^a	119,5	7,7
5	2001	13,3	31,0	136,2	—
	2002	8,7	18,3	123,8	6,7
	2003	22,3	32,0	128,5	5,0 ^a
6	2001	12,3	28,3	144,7	—
	2002	7,3	17,3	138,5	6,7
	2003	22,0	31,3	128,5	5,7
7	2001	12,0	27,3	145,0	—
	2002	7,3	17,0	133,7	7,0
	2003	21,0	31,7	123,8	6,0
8	2001	12,3	27,7	141,2	—
	2002	8,0	17,7	133,0	5,0
	2003	22,3	31,7	135,8	5,0 ^a
9	2001	12,3	29,0	141,2	—
	2002	7,7	17,3	126,2	6,0
	2003	21,7	32,0	130,7	6,7
10	2001	12,0	27,0	146,3	—
	2002	8,0	18,0	137,7	6,7
	2003	22,7	32,0	127,8	5,3
11	2001	11,7	27,0	143,0	—
	2002	8,7	17,7	137,2	6,0
	2003	23,0	32,3	132,8	8,7
12	2001	12,0	28,7	150,8	—
	2002	7,3	17,3	133,8	5,0
	2003	23,0	33,0 ^a	126,3	8,7
13	2001	11,0	27,7	144,2	—
	2002	8,0	17,3	127,8	7,7
	2003	22,3	32,0	136,0	7,3
14	2001	12,3	27,7	144,5	—
	2002	7,7	18,0	127,7	6,0
	2003	22,7	32,7 ^a	137,0	6,7
15	2001	12,0	28,7	141,2	—
	2002	7,3	16,0 ^a	128,0	6,0
	2003	21,0	31,7	134,7	7,3

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5	6
16	2001	12,7	28,3	137,5	—
	2002	8,7	18,0	125,0	7,3
	2003	23,3	32,7 ^a	132,7	7,0
17	2001	12,3	29,0	142,2	—
	2002	9,3	18,0	128,2	7,0
	2003	22,7	32,0	125,5	6,7
18	2001	12,7	28,0	142,7	—
	2002	8,0	17,0	128,7	5,0
	2003	22,3	31,3	134,5	6,7
19	2001	11,3	27,3	146,7	—
	2002	8,3	18,3	127,5	6,0
	2003	21,3	31,3	134,8	7,3
20	2001	12,7	28,0	145,8	—
	2002	8,0	18,0	132,5	7,3
	2003	22,3	31,7	127,7	7,0
21	2001	11,7	28,0	148,3	—
	2002	8,0	17,3	128,3	6,7
	2003	22,3	32,0	133,5	8,3
22	2001	11,7	28,0	149,8	—
	2002	7,3	17,3	136,8	6,3
	2003	21,7	31,7	136,3	7,3
23	2001	10,7	27,7	149,3	—
	2002	7,0 ^a	16,7	132,0	5,7
	2003	21,0	31,3	128,0	7,3
24	2001	11,0	28,7	145,5	—
	2002	7,3	17,7	128,0	5,3
	2003	21,7	31,7	136,7	7,0
25	2001	12,0	30,0	149,5	—
	2002	7,7	17,7	132,2	7,0
	2003	21,7	31,3	130,7	8,0
26	2001	11,3	27,7	152,5	—
	2002	7,7	17,7	134,5	5,7
	2003	22,0	32,0	134,0	6,7
27	2001	11,3	28,7	146,3	—
	2002	8,3	17,3	124,8	6,3
	2003	22,3	32,0	133,0	8,3
28	2001	12,7	29,7	150,3	—
	2002	9,7	19,7	124,8	7,0
	2003	24,3 ^a	33,7 ^a	119,0	6,0
29	2001	12,3	28,3	148,5	—
	2002	8,3	18,0	131,0	7,0
	2003	22,3	31,7	131,5	7,0
30	2001	12,0	28,3	143,8	—
	2002	9,0	18,0	128,0	6,7
	2003	21,3	31,0	131,7	8,7

^a — Istotna różnica pomiędzy rodem a odmianą Amilo przy $p = 0,05$; Significant difference between the strain and var.

Amilo at $p = 0.05$

1–29 — Badane rody; Strains studied

30 — Wzorzec Amilo; Standard var. Amilo — Oznaczenie rodów umieszczono w tabeli 1; Strains specified in Table 1

Jedynie ród numer 1 miał istotnie dłuższy okres wegetacji niż wzorzec, a rody 3 i 28 kłosiły się i kwitły istotnie później tylko w jednym roku badań. Z kolei ród 23 w roku 2002 kłosił się i kwitł istotnie wcześniej niż Amilo (tab. 2), co przy odpowiedniej selekcji może zaowocować otrzymaniem formy wcześniejszej od wzorca.

Jednym z podstawowych problemów w hodowli żyta jest zwiększenie jego odporności na wyleganie, która to cecha jest wyraźnie skorelowana z wysokością roślin (Węgrzyn i in., 1996). Według Wolskiego (1970), głównym problemem w hodowli odmian odpornych na wyleganie nie jest skrócenie źdźbła, ale połączenie tej cechy z jego pogrubieniem, usztywnieniem i zwiększeniem elastyczności oraz wysokim plonowaniem i odpornością na suszę. Dużą zmienność cechy sztywności źdźbła u żyta zanotowali Śmiałowski i Węgrzyn (2001), co oznacza, że wśród badanych form obecne były zarówno genotypy odporne, jak i silnie wylegające. Rody oceniane w badaniach własnych nie różniły się istotnie od wzorca pod względem odporności na wyleganie, choć zanotowano różnice w latach odnośnie tej cechy (tab. 2). Ród o numerze 1, który charakteryzowała istotnie mniejsza od Amilo wysokość łanu, był jednocześnie najbardziej odporny na wyleganie. Według Kolasińskiej (1992) na stopień wylegania duży wpływ wywiera środowisko oraz jego współdziałanie z badanym materiałem.

Jedną z metod redukcji wysokości roślin żyta jest hodowla mutacyjna (Rogalska i Dąbrowski, 1981; Rzepka i Tomczak, 1993). Wydaje się jednak, że największy postęp w tej dziedzinie można osiągnąć dzięki wprowadzaniu genów redukujących wysokość z innych gatunków (Słaboński i in., 1984). Słaboński i wsp. (1984) oraz Rzepka (1988) stwierdzili, że wśród mieszańców międzygatunkowych żyta można znaleźć krótkosłomne formy, które mogą stanowić materiał wyjściowy w hodowli odmian odpornych na wyleganie. Według Słabońskiego i wsp. (1984) szczególnie przydatne są linie wsobne i siostrzane otrzymane z udziałem *S. vavilovii*, które cechują się istotnie krótszym niż wzorzec źdźbłem, a także, choć w mniejszym stopniu, linie z udziałem *S. kuprijanovii*. Oceniane w badaniach własnych rody różniły się między sobą wysokością łanu nawet do 18 cm (tab. 2). Istotnie mniejszą od Amilo wysokość łanu miał ród numer 1. Wśród badanych rodów było również osiem innych, o mniejszej niż wzorzec wysokości łanu (tab. 2). U pozostałych rodów wysokość łanu kształtowała się na poziomie wzorca. Długość źdźbła u żyta jest w znacznym stopniu uwarunkowana genetycznie, a warunki środowiskowe nie mają istotnego znaczenia dla jej stabilności (Śmiałowski i Węgrzyn, 2001). Tak więc wyselekcjonowane w badaniach własnych rody mogą być wykorzystane jako materiał wyjściowy celem otrzymania odmian o skróconym źdźble.

W badaniach Słabońskiego i wsp. (1984) oraz Rzepki (1988), średnia długość kłosa u mieszańców międzygatunkowych żyta była wyraźnie zróżnicowana. Najkrótszy kłos miały formy z *S. vavilovii*, choć nie różniły się istotnie pod względem tej cechy od wzorca. Najdłuższy kłos charakteryzował mieszańce z udziałem *S. montanum*. Z ich potomstwa wyselekcjonowano linie o kłosie dłuższym od odmiany wzorcowej. Badane w prezentowanej pracy rody miały zwykle krótszą od wzorca osadkę kłosową, choć różnica była statystycznie istotna tylko w przypadku rodu o numerze 1 (tab. 3). Wyselekcjonowano pięć rodów (7, 10, 15, 18 i 24) o dłuższej od wzorca osadce kłosowej.

U żyta długość kłosa jest wyraźnie dodatnio skorelowana z wysokością roślin. Korelację tę bardzo trudno przełamać, choć wydaje się to możliwe podczas chowu wsobnego i selekcji prowadzonej na dużym materiale wyjściowym (Kubicka i Kubicki, 1989). Izdebski (1987) otrzymał krótkoźdźbłowe formy żyta o istotnie dłuższych od wzorca kłosach.

Tabela 3

Wartości średnie analizowanych cech ilościowych rodów translokacyjnych *S. cereale* Amilo × *D. villosum*

Mean values of analyzed quantitative traits in translocation strains *S. cereale* Amilo × *D. villosum*

Lp. No.	Rok Year	Długość osadki kłosowej Length of rachis (cm)	Liczba kłosek w kłosie No. of spikelets per spike	Zbiorność kłosa Spike density	Liczba ziarniaków w kłosie No. of spike kernels	Płodność kłosa Spikelet fertility	Masa 1000 ziarniaków Weight of 1000 kernels (g)	Plon z poletka Yield from plot (t/ha)	Dorodność ziarniaków Grain plumpness (9°)	Zawartość białka ogółem Total protein (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2001	8,1	33,3	40,1	33,9 ^a	1,01 ^a	27,3 ^a	1,15 ^a	4,3 ^a	10,7 ^a
	2002	8,1	33,6	40,4	43,5	1,28	33,8	2,85 ^a	6,7	15,5 ^a
	2003	7,7 ^a	26,3 ^a	32,8	29,5 ^a	1,13 ^a	24,0 ^a	1,37 ^a	6,3	17,8 ^a
2	2001	9,4	34,9	36,2	42,7	1,22	38,8	3,77	6,3	10,0
	2002	8,8	32,3	35,5	47,2	1,46	37,5	5,00	6,0	13,6 ^a
	2003	9,4	32,1	33,0	43,7	1,36 ^a	41,3	2,93 ^a	6,3	13,2 ^a
3	2001	8,7	35,1	39,0	47,9	1,36	35,6	3,67	5,7	9,6 ^a
	2002	7,6	31,9	40,6 ^a	44,0	1,38	34,8	4,18	6,3	11,0 ^a
	2003	9,0	30,7	33,1	46,5	1,52	39,5	3,65 ^a	6,7	13,1 ^a
4	2001	9,0	36,8	39,9	45,7	1,24	36,0	2,23	7,0	10,4
	2002	8,0	32,4	39,0	45,3	1,39	35,5	3,90	6,3	14,1 ^a
	2003	9,2	31,3	32,8	46,6	1,49	39,3	3,12 ^a	6,7	15,9 ^a
5	2001	8,3	33,2	39,0	33,9 ^a	1,01 ^a	34,3	2,02 ^a	6,0	10,6
	2002	8,1	32,1	38,6	41,7	1,30	33,3	3,85	5,3	12,2
	2003	9,0	30,5	32,9	45,8	1,50	44,6	4,25 ^a	8,3	14,6 ^a
6	2001	8,3	33,9	39,6	45,3	1,34	34,8	3,65	6,0	9,2 ^a
	2002	8,3	31,3	36,6	45,2	1,43	35,4	4,58	7,3	12,4
	2003	9,5	30,6	31,1	48,3	1,58	38,8	5,50	7,7	11,7
7	2001	8,4	36,1	41,9	45,4	1,25	36,5	3,92	5,7	10,1
	2002	7,9	30,1	36,7	46,8	1,55	35,7	4,60	7,3	11,7 ^a
	2003	9,1	31,8	34,0	50,0	1,57	38,3	4,87	8,0	15,2 ^a
8	2001	9,1	36,3	38,6	47,8	1,32	38,0	3,62	7,0	9,7 ^a
	2002	8,0	32,8	39,7 ^a	47,5	1,45	34,8	4,25	6,3	13,2 ^a
	2003	8,5	31,1	35,4 ^a	45,3	1,46	36,2	4,78	6,3	15,2 ^a
9	2001	8,9	33,4	36,5	36,5	1,09	36,0	2,40	5,0	9,4 ^a
	2002	8,0	29,5	35,8	42,6	1,44	39,3	4,78	6,7	12,2
	2003	8,9	29,2	31,7	44,1	1,50	41,0	4,10 ^a	7,0	13,2 ^a
10	2001	9,6	37,2	37,7	51,9	1,40	37,0	3,62	6,0	11,0 ^a
	2002	8,7	34,6	38,5	47,3	1,37	38,6	4,62	6,7	13,8 ^a
	2003	9,8	32,1	31,6	47,4	1,48	39,8	4,55	7,7	10,8
11	2001	8,9	35,7	39,1	50,1	1,40	34,5	3,42	5,3	10,4
	2002	8,2	31,7	37,6	44,3	1,40	36,9	4,70	6,7	12,1 ^a
	2003	8,4	28,6	32,9	41,5	1,45	38,1	3,88 ^a	7,0	11,1
12	2001	9,3	34,7	36,1	40,8	1,17	39,1	2,98	6,0	10,3
	2002	8,4	30,7	35,5	44,9	1,46	36,5	4,68	6,7	12,3
	2003	8,7	27,4	30,3	36,0 ^a	1,32 ^a	40,7	3,77 ^a	6,7	10,4
13	2001	9,0	35,4	38,3	38,1	1,07 ^a	36,2	4,20	5,7	10,5
	2002	8,0	28,7	34,6	37,8	1,32	36,3	4,48	6,3	13,1
	2003	9,6	29,3	29,4	40,8	1,39	39,1	4,37 ^a	6,3	11,8
14	2001	8,2	32,7	38,5	38,6	1,18	35,4	3,15	6,0	11,0 ^a
	2002	7,7	28,6	35,9	38,4	1,34	34,3	4,18	5,3	12,2
	2003	8,8	27,9	30,5	41,2	1,46	38,5	4,45	6,3	13,0 ^a
15	2001	8,7	32,7	36,6	36,7	1,12	36,1	2,92	6,0	10,2
	2002	9,4	34,8 ^a	36,1	49,9	1,43	38,1	4,62	6,3	13,0
	2003	9,7	30,7	30,6	44,7	1,45	43,4	4,42	7,0	13,8 ^a

c.d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	2001	8,9	35,1	38,5	43,5	1,24	35,4	2,28 ^a	6,0	10,3
	2002	8,0	31,4	38,0	45,9	1,45	39,5	4,28	6,7	11,8 ^a
	2003	9,2	31,0	32,6	46,1	1,49	40,6	4,98	7,0	13,8 ^a
17	2001	8,4	33,2	38,4	42,3	1,28	35,4	4,13	5,7	10,5
	2002	8,1	31,6	37,9	48,0	1,52	38,5	4,98	8,0	12,8
	2003	9,0	30,6	33,0	48,7	1,59	38,7	4,30 ^a	7,0	12,6 ^a
18	2001	8,4	34,6	40,0	41,9	1,22	36,7	4,00	5,3	10,5
	2002	8,7	32,6	36,4	48,6	1,49	38,7	5,27	7,7	11,5 ^a
	2003	9,7	31,2	31,1	52,4	1,68	41,6	5,23	8,0	13,0 ^a
19	2001	9,0	36,0	38,7	47,5	1,32	35,8	3,78	6,7	9,8
	2002	8,4	30,6	35,3	44,1	1,44	38,1	4,13	7,0	13,0
	2003	9,1	29,0	30,7	45,2	1,55	37,8	3,92 ^a	6,7	12,7 ^a
20	2001	9,0	33,8	36,6	42,6	1,26	36,6	3,60	6,0	10,2
	2002	8,1	31,4	37,5	41,8	1,33	37,0	4,88	6,3	11,4 ^a
	2003	9,2	30,3	31,8	46,4	1,53	41,7	5,20	6,7	14,6 ^a
21	2001	9,0	34,6	37,3	40,8	1,18	36,7	3,60	5,0	11,4 ^a
	2002	8,0	31,0	37,5	40,2	1,30	31,9	4,33	6,3	13,2 ^a
	2003	10,0	31,0	30,1	42,0	1,35 ^a	39,5	3,38 ^a	7,0	11,6
22	2001	8,5	33,9	38,9	38,2	1,13	34,7	3,52	5,0	10,6
	2002	8,5	31,7	36,4	42,1	1,33	35,7	4,10	6,3	13,4 ^a
	2003	8,7	29,0	32,2	40,9	1,41	36,6	4,10 ^a	6,3	11,2
23	2001	8,8	34,8	38,6	45,2	1,30	36,8	3,50	5,7	10,2
	2002	7,9	30,1	36,7	39,1	1,29	34,3	4,53	6,3	12,1 ^a
	2003	8,6	28,9	32,4	37,8 ^a	1,31 ^a	38,1	4,13 ^a	5,3 ^a	10,5
24	2001	8,8	33,6	37,0	41,9	1,25	34,2	3,12	6,3	9,4 ^a
	2002	8,8	32,6	36,0	44,2	1,36	41,0	5,35	6,7	13,8 ^a
	2003	9,8	31,0	30,7	45,7	1,48	41,4	4,33 ^a	7,0	11,0
25	2001	8,9	35,2	38,4	43,4	1,23	35,7	3,25	6,3	8,9 ^a
	2002	8,6	33,1	37,5	45,0	1,35	32,8	3,53	5,7	13,1 ^a
	2003	9,4	30,3	31,2	45,0	1,48	35,7	5,13	6,3	12,3 ^a
26	2001	9,1	34,7	37,0	43,2	1,23	35,3	3,95	5,3	10,3
	2002	8,5	32,9	37,6	39,2	1,19 ^a	40,0	4,68	7,0	13,4 ^a
	2003	9,1	30,6	32,7	43,7	1,43	38,4	4,45	6,7	12,0
27	2001	8,3	32,7	38,0	41,6	1,27	34,6	3,93	6,0	10,4
	2002	8,2	30,5	35,9	42,9	1,40	34,2	3,58	6,0	13,0
	2003	10,0	32,2	31,2	53,5	1,66	40,1	4,27 ^a	6,3	14,5 ^a
28	2001	9,4	37,3	38,5	51,7	1,39	35,9	5,22	6,7	9,6 ^a
	2002	7,4	31,5	41,4 ^a	45,7	1,44	32,9	4,28	5,3	11,8 ^a
	2003	8,3	30,7	35,9 ^a	48,0	1,57	37,7	5,45	6,3	12,0
29	2001	9,0	34,8	37,7	43,7	1,25	37,7	4,43	5,7	9,7 ^a
	2002	8,1	30,5	36,7	41,4	1,35	38,4	4,52	7,0	11,6 ^a
	2003	8,9	30,0	32,6	46,9	1,56	43,2	4,55	6,7	14,4 ^a
30	2001	9,5	36,7	37,4	52,3	1,43	36,6	5,40	6,7	10,2
	2002	8,3	30,8	35,8	47,6	1,54	38,8	5,67	6,7	12,6
	2003	9,5	31,2	31,8	54,5	1,74	41,0	6,12	8,3	11,2

^a — Istotna różnica pomiędzy rodem a odmianą Amilo przy $p = 0,05$; Significant difference between the strain and var.

Amilo at $p = 0,05$

1–29 — Badane rody; Strains studied

30 — Wzorzec Amilo; Standard var. Amilo — Oznaczenie rodów umieszczono w tabeli 1; Strains specified in Table 1

Rzepka (1988) wśród potomstwa mieszańców międzygatunkowych żyta wyselekcjonowała kilka rodów o skróconym źdźble, które jednocześnie odznaczały się stosunkowo długim kłosem, jednak korelacji tych cech nie udało się przełamać. W prezentowanej pracy

również wykazano istotną dodatnią korelację pomiędzy wysokością łanu a długością kłosa (tab. 4).

W badaniach własnych translokacyjne rody miały zwykle mniej kłosków w kłosie niż żyto Amilo, choć cecha ta kształtowała się odwrotnie w sezonie 2001/2002 (tab. 3), co mogło wynikać z wpływu warunków pogodowych. Cztery rody (2, 4, 10 i 28) miały więcej kłosków w kłosie niż wzorzec, choć różnica nie była statystycznie istotna. Skrócenie osadki kłosowej powodowało zwykle zwiększenie zbitości kłosa, mimo jednoczesnego zmniejszenia liczby kłosków. Dwa spośród badanych rodów (4 i 28) miały krótszy i bardziej zbity od Amilo kłos, o jednocześnie większej liczbie kłosków, a inny ród (10) miał kłos dłuższy, o większej zbitości i liczbie kłosków niż wzorzec. Krótkoźdźbłowe formy żyta otrzymane przez Izdebskiego (1988) miały istotnie więcej kłosków w kłosie przy większej jego długości, jednak zbitość kłosa była zwykle mniejsza lub porównywalna z wzorcem. Jedynie jedna forma krótkoźdźbłowa miała kłos istotnie dłuższy i bardziej zbity od wzorca. Badane przez Rzepkę i Łapińskiego (1988) oraz Rzepkę i wsp. (1990) rody otrzymane w wyniku wstecznego krzyżowania mieszańców międzygatunkowych żyta z formami uprawnymi, miały kłos nieróżniący się w większości przypadków zbitością i liczbą kłosków od form uprawnych, a u trzech populacji stwierdzono kłos luźny.

Liczba i masa ziarniaków z kłosa oraz płodność kłoska badanych w przedstawionej pracy rodów były zwykle nieistotnie mniejsze niż u Amilo (tab. 3). U mieszańców żyta uprawnego z dzikimi gatunkami rodzaju *Secale* badanych przez Rzepkę i Łapińskiego (1988) oraz Rzepkę i wsp. (1990) liczba i masa ziaren z kłosa oraz płodność kłoska kształtowały się na poziomie wzorca. Krótkoźdźbłowe formy żyta, otrzymane przez Izdebskiego (1987), miały mniejszą masę ziarniaków z kłosa, a liczba ziarniaków kształtowała się na poziomie wzorca, mimo że kłosy tych form były istotnie dłuższe i miały więcej kłosków. Wskazuje to na mniejszą płodność kłosków, która często występuje u form karłowatych. Płodność kłosków w dużym stopniu zależy od warunków środowiska (Kaczmarek i Pielas, 1970), a na jej obniżenie u mieszańców międzygatunkowych żyta wpływ ma bariera genetyczna pomiędzy żytem uprawnym a jego formami dzikimi (Słaboński i in., 1984).

Masa 1000 ziaren jest cechą wysoce odziedziczną, a u form ozimych żyta kształtuje się na poziomie 37,5 grama (Węgrzyn i wsp., 1996). W badaniach własnych wskaźnik ten osiągał podobne wartości, które były zbliżone do wzorca Amilo (tab. 3). Statystycznie istotnie mniejszą masę 1000 ziarniaków w porównaniu z Amilo miał jedynie ród numer 1. Słaboński i wsp. (1984) oraz Rzepka (1988) wykazali, że u mieszańców żyta uprawnego z dzikimi gatunkami rodzaju *Secale* masa 1000 ziarniaków była istotnie mniejsza niż u odmiany wzorcowej, a dwukrotne krzyżowanie wsteczne z formami uprawnymi spowodowało jedynie nieistotny jej wzrost (Rzepka i Łapiński, 1988; Rzepka i in., 1990). Mała masa 1000 ziarniaków jest często charakterystyczna dla form krótkoźdźbłowych (Izdebski, 1987; Darlewska, 1996), a także może być cechą odziedziczną po dzikich gatunkach żyta (Słaboński i in., 1984; Rzepka, 1988).

Plonowanie badanych rodów kształtowało się na poziomie wzorca. Szesnaście rodów plonowało istotnie gorzej jedynie w III roku badań, co wynikało z większego plonowania Amilo w tym roku. Mieszańce żyta uprawnego z dzikimi gatunkami rodzaju *Secale*, ba-

dane przez Słabońskiego i wsp. (1984) oraz Rzepkę (1988), plonowały istotnie poniżej wzorca. W wyniku krzyżowania wstecznego z formami uprawnymi oraz selekcji, z materiałów tych udało się otrzymać formy o dobrym plonowaniu i jakości (Rzepka i Łapiński, 1988; Rzepka i in., 1990; Rzepka, 1991), co może być obiecujące u badanych rodów.

Wykorzystanie ziarna żyta ozimego w celach paszowych zależy głównie od zawartości białka. Otrzymanie populacji wysokobiałkowych jest trudne, gdyż cecha ta jest warunkowana poligenicznie i w dużym stopniu zależy od warunków pogodowych. W badaniach własnych obserwowano znaczny wpływ środowiska na zawartość białka ogółem w ziarniakach, choć u dziewięciu rodów wartość tej cechy była większa niż u wzorca niezależnie od sezonu. Uzyskanie form wysokobiałkowych poprzez selekcję jest długotrwałe, dlatego uzasadnione jest zwiększanie zawartości białka u form uprawnych poprzez krzyżowanie z gatunkami dzikimi, których ziarniaki mają dużą zawartość tego składnika. Według Słabońskiego i wsp. (1984) mieszańce międzygatunkowe żyta mogą stanowić cenny materiał w hodowli odmian o dużej zawartości białka. W potomstwie mieszańców z udziałem *S. montanum* i *S. kuprijanovii*, autorzy otrzymali linie wsobne zawierające ponad 17% białka w ziarniakach. W potomstwie mieszańców z udziałem *S. vavilovii* Rzepka (1991) wyselekcjonowała formy BC₂, u których zawartość białka wynosiła 15–18%. W badaniach Izdebskiego (1987) krótkoźdźbłowa forma wyizolowana z populacji mieszańcowej dzikich gatunków żyta miała o 40% większą od wzorca zawartość tego składnika. *D. villosum* — forma ojcowska badanych w przedstawionej pracy rodów — jest gatunkiem szczególnie szeroko wykorzystywanym w hodowli pszenicy ze względu na dużą zawartość białka w ziarniakach (19–20%). Badania wykazały, że w liniach addycyjnych czy substytucyjnych pszenicy chromosomy 1V, 4V i 6V *D. villosum* zwiększają zawartość białka nawet o 30%. Obecność chromosomu 1V polepsza ponadto jakość ziarna pszenicy nawet dwukrotnie (De Pace i in., 2001). W badaniach własnych istotnie większą od wzorca zawartość białka miały rody: 1, 2, 4, 8, 10, 14, 21 i 25 (tab. 3). Zwiększoną zawartość białka ogółem w ziarniakach obserwowano już wcześniej u form późnych (Grochowski i in., 1994), a także u populacji żyta prowadzonych w izolacji (Izdebski, 1987). Białoskórska i wsp. (1980) wykazali, że w kolejnych pokoleniach reprodukcji bez selekcji zawartość białka może ulec obniżeniu, jednak tego niekorzystnego zjawiska tego nie zaobserwowano w badaniach własnych.

Na wartości wielu analizowanych cech wpływ mógł mieć zarówno genom dzikiego gatunku, jak również prowadzenie badanego materiału w izolacji, co zostało stwierdzone przez innych badaczy (Izdebski, 1988). U *D. villosum* stwierdzono obecność genów wpływających na opóźnione i przedłużone kwitnienie (Mohammad i in., 1997) oraz genów obniżających wysokość roślin (Li i in., 1991; Gruszecka i Pietrusiak, 2001). Gatunek ten charakteryzuje się krótkim kłosem o dużej liczbie kłosek oraz małymi i drobnymi ziarniakami, co mogło wpłynąć na zwiększenie zbitości kłosa u badanych rodów, jak również na nieznaczne, w porównaniu z wzorcem, obniżenie wartości takich cech jak masa tysiąca ziarniaków, masa ziarniaków z kłosa czy plonowanie.

W celu określenia wzajemnego oddziaływania na siebie poszczególnych elementów plonowania obliczono współczynniki korelacji (tab. 4).

Tabela 4

Współczynniki korelacji pomiędzy badanymi cechami translokacyjnych rodów żyta Amilo × *D. villosum*

Coefficients of correlation between the investigated traits of translocation rye strains Amilo × *D. villosum*

Cecha Trait	Lata Year	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A -wysokość łanu	2001										
	2002										
	2003										
B -długość osadki kłosowej	2001	0,340**									
	2002	0,248*									
	2003	0,392**									
C -liczba kłosek w kłosie	2001	0,250*	0,711**								
	2002	0,154	0,668**								
	2003	0,221*	0,718**								
D -masa ziarniaków z kłosa	2001	0,435**	0,656**	0,713**							
	2002	0,188	0,661**	0,629**							
	2003	0,410**	0,662**	0,740**							
E -plon z poletka	2001	0,598**	0,397**	0,364**	0,572**						
	2002	0,504**	0,323**	0,221*	0,386**						
	2003	0,424**	0,244*	0,314**	0,465**						
F -liczba ziarniaków w kłosie	2001	0,380**	0,583**	0,723**	0,941**	0,567**					
	2002	0,162	0,591**	0,719**	0,878**	0,294**					
	2003	0,323**	0,609**	0,786**	0,911**	0,449**					
G -dorodność ziarniaków	2001	0,190	0,298**	0,349**	0,412**	0,146	0,361**				
	2002	0,199	0,241*	0,119	0,440**	0,199	0,259*				
	2003	0,066	0,285**	0,303**	0,418**	0,284**	0,389**				
H -płodność kłoska	2001	0,384**	0,393**	0,436**	0,864**	0,556**	0,935**	0,295**			
	2002	0,112	0,292**	0,200	0,727**	0,236*	0,823**	0,277**			
	2003	0,343**	0,437**	0,526**	0,848**	0,461**	0,937**	0,370**			
I -masa 1000 ziarniaków	2001	0,425**	0,530**	0,367**	0,672**	0,346**	0,390**	0,343**	0,330**		
	2002	0,173	0,479**	0,223*	0,726**	0,352**	0,314**	0,496**	0,266*		
	2003	0,502**	0,518**	0,429**	0,765**	0,392**	0,449**	0,283**	0,402**		
J -zbitość kłosa	2001	-0,136	-0,425	0,332**	0,034	-0,066	0,145	0,035	0,028	-0,246*	
	2002	-0,123	-0,369**	0,442**	-0,015	-0,113	0,181	-0,149	-0,106	-0,301**	
	2003	-0,286**	-0,543**	0,192	-0,044	0,036	0,089	-0,042	0,019	-0,221*	
K -zawartość białka ogółem	2001	-0,114	-0,089	-0,079	-0,207	-0,104	-0,196	-0,279**	-0,213*	-0,146	0,020
	2002	-0,233*	0,274**	0,289**	0,022	-0,183	0,030	-0,022	-0,193	-0,006	0,028
	2003	-0,457**	-0,221*	0,004	-0,088	-0,320**	-0,030	-0,002	-0,063	-0,254*	0,313**

A — Wysokość łanu; Plant height

B — Długość osadki kłosowej; Length of rachis

C — Liczba kłosek w kłosie; No. of spikelets per spike

D — Masa ziarniaków z kłosa; Weight of kernels per spike

E — Plon z poletka; Yield from plot

F — Liczba ziarniaków w kłosie; No. of spike kernels

G — Dorodność ziarniaków; Grain plumpness

H — Płodność kłoska; Spikelet fertility

I — Masa 1000 ziarniaków; Weight of 1000 kernels

J — Zbitość kłosa; Spike density

K — Zawartość białka ogółem; Total protein

Znaczenie korelacji w hodowli podkreślają Węgrzyn i wsp. (1996). Autorzy wykazali dodatnią korelację między zawartością białka u żyta a wysokością łanu. W badaniach

własnych zaobserwowano istotną ujemną korelację tych cech, co zgadza się z wynikami Białoskórskiej i wsp. (1980). Ujemne zależności u żyta występują pomiędzy procentową zawartością białka w ziarniakach a plonem (Białoskórska i in., 1980; Grochowski i in., 1994; Węgrzyn i in., 1996; Śmiałowski i Węgrzyn, 2001). Silna zależność między tymi cechami jest oczywistą przyczyną trudności w otrzymaniu materiałów żyta, przełamujących tę niekorzystną korelację. W badaniach własnych również obserwowano ujemną korelację między plonem a zawartością białka, ale tylko w jednym roku badań współczynnik korelacji był istotny, a jego wartość niska (tab. 4). Jak podają Białoskórska i wsp. (1980), wyhodowanie odmiany wysokobiałkowej i jednocześnie plennej jest trudne, ponieważ konieczne jest znalezienie czynników przełamujących ujemne korelacje zawartości białka z przynajmniej trzema cechami: masą ziarniaków z kłosa, zagęszczeniem kłosów na 1 m² i wysokością roślin. Autorzy wykazali także ujemną zależność między zawartością białka a masą 1000 ziarniaków. W badaniach własnych stwierdzano występowanie podobnych korelacji (tab. 4). Istotne ujemne związki zachodziły między zawartością białka ogółem a wysokością łanu, długością osadki kłosowej, dorodnością ziarniaków, płodnością kłoska, masą 1000 ziarniaków i zbitością. Z reguły jednak wartości współczynników korelacji były niskie i istotne tylko w jednym roku badań. Wyjątkiem była zależność między zawartością białka a wysokością łanu, dla której istotność taką wykazano w dwóch latach badań (tab. 4).

Istotną dodatnią korelację zaobserwowano w badaniach własnych dla wysokości łanu i plonu ziarna z poletka (tab. 4). Podobne zależności u żyta stwierdzili również Węgrzyn i Grochowski (1984). Skrócenie słomy u żyta jest ujemnie skorelowane z plonem, a korelację tę trudno jest przełamać (Węgrzyn i in., 1996). Otrzymane w przedstawionej pracy wyniki wskazują na to, że wśród badanych rodów obecne są takie, u których przełamane zostały niekorzystne z punktu widzenia hodowli korelacje, wykazane między zawartością białka ogółem a plonem z poletka i wysokością łanu. Obniżenie wysokości łanu i zwiększenie zawartości białka ogółem u ocenianych rodów wiąże się jedynie z nieznacznym zmniejszeniem plonowania.

Na podstawie istotnych dodatnich korelacji Węgrzyn i wsp. (1996) stwierdzili, że na plon ziarna z poletka ma wpływ głównie zagęszczenie kłosów na jednostce powierzchni oraz liczba i masa ziaren z kłosa. Podobne zależności wykazano w badaniach własnych (tab. 4). Prowadząc selekcję pozytywną na wymienione cechy, nie można jednak trwale wpłynąć na zwiększenie plenności, gdyż wskaźniki ich genetycznego uwarunkowania są niskie, podobnie jak w przypadku plonu (Węgrzyn i in., 1996). Autorzy podają, że skuteczne wykorzystanie dodatnich korelacji między poszczególnymi elementami plonowania a plonem może zakończyć się sukcesem, jeśli uda się wyselekcjonować lub uzyskać nowe materiały hodowlane żyta o korzystnych zależnościach, jednak mniej podatne na oddziaływanie środowiska. W badaniach Mądrego i Kubickiej (1988) plon ziarna z rośliny skorelowany był głównie z płodnością i masą 1000 ziarniaków. W przedstawionej pracy również stwierdzono wysoce istotny wpływ płodności kłoska, a także wysokości łanu na plonowanie. Węgrzyn i wsp. (1996) podają, że wysokość roślin i masa 1000 ziarniaków są w znacznym stopniu uwarunkowane genetycznie, więc

prowadząc selekcję pozytywną na te cechy, można otrzymać materiały wyżej plonujące. Należy jednak liczyć się ze zwiększoną podatnością na wyleganie form wysokich.

Istotne dodatnie zależności między wysokością roślin żyta a cechami plonotwórczymi obserwowano wielokrotnie (Wolski i in., 1980; Węgrzyn i Grochowski, 1984; Izdebski, 1988; Kaczmarek i in., 2001). Z tego powodu w materiałach półkarłowych do dalszej hodowli należy wybierać rośliny wyższe (Wolski i in., 1980). W przedstawionej pracy również zaobserwowano dodatnie efekty oddziaływania między wysokością łanu a pozostałymi cechami, z wyjątkiem zbitości kłosa i zawartości białka ogółem w ziarniakach. Mimo obserwowanych w większości przypadków niekorzystnych korelacji, są w literaturze informacje dotyczące ich przełamania w populacjach żyta (Izdebski, 1988; Śmiałowski i Węgrzyn, 2001).

WNIOSKI

1. Zawartość białka ogółem w ziarniakach u ośmiu badanych rodów była istotnie większa niż u wzorca.
2. Jeden z rodów miał istotnie mniejszą od Amilo wysokość łanu i spośród wszystkich badanych form był najbardziej odporny na wyleganie.
3. Wartości pozostałych analizowanych cech kształtowały się zwykle na poziomie wzorca lub były nieistotnie niższe.
4. Stwierdzono istotność korelacji dla większości z badanych cech. Jedynie w przypadku zbitości kłosa i zawartości białka ogółem w ziarniakach związki z innymi cechami były w większości przypadków nieistotne lub istotne tylko w jednym roku badań.
5. Współczynniki korelacji były zwykle dodatnie. Jedynie w przypadku zbitości kłosa i zawartości białka ogółem w ziarniakach obserwowano ujemne zależności z pozostałymi cechami.
6. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na to, że wśród badanych rodów obecne są takie, w których przełamane zostały niekorzystne korelacje między zawartością białka ogółem a plonem z poletka i wysokością łanu.
7. Spośród badanych rodów wyselekcjonowano formy o krótszym źdźbłę, większej odporności na wyleganie, dłuższym i bardziej zbitym kłosie, większej zawartości białka ogółem w ziarniakach lub wcześniejszym terminie kłoszenia i kwitnienia w porównaniu z wzorcem.

LITERATURA

- Białoskórska Z., Chojnicki G., Mączyńska L., Pietrusiak A. 1980. Hodowla żyta na podwyższoną zawartość białka. Biul. Branż. Hod. Rośl. Nasien. 6: 27 — 31.
- Bothmer von R., Claesson L. 1998. The hybrid *Triticum turgidum* ssp. *dicoccum* × *Dasyphyrum villosum* and the cross and backcrosses to breadwheat, *T. aestivum*. Hereditas 128: 47 — 52.
- Darlewska M. 1996. Zmienność masy tysiąca ziaren u mutantów krótkoźdźbłowych żyta ozimego (*Secale cereale* L.). Biul. IHAR 200: 105 — 108.
- De Pace C., Paolini R., Scarascia-Mugnozza G. T., Qualset C. O., Delre V. 1990. Evaluation and utilization of *Dasyphyrum villosum* as a genetic resource for wheat improvement. In: Srivastava J. P., Damania A. B. (eds). Wheat genetic resources: meeting diverse needs: 279–289; 378 — 379.

- De Pace C., Snidaro D., Ciaffi M., Vittori D., Ciofo A., Cenci A., Tanzarella O. A., Qualset C. O., Scarascia Mugnozza G. T. 2001. Introgression of *Dasypyrum villosum* chromatin into common wheat improves grain protein quality. *Euphytica* 117: 67 — 75.
- Friebe B., Cermeño M. C., Zeller F. J. 1987. C-banding polymorphism and the analysis of nucleolar activity in *Dasypyrum villosum* (L.) Candargy, its added chromosomes to hexaploid wheat and the amphidiploid *Triticum dicoccum*-*D. villosum*. *Theor. Appl. Genet.* 73: 337 — 342.
- Grochowski L., Kaczmarek J., Kadłubiec W., Bujak H. 1994. Analiza zmienności i zdolności kombinacyjnej wybranych linii wsobnych żyta o żółtym ziarnie. Część I. Wstępna ocena wartości hodowlanej linii krzyżowanych z formami SMH 108 i Motto. *Biul. IHAR* 190: 3 — 8.
- Gruszecka D. 1997. Otrzymanie i charakterystyka mieszańców *Secale cereale* L. z *Dasypyrum villosum* (*Haynaldia villosa* L.). *Hodowla Roślin; materiały z I Krajowej Konferencji*: 135 — 139.
- Gruszecka D., Pietrusiak A. 2001. Characterization of translocation rye strains created using *Dasypyrum villosum* (CRIMEA, USSR). *Proc. Eucarpia Rye Meet; Radzików, Poland, July 4–7*: 303 — 309.
- Izdebski R. 1987. Charakterystyka krótkoźdźbłowych form żyta wyselekcjonowanych z materiałów korekcyjnych. *Biul. IHAR* 161: 77 — 89.
- Izdebski R. 1988. Ocena potencjalnej wartości rolniczej czterech krótkoźdźbłowych form żyta otrzymanych z materiałów korekcyjnych. *Zesz. Problem. IHAR. Materiały z sympozjum. Roślinne zasoby genowe oraz synteza materiałów wyjściowych dla hodowli. Radzików, 15–16.10.1985*: 199 — 219.
- Kaczmarek J., Pielas Z. 1970. Wpływ chowu wsobnego u żyta na plon, ciężar ziarniaków, procentową zawartość białka ogólnego w ziarnie. *Biul. IHAR* 3–4 (96/97): 41 — 43.
- Kaczmarek J., Bujak H., Kadłubiec W. 2001. Ocena współzależności cech ilościowych u linii wsobnych żyta ozimego. *Biul. IHAR* 218/219: 395 — 400.
- Kolańska I. 1992. Wzór populacji wyjściowych do hodowli mieszańców żyta. *Hod. Rośl. Aklim.* 36: 23 — 35.
- Kubicka H., Kubicki B. 1989. Współzależności pomiędzy cechami związanymi z typem wzrostu w liniach wsobnych żyta ozimego (*Secale cereale* L.). *Biul. IHAR* 170: 13 — 22.
- Li J. M., Yang Z. M., Tian H. Q., Huang F., Gang P. T. 1991. Somatic cell clone establishment and amphiploid synthesis in a *Triticum aestivum* × *Haynaldia villosa* intergeneric hybrid. *Hereditas-Beijing* 13 (1): 1 — 3.
- Li H. J., Conner R. L., Chen Q., Jia X., Li H., Graf R. J., Laroche A., Kuzyk A. D. 2002. Different reactions to the wheat curl mite and wheat streak mosaic virus in various wheat — *Haynaldia villosa* 6V and 6VS lines. *Plant Disease* 86: 423 — 428.
- Lista Odmian Roślin Rolniczych, COBORU, Słupia Wielka. 1989.
- Lucas H., Jahier J. 1988. Phylogenetic relationships in some diploid species of *Triticineae*: cytogenetic analysis of interspecific hybrids. *Theor. Appl. Genet.* 75: 498 — 502.
- Mądry W., Kubicka H. 1988. Wielocechowa ocena zróżnicowania linii wsobnych wyselekcjonowanych z odmian uprawnych żyta ozimego (*S. cereale* L.). *Hod. Rośl. Aklim.* 32: 15 — 26.
- Mohammad P., Hossain M. A., Khodarker N. A., Shiraishi M. 1997. Study for morphological characteristics of species alien to wheat in Bangladesh. *Sarhad Journal of Agriculture* 13 (6): 541 — 550.
- Qualset C. O., Zhong G. Y., De Pace C., Mc Guire P. E. 1993. Population biology and evaluation of genetic resources of *Dasypyrum villosum*. In: Damania A.B. (ed.) *Biodiversity and Wheat Improv.*: 227 — 233.
- Rogalska S., Dąbrowski E. 1981. A cytogenetic analysis of mutated plants of diploid rye (*Secale cereale* L.). *Gen. Pol.* 22: 263 — 269.
- Rzepka D. 1988. Właściwości międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.). *Materiały z sympozjum. Roślinne zasoby genowe oraz synteza materiałów wyjściowych dla hodowli. Zesz. Problem. IHAR, Radzików, 15–16.10.1985*: 165 — 185.
- Rzepka D., Łapiński M. 1988. Przydatność międzygatunkowych mieszańców żyta (*Secale* sp.) do hodowli odmian odpornych na mączniaka (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *Secalis* Marchal). *Hod. Rośl. Aklim.* 32: 39 — 49.
- Rzepka D. 1990. Studia nad mieszańcami międzygatunkowymi żyta (*Secale* sp.). *Hod. Rośl. Aklim.* 32: 27 — 36.
- Rzepka D., Łapiński M., Tomczak P. 1990. Właściwości rolnicze międzygatunkowych mieszańców BC₂ żyta. *Hod. Rośl. Aklim.* 34: 61 — 71.

- Rzepka D. 1991. Właściwości rolnicze populacji żyta odpornych na porastanie. Biul. IHAR 180: 113 — 119.
- Rzepka D., Tomczak P. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. vavilovii* Gross w aspekcie ich przydatności w hodowli odmian żyta odpornych na porastanie. Cz. II. Właściwości użytkowe mieszańców. Hod. Rośl. Aklim. 37: 81 — 91.
- Rzepka-Plevneš D., Tomczak P., Pławska M. 1995. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych żyta w hodowli odmian plennych i odpornych na mączniaka prawdziwego (*Erysiphe graminis* D.C.F. sp. *secalis* Marchal). Hod. Rośl. Aklim. 39: 68 — 80.
- Słaboński A. 1969. Znaczenie mieszańców międzyrodzajowych i międzygatunkowych w praktycznej hodowli zbóż. Biul. IHAR 3-4: 5 — 15.
- Słaboński A., Rzepka D., Pieniążek B. 1984. Możliwość wykorzystania mieszańców międzygatunkowych *Secale cereale* × *S. montanum*, *S. cereale* × *S. kuprijanovii* i *S. cereale* × *S. vavilovii* w hodowli żyta. Hod. Rośl. Aklim. 28: 195 — 208.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2001. Zmienność i współzależność niektórych cech struktury plonu żyta ozimego. Biul. IHAR. 218/219: 401 — 408.
- Uslu E., Reader S. M., Miller T. E. 1999. Characterization of *Dasyphyrum villosum* (L.) Candargy chromosomes by fluorescent *in situ* hybridization. Hereditas 131: 129 — 134.
- Węgrzyn S., Grochowski L. 1984. Wpływ karłowatości dominującej na dziedziczenia wybranych cech mieszańców żyta. Hod. Rośl. Aklim. 28: 45 — 55.
- Węgrzyn S., Śmiałowski T., Grochowski L. 1996. Zmienność i współzależność cech oraz ocena zjawisk genetycznych w kolekcji roboczej żyta ozimego 1977–1992. Biul. IHAR 200: 69 — 84.
- Wolski T. 1970. Kierunki, metody i perspektywy hodowli intensywnych odmian żyta. Biul. Branż. Hod. Rośl. Nasien. 4: 15 — 23.
- Wolski T., Pietrusiak A., Tymieniecka E., Szolkowski A., Mączyńska L. 1980. Wstępne wyniki hodowli półkarłowego żyta przy wykorzystaniu mutantu EM-1 o dominującej karłowatości. Biul. Branż. Hod. Rośl. Nasien. 6: 6 — 11.
- Zhong G. Y., Qualset C. O. 1993. Allelic diversity of high-molecular-weight glutenin protein subunits in natural populations of *Dasyphyrum villosum* (L.) Candargy. Theor. Appl. Genet. 86: 851 — 858.

AGNIESZKA STOKŁOSA**JACEK KIEĆ**Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Krakowie

Badania nad odpornością odmian botanicznych owsa głuchego (*Avena fatua* L.) na herbicydy z grupy inhibitorów ACC-azy

**Studies on resistance of wild oat (*Avena fatua* L.) varieties to herbicides from
the group of ACC-ase inhibitors**

W pracy porównywano odporność sześciu odmian botanicznych owsa głuchego (*Avena fatua* L.) na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl. Materiał roślinny zgromadzono z pól uprawnych Polski południowo-wschodniej, na których odnotowano spadek skuteczności stosowanych herbicydów. Wykonano doświadczenie laboratoryjne, w którym podkiełkowane ziarniaki chwastu rosły przez 6 dni na wodnym roztworze herbicydu. Po tym czasie oceniono ilość żywych siewek i długość ich koleoptyla. W latach 2003–2004 przeprowadzono doświadczenia mikropoletkowe. Rośliny chwastu w fazie 3–4 liści opryskano połowymi dawkami herbicydów (55,2g s.a. ha⁻¹ fenoksaprop-P-etylu oraz 720g s.a. ha⁻¹ dichlofop metylu), a następnie oceniono stopień uszkodzeń liści, procent kwitnących roślin i masę ziarniaków. Na badanym terenie stwierdzono występowanie odpornych odmian botanicznych chwastu. Jednakże, w zależności od warunków badań, poziom odporności był zróżnicowany. W warunkach polowych czynniki atmosferyczne modyfikowały stopień odporności odmian na oba herbicydy.

Słowa kluczowe: *Avena fatua* L., herbicydy, odmiany botaniczne, odporność

Summary: Resistance of wild oat (*Avena fatua* L.) botanical varieties to fenoxaprop-P-ethyl and diclofop methyl was investigated. Plants were collected from arable fields in south-eastern Poland, where the effectiveness of herbicides used to control wild oat had decreased. In the laboratory experiment germinated seeds were grown for 6 days on herbicide water solution. Afterwards, a number of alive seedlings and the length of their coleoptyls were determined. The response of wild oat varieties to field spraying with fenoxaprop-P-ethyl (55.2g a.i. ha⁻¹) or diclofop methyl (720 g a.i. ha⁻¹) was investigated in field trials in the years 2003–2004. A rate of leaves injury, number of flowering plants, and mass of seeds were assessed. Resistance to the herbicides applied was found in some varieties of wild oat. The level of resistance was different, depending on the experimental conditions. In the field conditions, the expression of resistance was modified by meteorological conditions.

Key words: *Avena fatua* L., herbicides, varieties, resistance

WSTĘP

Owies głuchy (*Avena fatua* L.) to jeden z najbardziej agresywnych chwastów jednoliściennych, który charakteryzuje duże zróżnicowanie wewnątrzgatunkowe (Hołdyński, 1991; Korniak, 1996; Kieć, 2000). W ostatnich latach na obszarze Polski południowo-wschodniej znacznie wzrósł poziom zachwaszczenia nim upraw zbożowych. Jednocześnie zakres dopuszczonych do zwalczania owsa głuchego herbicydów jest wąski, w związku z tym te same substancje aktywne są stosowane w ciągu kolejnych lat. To prowadzić może do rozwoju odporności chwastu na herbicydy. Najczęściej w zwalczaniu owsa głuchego stosuje się herbicydy z grupy inhibitorów ACC-azy, tzw. graminicydy (Paradowski, 2001). Celem pracy było porównanie stopnia odporności najczęściej występujących w Polsce południowo-wschodniej odmian botanicznych owsa głuchego na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem roślinnym były ziarniaki owsa głuchego zgromadzone z 18 pól w różnych miejscowościach makroregionu południowo-wschodniego. Podstawą wyboru pól była, donoszona przez rolników, niska skuteczność stosowanych herbicydów. Dojrzałe rośliny chwastu zbierano z powierzchni 1 m² i, na podstawie cech morfologicznych ziarniaków, oznaczano odmianę botaniczną (Kieć, 2000). W badanym materiale wyróżniono 6 odmian botanicznych chwastu, występujących na co najmniej trzech polach (tab. 1).

Tabela 1

Odmiany botaniczne owsa głuchego (*Avena fatua* L.) wyróżnione na badanym terenie, wg klucza Kiecia (2000)

Wild oat (*Avena fatua* L.) botanical varieties, according to Kieć (2000)

Odmiana Variety	Owłosienie plewek Lemma palea pubescence	Barwa plewek Lemma palea colour	Długość owłosienia nasady ziarniaka Length of callus pubescence
<i>Avena fatua</i> L. subsp. <i>fatua</i> (L.)			
A var. <i>fatua</i> (= var. <i>pilosissima</i> S.F. Gray)	silne strong	jasno- do ciemnobrązowej light to dark brown	długie long
B var. <i>alcaliphila</i> Kieć	silne strong	żółta do popielatej yellow to grey	długie long
<i>Avena fatua</i> subsp. <i>brevipilosa</i> Kieć			
F var. <i>intermedia</i> (Lestib.) Lej. & Court.	silne strong	jasno- do ciemnobrązowej light to dark brown	krótkie short
H var. <i>gravis</i> Kieć	słabe weak	żółta do popielatej yellow to grey	krótkie short
I var. <i>alta</i> Kieć	słabe weak	jasno- do ciemnobrązowej light to dark brown	krótkie short
J var. <i>vilis</i> (Wallr) Hauskn	brak none	żółta do popielatej yellow to grey	krótkie short

Testowano odporność odmian botanicznych chwastu na dwa herbicydy systemiczne, należące do pochodnych kwasu arylofenoksypropionowego: fenoksaprop-P-etyl (preparat:

Puma Uniwersal 069 EW) oraz dichlofop metyl (preparat: Illoxan 36 EC). Dwukrotnie dla fenoksaprop-P-etylu oraz jednokrotnie dla dichlofop metylu przeprowadzono odpornościowy test laboratoryjny, wg zmodyfikowanej metody Letouze'a i wsp. (1997), opracowany dla jednoliściennych gatunków chwastów. W teście tym herbicydy aplikowano jako roztwór wodny (25 cm³) o stężeniu odpowiadającym 152% polowej dawki dla fenoksaprop-P-etylu (10,5 mg s.a.) i 40% polowej dawki dla dichlofop metylu (90 mg s.a.). Wielkość dawki ustalono na podstawie wcześniejszych prób przeprowadzonych na populacji wrażliwej. Na roztworze podkiełkowane ziarniaki rosły przez sześć dni. Po tym czasie określono procent żywych siewek chwastu oraz zmierzono długość ich koleoptyla. Dodatkowo w latach 2003–2004 przeprowadzono dwa doświadczenia mikropoletkowe. Po oprysku roślin owsa głuchego w fazie 3–4 liści polowymi dawkami herbicydów (55,2 g fenoksaprop-P-etylu ha⁻¹, 720 g dichlofop metylu ha⁻¹), oceniono stopień uszkodzeń liści przez herbicyd w 9-stopniowej skali bonitacyjnej (EWRC) (Rola i in., 1980), dla każdej rośliny chwastu oddzielnie. W terminie kwitnienia owsa głuchego oznaczono liczbę kwitnących roślin, a także masę ziarniaków. W pracy zastosowano następujące oznaczenia: rozmnożenie R1 — dla ziarniaków zebranych bezpośrednio z badanych pól, rozmnożenie R2 — dla ziarniaków zebranych z doświadczenia mikropoletkowego w roku 2003.

Tabela 2

Temperatura powietrza i opady w okresie wegetacji owsa głuchego w latach 2003–2004, wg danych ze Stacji Meteorologicznej Kraków-Balice
Air temperatures and rainfall in the vegetation period of wild oat in the years 2003–2004, according to the Meteorological Station in Kraków-Balice

Miesiąc Month	Temperatura Air temperature (°C)			Opady Rainfall (mm)		
	średnia z wielolecia many-years average	odchylenie od normy deviations (°C)		średnia z wielolecia many-years average	procent normy percentage of normal value (%)	
	1971–2000	2003	2004	1971–2000	2003	2004
IV	8	-0,2	1,5	49,7	69	65
V	13,4	3,1	-0,7	73,8	170	58
VI	16,2	2,9	0,6	93,2	38	65
VII	17,8	1,7	0,6	81,4	155	120

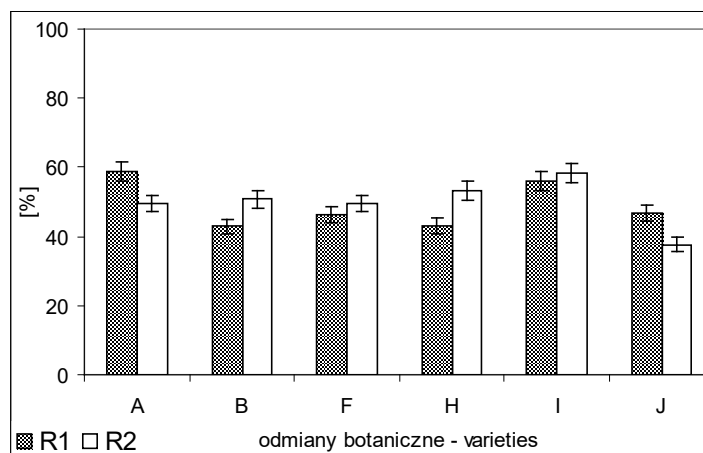
Analizę statystyczną wyników wykonano w oparciu o nieparametryczny test Kołmogorowa-Smirnowa, służący do porównywania dwóch niezależnych próbek. Dane procentowe zestawiono w postaci tabel wielodzielczych i porównano według testu χ^2 Pearsona. Różnice uznawano za statystycznie istotne przy $\alpha \leq 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zgodnie z definicją odporności chwastu na herbicyd, za odporną populację należy uznać taką, w której minimum jedna roślina przeżywa działanie substancji aktywnej (Anderson i in., 1998). W tym świetle badany w pracy materiał należy w całości przyjąć za odporny. Niemniej badane odmiany botaniczne owsa głuchego cechowała duża zmien-

ność w stopniu odporności na testowane substancje aktywne w poszczególnych rozmnożeniach.

W teście laboratoryjnym bardziej odporne na wzrost w atmosferze fenoksaprop-P-etylu w obu rozmnożeniach (R1 i R2) były siewki odmian A (var. *fatua*) oraz I (var. *alta*) (rys. 1 i 2).

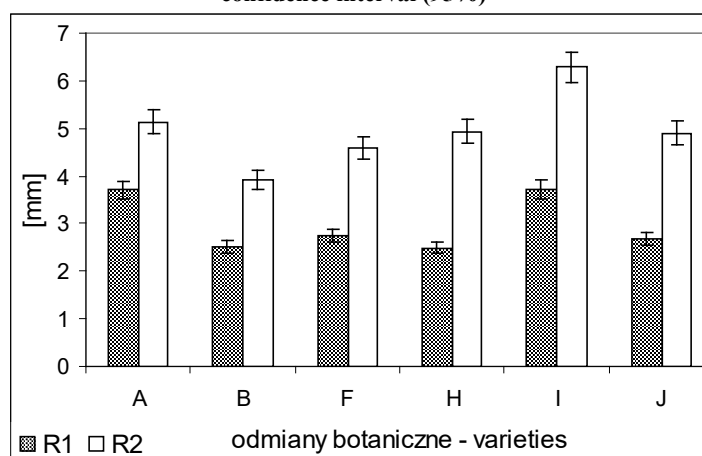


R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003

Rys. 1. Wpływ fenoksaprop-P-etylu na udział procentowy żywych siewek u różnych odmian botanicznych owsa głuchego ± przedział ufności (95%)

R1 — seeds collected directly from investigated arable fields, R2 — seeds collected from field experiment in 2003

Fig. 1. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on percentage of alive seedlings in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)



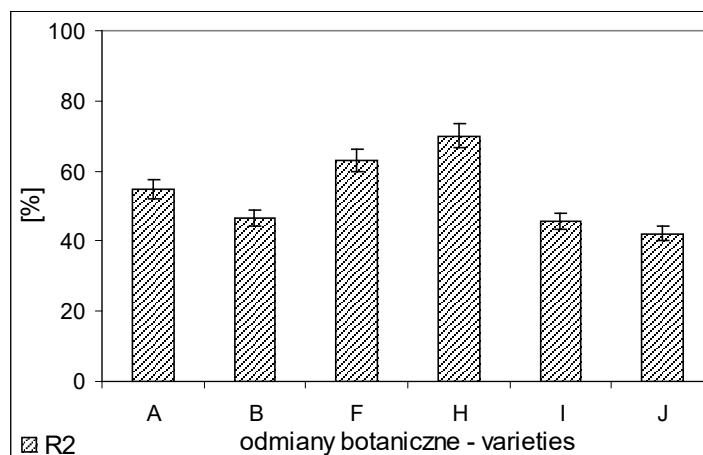
R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku

Rys. 2. Wpływ fenoksaprop-P-etylu na długość koleoptyla różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)

R1 — seeds collected directly from the investigated arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003

Fig. 2. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the length of coleoptile in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)

Wykształciły one w atmosferze herbicydu najdłuższe łodyżki, odpowiednio 3,7 mm, 5,1 mm (odmiana A) oraz 3,7 mm i 6,3 mm (odmiana B). Różniły się one statystycznie istotnie od pozostałych. Najbardziej odporne na dichlofop metylu były odmiany botaniczne F (var. *intermedia*) i H (var. *gravis*), które różniły się statystycznie istotnie od siewek innych odmian, oraz miały najdłuższe koleoptyle, odpowiednio: 6,5 mm oraz 7,9 mm (rys. 3 i 4).

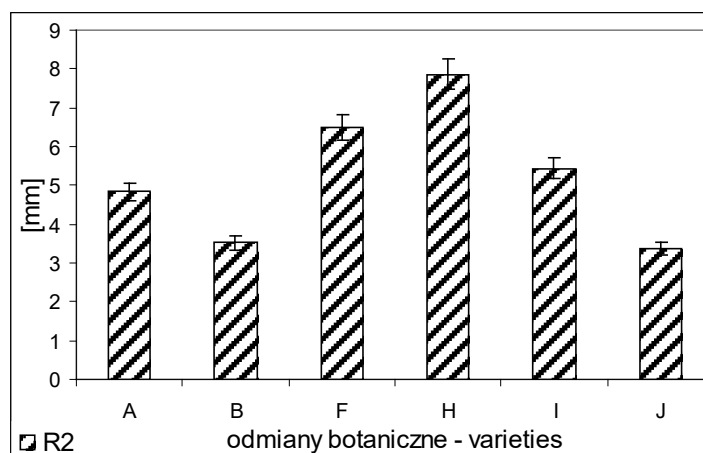


R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku

Rys. 3. Wpływ dichlofop metylu na udział procentowy żywych siewek u różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)

R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003

Fig. 3. Influence of diclofop methyl on percentage of alive seedlings in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)



R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku

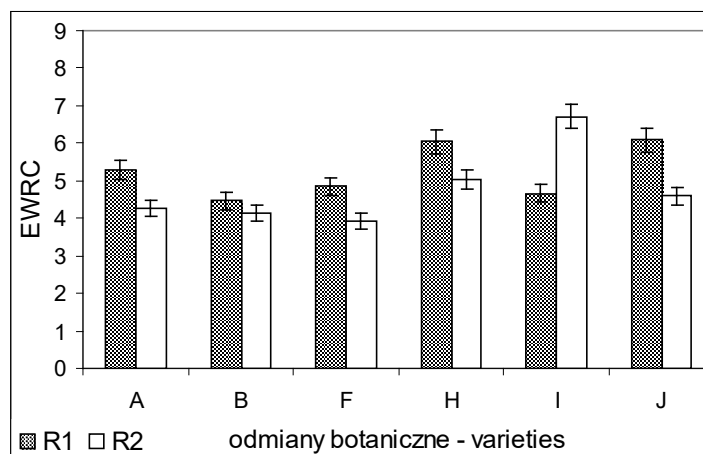
Rys. 4. Wpływ dichlofop metylu na długość koleoptyla różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)

R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003

Fig. 4. Influence of diclofop methyl on the length of coleoptile in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)

Według Murray'a i wsp. (1996) inhibitory ACC-azy stosowane w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych są bardziej aktywne chwastobójczo, niż w polu, co jest wynikiem zwiększonej wrażliwości siewek chwastu na herbicyd (Beckie i in., 2000).

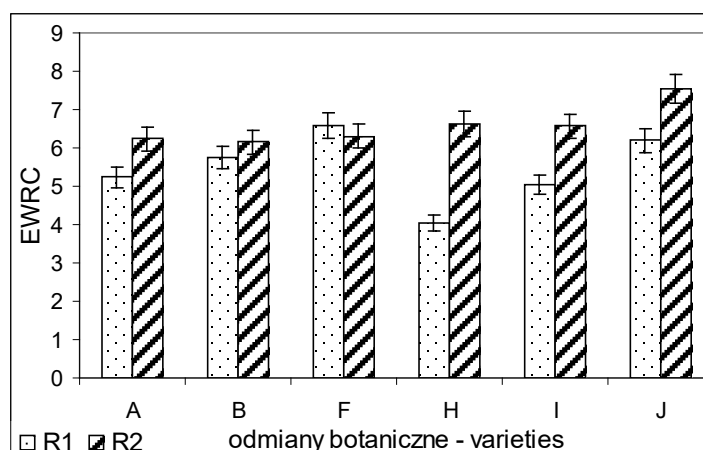
W warunkach polowych poziom odporności poszczególnych odmian owsa głuchego był w znacznym stopniu modyfikowany wpływem warunków atmosferycznych. Bravin i wsp. (2001) stwierdzili zróżnicowanie stopnia odporności na dichlofop metylu u różnych populacji *Lolium* spp, w zależności od układu warunków pogodowych. W rozmnożeniu R1, po oprysku fenoksaprop-P-etylem, stopień uszkodzeń liści pomiędzy różnymi odmianami botanicznymi owsa głuchego był niższy i zbliżony (rys. 5).



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku
Rys. 5. Wpływ oprysku fenoksaprop-P-etylem na uszkodzenia liści różnych odmian botanicznych owsa głuchego w fazie krzewienia; ± przedział ufności (95%)

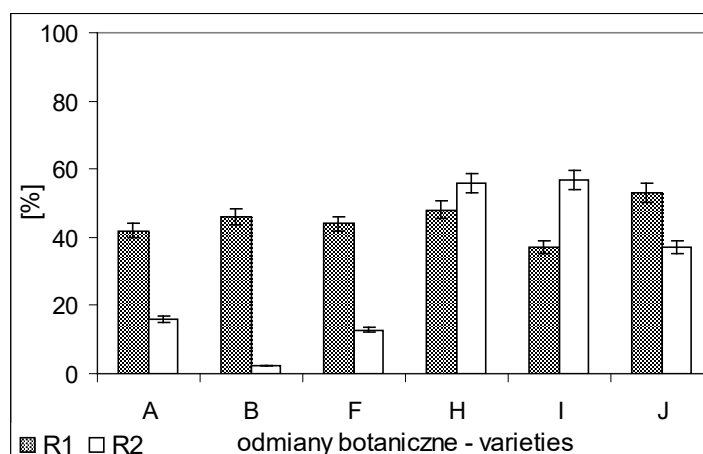
R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003
Fig. 5. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the leaves injury at the tillering stage in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)

W rozmnożeniu R2 stopień uszkodzeń liści chwastu był wyższy. W mniejszym stopniu od pozostałych uszkodzone zostały liście roślin odmiany I (var. *alta*, EWRC=7), która różniła się statystycznie istotnie od wszystkich pozostałych odmian (rys. 5). Po oprysku dichlofop metylem wśród roślin rozmnożenia R1 najmniejszy stopień uszkodzeń liści odnotowano dla odmiany F (var. *intermedia*, EWRC=6,6), która różniła się istotnie od roślin odmiany najbardziej uszkodzonej – H (var. *gravis*, EWRC=4) (rys. 6). W rozmnożeniu R2 poziom uszkodzeń roślin przez dichlofop metyl był niższy niż w rozmnożeniu R1; najmniejszy stopień uszkodzeń liści miały rośliny odmiany botanicznej J (var. *vilis*, EWRC=7,6) (rys. 6). Być może było to następstwem suchego i ciepłego kwietnia. Akey i Morrison (1983) zaobserwowali redukcję skuteczności dichlofopu u roślin owsa głuchego rosnących w warunkach deficytu wody przed opryskiem.



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 r.
Rys. 6. Wpływ oprysku dichlofop metylem na uszkodzenia liści różnych odmian botanicznych owsa głuchego w fazie krzewienia; $\pm$ przedział ufności (95%)

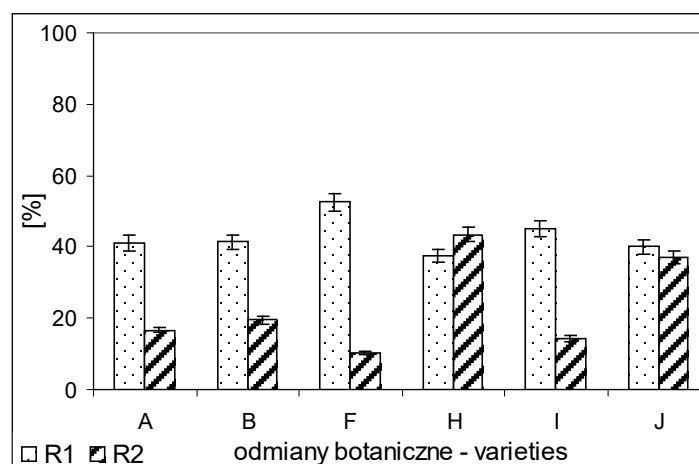
R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003
Fig. 6. Influence of diclofop methyl on the leaves injury at the tillering stage in different wild oat varieties; $\pm$ confidence interval (95%)



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 r.
Rys. 7. Wpływ oprysku fenoksaprop-P-etylem na procent kwitnących roślin różnych odmian botanicznych owsa głuchego; $\pm$ przedział ufności (95%)

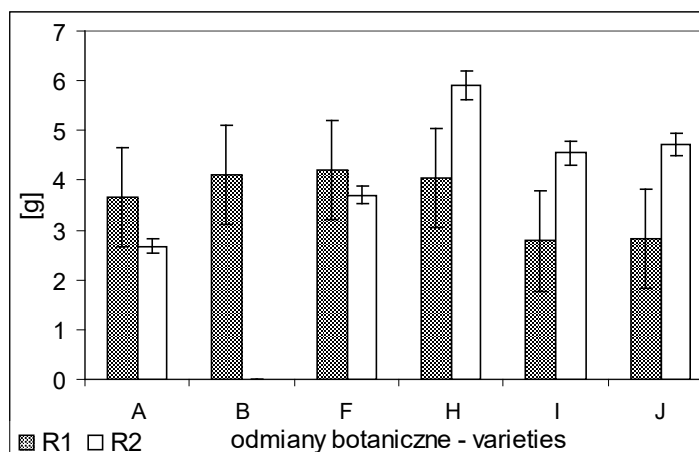
R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003
Fig. 7. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the percentage of flowering plants in different wild oat varieties; $\pm$ confidence interval (95%)

W rozmnożeniu R1 oprysk fenoksaprop-P-etylem i dichlofop metylem nie różnicował istotnie procentowego udziału kwitnących roślin różnych odmian botanicznych owsa głuchego, jednak procent ten był wyższy niż w rozmnożeniu R2 (rys. 7 i 8).



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku
Rys. 8. Wpływ oprysku dichlofop metylem na procent kwitnących roślin różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)

R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003
Fig. 8. Influence of diclofop methyl on the percentage of flowering plants in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)



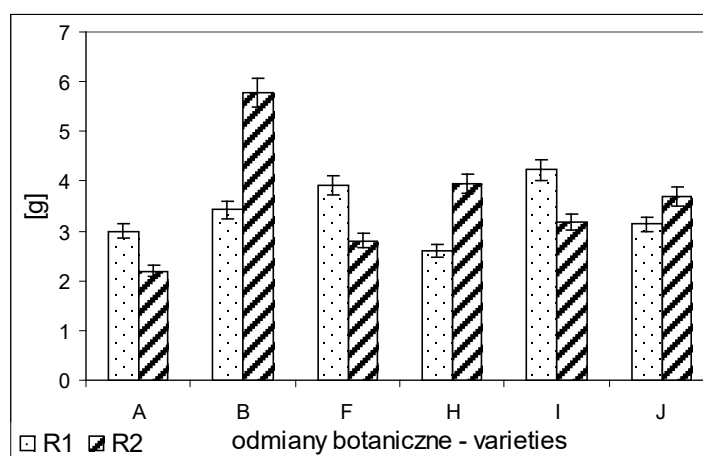
R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku
Rys. 9. Wpływ oprysku fenoksaprop-P-etylem na masę ziarniaków różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)

R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003
Fig. 9. Influence of fenoxaprop-P-ethyl on the grain mass in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)

Prawdopodobnie wysoki poziom opadów utrzymujących się przez miesiąc po oprysku sprzyjał regeneracji wilgociolubnych roślin owsa głuchego, co potwierdzają badania Xie i wsp. (1994). Wśród roślin rozmnożenia R2, po oprysku każdym z herbicydów, w istotnie wyższym odsetku zakwitły rośliny odmian H (var. *gravis*) oraz J (var. *vilis*); odpowiednio:

56% oraz 56,8% kwitnących po oprysku fenoksapropem i 43,5% oraz 37% kwitnących po oprysku dichlofopem (rys. 7 i 8). Może to sugerować większą zdolność roślin tych odmian botanicznych do regeneracji po oprysku herbicydami, bądź też przyczyną zjawiska mógł być wyjątkowo korzystny dla nich przebieg warunków pogodowych.

Po oprysku fenoksaprop-P-etylem w rozmnożeniu R1 istotnie wyższą średnią masę ziarniaków miała odmiana F (var. *intermedia*: 4,21 g), zaś w rozmnożeniu R2 odmiany H (var. *gravis*: 5,91 g) oraz I (var. *alta*: 4,54 g) (rys. 9). W rozmnożeniu R1, po oprysku dichlofop metylem najwyższą średnią masę ziarniaków przypadającą na jedną roślinę odnotowano dla odmiany I (var. *alta*: 4,24 g). Różniła się ona statystycznie istotnie od średniej masy ziarniaków odmiany H (var. *gravis*: 2,60 g), która była najniższa. W rozmnożeniu R2, po oprysku dichlofop metylem, nie odnotowano istotnego zróżnicowania w masie ziarniaków pomiędzy odmianami botanicznymi owsa głuchego (rys. 10).



R1 — ziarniaki zebrane bezpośrednio z pól, R2 — ziarniaki zebrane z doświadczenia mikropoletkowego w 2003 roku
Rys. 10. Wpływ oprysku dichlofop metylem na masę ziarniaków różnych odmian botanicznych owsa głuchego; ± przedział ufności (95%)

R1 — seeds collected directly from the arable fields, R2 — seeds collected in the micro-plot experiment in 2003
Fig. 10. Influence of diclofop methyl on the grain mass in different wild oat varieties; ± confidence interval (95%)

WNIOSKI

1. Stwierdzono odporność na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl wśród zebranych odmian botanicznych owsa głuchego pochodzących z pól uprawnych Polski południowo-wschodniej.
2. Testowane odmiany botaniczne owsa głuchego wykazują zróżnicowane reakcje na herbicydy w zależności od warunków badań.

3. W teście laboratoryjnym bardziej odporne na fenoksaprop-P-etyl są odmiany botaniczne **A** (var. *fatua*) oraz **I** (var. *alta*), zaś na dichlofop metyl **F** (var. *intermedia*) oraz **H** (var. *gravis*).
4. W badaniach mikropoletkowych warunki atmosferyczne znacznie modyfikują stopień odporności badanych odmian botanicznych owsa głuchego na fenoksaprop-P-etyl i dichlofop metyl.

LITERATURA

- Akey W., Morrison I. 1983. Effect of moisture stress on wild oat (*Avena fatua*) response to diclofop. *Weed Sci.* 31: 247 — 253.
- Anderson D., Roeth F., Martin A. 1998. Discovery of a primisulfuron resistant shattercane (*Sorghum bicolor*) biotype. *Weed Technol.* 12: 74 — 77.
- Beckie H., Heap I., Smeda R., Hall L. 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. *Weed Technol.* 14: 428 — 445.
- Bravin F., Zanin G., Preston C. 2001. Diclofop-methyl resistance in populations of *Lolium* spp. from central Italy. *Weed Res.* 41: 49 — 58.
- Hołdyński Cz. 1991. Występowanie i zmienność owsa głuchego (*Avena fatua* L.) na Żuławach Wiślanych. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura* 53: 59 — 68.
- Kieć J. 2000. Zróżnicowanie morfologiczne, ekologiczne i enzymatyczne gatunku *Avena fatua* L., występującego na polach Polski południowo-wschodniej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy* 260: 1 — 83.
- Korniak T. 1996. Studies on the variability of common wild oat (*Avena fatua*, *Poaceae*) in north – eastern Poland. *Fragm. Flor. Geobot.* 41: 501 — 505.
- Letouze A., Gasquez D., Vaccara D., Orlando J., Leterrier L., Roy C., Bouvard Derieux E. 1997. Development of new reliable quick tests and state of grass-weed herbicide resistance in France. [W:] *Proc. Int. Conf., Brighton, UK* 1: 325 — 330.
- Murray B., Friesen L., Beaulieu K., Morrison I. 1996. A seed bioassay to identify acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*) populations. *Weed Technol.* 10: 85 — 89.
- Paradowski A. 2001. Rośnię problem owsa głuchego. *Top Agrar Pol.* 2: 68 — 71.
- Rola J., Kuźniewski E., Rola H., Gabińska K. 1980. Podstawowe wiadomości w zakresie prowadzenia doświadczeń rolniczych. Cz. III: Metodyka prowadzenia badań nad ekologią chwastów i ich zwalczaniem. *Wyd. IUNG, Puławy*: 40 — 42.
- Xie H., Quick W., Hsiao A. 1994. Effect of drought and formulation on wild oat (*Avena fatua*) control with imazamethabenz and fenoxaprop. *Crop Prot.* 13: 195 — 200.

BARBARA WIEWIÓRA

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoem. — identyfikacja, biologia oraz znaczenie w uprawie zbóż

Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoem. — identification, biology and importance in cultivation of cereals

W pracy przedstawiono przegląd wiedzy dotyczącej grzyba *Bipolaris sorokiniana* i jego znaczenia dla uprawy zbóż. Gatunek ten jest głównym sprawcą zgnilizny korzeni, zgorzeli siewek, plamistości liści, helmintosporiozy oraz czernienia kłosów. Powoduje poważne straty w uprawach zbóż jarych szacowane na około 10% jęczmienia i 5% pszenicy. Opisano biologię, stanowisko taksonomiczne, objawy chorobowe oraz występowanie i znaczenie gospodarcze *B. sorokiniana*.

Słowa kluczowe: biologia, *Bipolaris sorokiniana*, systematyka, występowanie, znaczenie gospodarcze

Bipolaris sorokiniana is the causal agent of common root rot, leaf spot disease, seedling blight and black point of cereals, especially wheat and barley. The fungus is one of the most serious foliar disease constraints for both crops in warmer growing areas and causes significant yield losses. Therefore, in this review taxonomy, biology and economic importance of *B. sorokiniana* are presented.

Key words: biology, *Bipolaris sorokiniana*, economic importance, occurrence, taxonomy

WSTĘP

Od wielu lat grzyb *Bipolaris sorokiniana* ma szczególne znaczenie jako patogen pszenicy i jęczmienia w USA i Kanadzie (Duczek i Jones-Flory, 1994; Grey i Mathre, 1984). Patogen ten regularnie powoduje poważne straty w uprawach zbóż jarych. Straty plonu są szacowane na około 10% jęczmienia i około 5% pszenicy, ale w niektórych regionach i latach mogą dochodzić do 30% (Stack, 1991). W Europie, dopiero od niedawna grzyb ten stał się obiektem większego zainteresowania i to głównie jako patogen jęczmienia (Knudsen i in., 1995; Kwaśna, 1995; Kumar i in., 2001). W Polsce w uprawach jęczmienia powszechnie występują choroby podsuszkowe, plamistość liści i czernienie kłosów powodowane przez grzyb *Bipolaris sorokiniana* (syn. *Drechslera sorokiniana* =

Helminthosporium sativus = *Cochliobolus sativus*) (Łacicowa i in., 1990; Truszkowska i in., 1983).

Bipolaris sorokiniana jest patogenem ciepłej strefy klimatycznej, a jego występowanie na obszarze o chłodniejszym klimacie nie powinno powodować poważniejszych szkód w uprawach (De Tempe, 1964). Jednakże w związku z dynamicznymi zmianami klimatycznymi zachodzącymi na obszarze Europy i Polski, obserwuje się coraz większe straty w plonie powodowane przez *B. sorokiniana*, dlatego postanowiono szerzej zająć się tym gatunkiem.

SYSTEMATYKA GRZYBA *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.) SHOEM.

Gatunek *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. [syn. *Helminthosporium sorokinianum* Sacc., *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram & Jain, *Helminthosporium sativum* Pamm., King & Bakke] należy do rodzaju *Bipolaris*, klasy *Hyphomycetes* — strzępczaki, podgromady *Deuteromycotina* — grzyby niedoskonałe, gromady *Eumycota* — grzyby właściwe w podkrólestwie *Mycobionta* — grzyby. Systematyka *B. sorokiniana* oparta jest na kształcie oraz sposobie kiełkowania zarodników konidialnych, wyglądzie trzonek konidialnych, ułożeniu konidiów na komórce konidiotwórczej.

Na przestrzeni czasu systematyka grzybów należących do rodzaju *Bipolaris* (syn. *Helminthosporium*, *Drechslera*) często ulegała zmianie. W 1809 roku Link dla grzybów należących do tego rodzaju zaproponował nazwę *Helmisporium*, którą w 1822 roku Persoon zmienił na *Helminthosporium* (Alcorn, 1983). Kryterium przynależności do tego rodzaju było występowanie wielokomórkowych, ciemno zabarwionych zarodników konidialnych.

Nisikado (1928) w oparciu o kształt konidiów i sposób ich kiełkowania wprowadził dwa podrodzaje *Helminthosporium*: *Cylindro-Helminthosporium* z prostymi, cylindrycznymi konidiami oraz wyrastającą z każdej komórki konidium jedną lub więcej strzępkami kiełkowymi i *Eu-Helminthosporium* z wrzecionowatymi, często zakrzywionymi konidiami o dwubiegunowym kiełkowaniu. Ito (1930) gatunki należące do podrodzaju *Cylindro-Helminthosporium* zaliczył do rodzaju *Drechslera*, a Shoemaker (1959) zaproponował rodzaj *Bipolaris* dla gatunków należących do podrodzaju *Eu-Helminthosporium*.

Przez długi okres wielu autorów używało nazwy rodzaju *Drechslera* w szerokim zakresie jako synonim *Helminthosporium*, włączając tu obok rodzaju *Bipolaris*, wprowadzony w 1974 roku przez Leonarda i Suggsa, nowy rodzaj *Exserohilum* dla gatunków o charakterystycznym wyraźnie wypukłym znaczku. Obecnie obowiązuje podział na trzy rodzaje *Bipolaris*, *Drechslera* i *Exserohilum* (Kwaśna, 1995).

Stadium doskonałe gatunków należących do rodzaju *Bipolaris* związane jest z rodzajem *Cochliobolus* (Drechsler, 1934), gatunków należących do rodzaju *Drechslera* z rodzajem *Pyrenophora*, a telemorfą rodzaju *Exserohilum* jest *Setosphaeria* (Leonard i Suggs, 1974).

OPIS RODZAJU *BIPOLARIS* SHOEMAKER I GATUNKU *BIPOLARIS* SOROKINIANA (SACC.) SHOEM.

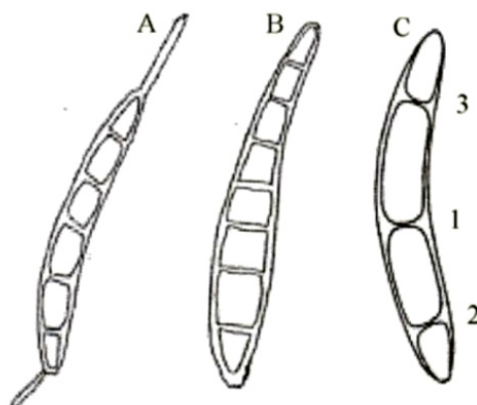
Grzybnia gatunku *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. na pożywce agarowo-ziemniaczanej (PDA) brązowa, szara lub czarna (rys. 1). Trzonki konidialne gatunków należących do rodzaju *Bipolaris* są brunatne, nierozgałęzione, proste, w górnej części zazwyczaj kolankowato powyginane, wyrastają pojedynczo z grzybni pasożytującej w roślinach. Komórki konidiotwórcze mają zazwyczaj więcej niż jeden punkt konidiotwórczy. Na komórkach konidiotwórczych tworzą się pojedyncze konidia sympodialne, na sukcesywnie powstających nowych wierzchołkach trzonków konidialnych (rys. 2). Zarodniki konidialne rodzaju *Bipolaris* są brunatne, zwykle wrzecionowate, proste lub wygięte, poprzedzielane poprzecznie kilkoma distoseptami, kiełkują jedną lub obydwoma komórkami biegunowymi (Marcinkowska, 2003). Strzępka kiełkowa wyrasta blisko znaczka i układa się półszczytowo, znaczek widoczny często jako dwie ciemne, soczewkowate plamki. Pierwsza przegroda zakłada się w środku konidium, druga oddziela komórkę przy podstawie, trzecia przy wierzchołku (rys. 3). Rodzaj obejmuje ponad 50 gatunków, najczęściej patogenów zbóż i innych traw rosnących przede wszystkim w strefie umiarkowanej.



Rys. 1. Ciemne kolonie grzyba *Bipolaris sorokiniana* na pożywce agarowo – ziemniaczanej
Fig. 1. Dark colonies of *Bipolaris sorokiniana* on potato-dextrose agar medium



Rys. 2. Zarodniki i trzonki konidialne (×480)
Fig. 2. Conidia and conidiophores (×480)



Rys. 3. Schematy cech konidiów różnicujących rodzaj *Bipolaris*: A — sposób kiełkowania, B — struktura znaczka, C — kolejność zakładania się przegrody poprzecznej (Siwanesan, 1992; Alcorn, 1988)

Fig. 3. Differentiating criteria for *Bipolaris* genus: A — germination, B — structure of hilum, C — septum ontogeny (Siwanesan, 1992; Alcorn, 1988)

BIOLOGIA *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.) SHOEM.

Patogen rozwija się w szerokim zakresie temperatury od 4°C do 36°C (optimum 24–28°C) (Surin i in., 2001). Źródłem infekcji może być zarówno materiał siewny jak i gleba. Infekcja roślin następuje za pośrednictwem grzybni zlokalizowanej między plewkami, a okrywą owocowo-nasienną oraz przez konidia zanieczyszczające powierzchnię ziarniaków (Łacicowa, 1964; Kumar i in., 2001). Częstotliwość zakażenia ziarna przez *B. sorokiniana* zależy od ilości materiału infekcyjnego znajdującego się w otoczeniu roślin podczas kwitnienia i formowania ziarna. Najczęściej są to konidia przenoszone przez prądy powietrza z porażonych liści. Duża wilgotność sprzyja porażeniu liści, zarodnikowaniu i zakażeniu ziarna w kłosach (Couture i Sutton, 1978). Z porażonego ziarna wyrastają chore siewki, a na pochwach i blaszkach liściowych grzyb tworzy konidia powodujące wtórne infekcje. Patogen przeżywa jako grzybnia w zainfekowanych nasionach lub jako saprotrof na roślinach (Barba i in., 2002). W ziarniakach grzybnia może zachować żywotność do czterech lat (Christensen, 1963). Oprócz tego grzyb *B. sorokiniana* jest fakultatywnym pasożytem, który może żyć saprotroficznie w glebie. Przeżywa w postaci grubościennych przetrwalników, które są głównym czynnikiem sprawczym zgnilizny korzeni (Clark i Wallen, 1969). Szkodliwość *B. sorokiniana* zależy nie tylko od warunków pogody, ale przede wszystkim od podatności odmian (Grey i Mathre, 1984; Łacicowa, 1970; Łacicowa i Pięta, 1991).

OBJAWY CHOROBY POWODOWANE PRZEZ *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.)
SHOEM.

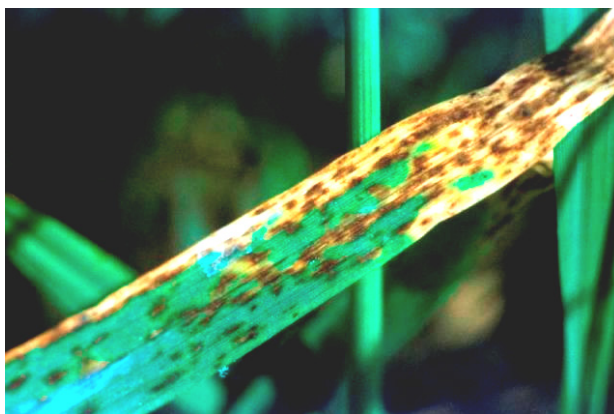
Bipolaris sorokiniana (teleomorfa *Cochliobolus sativus*) jest głównym sprawcą zgnilizny korzeni, zgorzeli siewek, plamistości liści, helmintosporiozy i czernienia kłosów. Patogen poraża głównie zboża, chociaż żyto jest mniej wrażliwe, zaś owies rzadko porażany (Zillinsky, 1983). Szeroko rozpowszechnione występowanie wielu gatunków traw sprawia, że odgrywają one ważną rolę jako potencjalne rośliny żywicielskie.

Porażone ziarniaki są jednym z głównych źródeł infekcji. Ziarniaki z powierzchniowym zakażeniem kielkują normalnie, tj. dają zdrowy kielek i trzy zdrowe korzenie, a tylko pod koniec kielkowania pojawia się na okrywie ziarniaka czarny nalot konidialny. Ponadto w następstwie przejścia grzyba z wewnętrznej strony okrywy ziarna na kielki może wystąpić zbrunatnienie koleoptyla. Ten rodzaj zakażenia spowodowany jest przez zewnętrznie zalegającą w okrywie ziarniaka grzybnie i nie ma on wpływu na zdolność kielkowania materiału siewnego. Uzyskane z niego rośliny mogą mieć jednak zahamowany wzrost i plamy na liściach. Głęboka infekcja ziarna powoduje nienormalne kielkowanie, a mianowicie:

- kielkujące nasiona mają rozwinięty kielek, natomiast zupełnie nie rozwijają się korzenie,
- zamiast trzech korzeni wykształca się jeden lub dwa niedorozwinięte,
- kielek i korzenie gniją już na samym początku kielkowania ziarna.

Przy głębokiej infekcji grzybnia rozprzestrzenia się wewnątrz ziarniaka, szczególnie w pobliżu zarodka i obficie zarodnikuje (Naumowa, 1973).

Charakterystycznymi objawami zgorzeli siewek są ciemnobrązowe nekrotyczne uszkodzenia na korzeniach, węzłach krzewienia i pochwach liściowych. Patogen ponadto powoduje plamistość liści w postaci owalnych, wydłużonych jasnych lub ciemniejszych brązowych plam na blaszkach i pochwach liściowych (rys. 4) oraz czernienie kłosów z objawami poczernienia i pomarszczenia ziarna (rys. 5).



Rys. 4. Objawy chorobowe plamistości liści na jęczmieniu
Fig. 4. Spot blotch symptoms on barley leaf



Rys. 5. Ziarniaki jęczmienia zdrowe (po lewej) i z objawami czernienia powodowanymi przez *Bipolaris sorokiniana* (po prawej)

Fig. 5. Healthy grains (left) compared with those showing black point caused by *Bipolaris sorokiniana* (right)

Symptomami czernienia kłosów są brązowe do ciemnobrązowych plamy na plewach lub poczerniała powierzchnia ziarniaka zlokalizowana zwykle wokół zarodka (Adlakha i Joshi, 1974). Przebarwienia takie mogą również występować w pobliżu bródki lub w bruzdce, ale silna infekcja powoduje przebarwienie i pomarszczenie całego ziarniaka. Łacicowa (1975) uważa, że zakażenie przez *B. sorokiniana* ziarna nie zawsze wpływa na jego zewnętrzny wygląd, chociaż Wilcoxson i Miles (1995) izolowali go z ziarniaków jęczmienia o wyraźnie zmienionym kolorze. Porażone kłosy mogą wyglądać normalnie, jednak mogą być widoczne również eliptyczne, brązowe lub ciemnobrązowe zmiany chorobowe widoczne po wewnętrznej stronie plew. Rozwojowi choroby sprzyja długotrwała, wilgotna pogoda podczas fazy dojrzałości mleczno-woskowej zbóż (Khetarpal i in., 1980).

Helminthosporioza występuje na zbożach zwykle w rejonach o cieplejszym klimacie. Choroba rozwija się dość szybko w temperaturze 24 – 28°C, nieco wolniej przy 20°C, a wyraźne zahamowanie rozwoju następuje przy 16°C. Wczesne objawy na liściach to małe plamy od jasnobrązowych do prawie czarnych, które mogą być okrągłe, wydłużone lub eliptyczne. Typowe zmiany chorobowe są jednak kształtu eliptycznego z obfitym zarodnikowaniem i mogą zajmować ponad 20% powierzchni liścia (Mehta, 1981). Zgnilizna korzeni i zgorzel siewek występuje w szerszym zakresie temperatury niż helminthosporioza. Ponadto do powstawania zarodników konidialnych na nekrotycznych plamach niezbędna jest odpowiednio wysoka wilgotność (Scott, 1995). Porażenie źdźbeł przez *B. sorokiniana* wpływa na zwiększenie wylegania. W przypadku infekcji kłosów stwierdzono, że zwykle porażone są pojedyncze kłoski, ale w korzystnych warunkach można zaobserwować silnie uszkodzenie całego kłosa wraz z ośmi. Zmiany chorobowe na plewach są czasem podłużne z ciemnobrązowym obrzeżem, na których często mogą być widoczne zarodniki konidialne (Mathur i Cunfer, 1993).

ZNACZENIE GOSPODARCZE *BIPOLARIS SOROKINIANA* (SACC.) SHOEM.

B. sorokiniana poraża wiele gatunków roślin dziko rosnących i uprawnych zwłaszcza jęczmień, pszenicę oraz trawy. Rośliny są podatne na infekcję w każdej fazie wzrostu. Spadek plonu może dochodzić nawet do 30% i jest następstwem porażenia korzeni, dolnych międzywęzli, liści, kłosów, a w nich ziarna (Eng-Chong-Pua i in., 1985; Grey i Mathre, 1984; Łacicowa i in., 1991; Łacicowa i Pięta, 1998). Częstotliwość zakażenia ziarna zależy od ilości materiału infekcyjnego znajdującego się w otoczeniu roślin podczas kwitnienia i formowania ziarna. Najczęściej są to konidia przenoszone przez prądy powietrza z porażonych liści. Grzyb produkuje mikotoksyny (toksyczne wtórne metabolity), z których najczęściej występują prehelminthosporol, helminthosporol i sorokinianin. Prehelminthosporol odgrywa ważną rolę w patogenezie wpływając na osłabienie lub nawet zabicie komórek rośliny (Lilijeroth i in., 1993), helminthosporol oddziałuje na przepuszczalność błon komórkowych, a sorokinianin wpływa hamująco na kiełkowanie ziarniaków (Kumar i in., 2002).

Badania przeprowadzone przez Łacicową (1982) wykazały, że *B. sorokiniana* może ograniczać kiełkowanie nawet o 25%, lub też zainfekowane ziarniaki dają chore i słabe siewki. Natomiast Bailey i wsp. (1997) stwierdzili, że wysiew porażonego przez tego patogena ziarna spowodował redukcję wschodów. Obserwacje autorki (Wiewióra, 2003) potwierdzają, że patogen ten często występuje na ziarnie jęczmienia i istotnie wpływa na zdolność kiełkowania. Dlatego też w Norwegii zaleca się zaprawianie nasion, gdy procent porażonych przez *B. sorokiniana* ziarniaków jęczmienia przekroczy poziom 10%, o czym donoszą Agarwal i Sinclair (1997). Ponadto często obserwowane jest pociemnienie i pomarszczenie porażonych ziarniaków, co wpływa na obniżenie ich wartości handlowej.

PODSUMOWANIE

De Tempe (1964) uważa, że *Bipolaris sorokiniana* jest patogenem cieplej strefy klimatycznej, a jego występowanie na obszarze o chłodniejszym klimacie, nie powinno powodować poważniejszych szkód w uprawach. Jednakże w związku z dynamicznymi zmianami klimatycznymi zachodzącymi na obszarze Europy i Polski, obserwuje się coraz większe straty w plonie powodowane przez ten gatunek grzyba.

W związku z dużą szkodliwością *B. sorokiniana* zachodzi potrzeba uwzględnienia tego patogena w hodowli odmian zbóż dla uprawy w Polsce oraz kontrolowanie podatności odmian zagranicznych.

LITERATURA

- Adlakha K. L., Joshi L. M. 1974. Black point of wheat. Indian Phytopathology 27: 41 — 44.
 Agarwal V. K., Sinclair J. B. 1997. Principles of seed pathology. Second edition CRC Press Inc., Lewis.
 Alcorn J. L. 1983. Generic concepts in Drechslera, Bipolaris and Exserohilum. Mycotaxon 17: 1 — 86.
 Alcorn J. L. 1988. The taxonomy of „*Helminthosporium*” species. Ann. Rev. Pl. Path. 26: 37-17: 1 — 86.
 Bailey K. L., Duczek L. J., Potts D. A. 1997. Inoculation of seeds with *Bipolaris sorokiniana* and soil fumigation methods to determine wheat and barley tolerance and yield losses caused by common root rot. Can. J. Pl. Sci. Vol. 77, No. 4: 691 — 698.

- Barba J. T., Reis E. M., Forcelini C. A. 2002. Comparison of methods for the detection of *Bipolaris sorokiniana* in barley seeds. *Fitopatologia Brasileira* Vol. 27, No. 4: 389 — 394.
- Christensen J. J. 1963. Longevity of fungi in barley kernels. *Pl. Dis. Reprt.* 47: 639 — 642.
- Clark R. V., Wallen V. R. 1969. Seed infection of barley by *Cochliobolus sativus* and its influence on yield. *Can. Plant Dis. Surv.* 49: 60 — 64.
- Couture L., Sutton J.C. 1978. Relation of weather variables and host factors to incidence of airborne spores of *Bipolaris sorokiniana*. *Can. J. Bot.* 56: 2162 — 2170.
- De Tempe J. 1964. *Helminthosporium* spp. in seeds of wheat, barley, oats and rye. *Proceedings of the International Seed Testing Association*. Vol. 29, No. 1: 117 — 140.
- Drechsler C. 1934. Phytopathological and taxonomic aspects of *Ophiobolus*, *Pyrenophora*, *Helminthosporium* and a new genus, *Cochliobolus*. *Phytopathology* 24: 953 — 983.
- Duczek L. J., Jones-Flory L. L. 1994. Relationship between common root rot, tillering and yield loss in spring wheat and barley. *Can. J. Plant Pathol.* 15: 153 — 158.
- Eng-Chong-Pua R.R., Pelletier H. R., Klinck H. R. 1985. Seedling blight, spot blotch and common root rot in Quebec and their effect on grain yield in barley. *Can. J. Plant Pathol.* 7: 395 — 401.
- Grey W. E., Mathre D. E. 1984. Reaction of spring barleys to common root rot and its effect on yield components. *Can. J. Plant Sci.* 64: 245 — 253.
- Ito S. 1930. On some new ascigerous stages of the species *Helminthosporium* parasitic on cereals. *Proc. Imp. Acad. (Japan) Suppl.* 6: 352 — 355.
- Khetarpal R.K., Agarwal V.K., Chauhan K.P.S. 1980. Studies on the influence of weather conditions on the incidence of black point and Karnal bunt of triticate. *Seed Research* 8: 108 — 110.
- Knudsen I.B.M., Hockenhull J., Jensen D.F. 1995. Biocontrol of seedling disease of barley and wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana*: Effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. *Plant Pathol.* 44: 467 — 477.
- Kumar J., Hükelhoven R., Beckhove U., Nagarajan S., Kogel K. H. 2001. A compromised *Mlo* pathway affects the response of barley to the necrotrophic fungus *Bipolaris sorokiniana* (teleomorph: *Cochliobolus sativus*) and its toxins. *The American Phytopathological Society* Vol. 91, No. 2: 127 — 133.
- Kumar J., Schafer P., Hükelhoven, Langen G., Baltruschat H., Stein E., Nagarajan S., Kogel K. 2002. *Bipolaris sorokiniana*, a cereal pathogen of global concern: cytological and molecular approaches towards better control. *Molecular Plant Pathology* 3(4): 185 — 195.
- Kwaśna H. 1995. Ecology, taxonomy and nomenclature of *Helminthosporia* — history and actual situation. Chelkowski J. (ed.). *Helminthosporia Metabolites, Biology, Plant Diseases. Bipolaris, Drechslera, Exserohilum*. Poznań, Poland: 27 — 60.
- Leonard K. J., Suggs E. G. 1974. *Setosphaeria prolata*, the ascigerous state of *Exserohilum prolatum*. *Mycologia* 66: 281 — 297.
- Liljeroth E., Franzon-Almgren I., Gunnarsson T. 1993. Effect of pre-helminthosporol, a phytotoxin produced by *Bipolaris sorokiniana* on barley roots. *Can. J. Bot.* 72: 558 — 563.
- Łacicowa B. 1964. Badania mikroflory materiału siewnego pszenicy na obszarze woj. Lubelskiego, uwzględniające szczególnie grzyby patogeniczne. *Annales UMCS Sec. E* 19(18): 381 — 406.
- Łacicowa B. 1970. Badania szczepów *Helminthosporium sorokinianum* (= *H. sativum*) oraz odporności odmian jęczmienia jarego na ten czynnik chorobotwórczy. *Acta Mycologica* 6(2): 187 — 248.
- Łacicowa B. 1975. Próba oceny zagrożenia chorobowego zbóż przez *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. w niektórych województwach Polski na podstawie analizy ziarna. *Biul. IHAR* 1-2: 199 — 202.
- Łacicowa B. 1982. Zaprządzanie fungicydami systemicznymi ziarna jęczmienia jarego porażonego przez *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. *Ochrona Roślin* 6: 6 — 9.
- Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D. 1990. Choroby podsuszkowe jęczmienia jarego (*Hordeum sativum* L.) uprawianego w Lubelskim. *Rocz. Nauk Rol. s. E, T. 20, Z. 1/2*: 7 — 15.
- Łacicowa B., Kiecana I., Pięta D. 1991. Health status of spring barley in crop rotation of different share of cereals with regard to chemical protection. *Phytopathologia Polonica* 1(XIII): 50 — 53.
- Łacicowa B., Pięta D. 1991. Podatność różnych odmian jęczmienia jarego na porażenie przez *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. et Jain. *Hod. Rośl. Aklim.* 35, 5/6: 53 — 59.

- Łacicowa B., Pięta D. 1998. Evaluation of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties in the field infested with pathogens causing of the stem and root diseases. *Annals of Agricultural Science* s. E 27(1/2): 17 — 25.
- Marcinkowska J. 2003. Oznaczanie rodzajów grzybów ważnych w patologii roślin. Fundacja Rozwój SGGW. Warszawa 2003.
- Mathur S. B., Cunfer B. M. 1993. Seed-borne disease and seed health testing of wheat. *Jordbrugsforlaget Frederiksberg, Denmark*: 1 — 168.
- Mehta Y. R. 1981. Conidia production, sporulation period and extension of lesion of *Helminthosporium sativum* on flag leaves of wheat. *Pesonisa agropecuaria brasileira* 16: 77 — 99.
- Naumowa N. A. 1973. Fitopatologiczna ocena nasion. PWRiL, Warszawa.
- Nisikado Y. 1928. Studies on *Helminthosporium* diseases of Gramineae in Japan. *Sp. Rep. Ohara Inst. Agric. Res.* 4: 1 — 384. English translation in *Ber. Ohara. Lands. Forsch.* 4: 111 — 126.
- Scott D. B. 1995. Helminthosporia that cause leaf spots on small-grain cereals in South Africa. Chelkowski J. (ed.). *Helminthosporia Metabolites, Biology, Plant Diseases. Bipolaris, Drechslera, Exserohilum*. Poznań, Poland: 107 — 137.
- Shoemaker R. A. 1959. Nomenclature of Drechslera and Bipolaris, grass parasites segregated from *Helminthosporium*. *Can. J. Bot.* 37: 879 — 887.
- Sivanesan A. 1987. Graminicolous species of Bipolaris, Culvularia, Drechslera, Exserohilum and their teleomorphs. *Mycol. Pap.* 158: 1 — 261.
- Stack R. W. 1991. Yield losses in barley to common root rot in North Dakota. *Proc. Int. Conf. on Common Root Rot*. Saskatoon, Sask.
- Surin N. A., Sorokataya E. I., Gromovych T. I., Zobova N. V. 2001. The necessity of increasing the resistance of spring barley varieties to root rots in the Krasnoyarsk Territory. *Russian Agricultural Sciences* No. 6: 14 — 17.
- Truszkowska W., Dorenda M., Janiak M., Kutrzeba M., Milewska M. 1983. Badania zagrożenia jęczmienia (*Hordeum sativum* L.) zgorzelą podstawy źdźbła w zależności od uprawy. *Rocz. Nauk Rol.* s. E 13(1–2): 85 — 99.
- Wiewióra B. 2003. Zdrowotność i inne cechy wartości siewnej ziarna oraz plon jęczmienia jarego w zależności od zastosowanej zaprawy nasiennej. Część I. Wpływ zapraw nasiennych na grzyby zasiedlające ziarno jęczmienia jarego, jego zdolność kiełkowania oraz wigor. *Biul. IHAR* 228: 81 — 87.
- Wilcoxson R. D., Miles M. R. 1995. Fungi associated with discoloured barley kernels in Minnesota. *Intern. J. Tropical Plant Diseases*, Vol. 13, No. 1: 97 — 105.
- Zillinsky F. J. 1983. Common diseases of small grain cereals: A guide to identification. Mexico, D. F., Mexico: CIMMYT.

WIESŁAW DZWONKOWSKI

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej — Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie

Polski handel zagraniczny ziemniakami i przetworami ziemniaczanymi po integracji z Unią Europejską

Polish foreign trade in potatoes and potato products after the European Union accession

Akcesja Polski do UE zmieniła ekonomiczne uwarunkowania polskiego rolnictwa, jak również handlu artykułami rolno-spożywczymi. W wyniku integracji nastąpiło zniesienie w obrotach z innymi państwami członkowskimi cel oraz wszystkich innych środków, mogących zakłócać swobodny handel produktami rolno-żywnościowymi na obszarze poszerzonej Wspólnoty. Polska uzyskała swobodny dostęp do rynku ok. 450 mln konsumentów, otwierając jednocześnie polski rynek. Przeprowadzona analiza ma na celu przybliżenie podstawowych skutków integracji w handlu zagranicznym ziemniakami i przetworami ziemniaczanymi. Bezpośrednim skutkiem akcesji i otwarcia rynku jest znaczący wzrost importu przetworów ziemniaczanych, w tym przede wszystkim produktów skrobiowych. W pierwszym roku po akcesji bardzo istotnie zwiększył się również przywóz ziemniaków nieprzetworzonych. Po stronie eksportu nastąpił również wzrost obrotów, ale skala przyrostu nie była aż tak znacząca. Natomiast niepokojąco obniżyła się sprzedaż na rynki zagraniczne ziemniaków do bezpośredniej konsumpcji. W konsekwencji w pierwszym roku po akcesji nastąpiło wyraźne pogorszenie bilansu w obrotach handlu zagranicznego ziemniakami i ich przetworami. W sezonie 2005/06 nastąpiła poprawa sytuacji w handlu zagranicznym produktami sektora ziemniaczanego. Z punktu widzenia dłuższej perspektywy integracja z UE niesie w tym zakresie jednak więcej szans niż zagrożeń, co będzie w najbliższych latach skutkować przede wszystkim wzrostem eksportu przetworów ziemniaczanych, a w konsekwencji poprawą bilansu obrotów handlowych w tym sektorze.

Słowa kluczowe: akcesja, eksport, import, ziemniaki, przetwory ziemniaczane

The accession of Poland to the European Union has changed economic conditions of Polish agriculture and foreign trade in agri-food products. After the accession all duties and other measures that could affect agri-food trade on the area of the enlarged EU have been abolished. So Poland was granted with an unlimited access to the market of about 450 million of customers. At the same time Polish market was opened on the same conditions as well. The analysis is focused on the identification of basic outcomes of the enlargement as regards foreign trade in potatoes and potato products. A significant increase in imports of potato preparations, including mainly starch products can be considered as a direct outcome of the accession. Considerable increase concerned also the import of ware potatoes. Remarkable increase was reported also in exports but its scale was not as such as in the case of imports. However the export of ware potatoes significantly declined. Reflecting these changes

the balance of foreign trade after the accession clearly deteriorated. Nevertheless in the long run the accession creates much more opportunities than threats, which in the coming years should result in growing exports and thus some improvement of the balance of trade.

Key words: accession, export, import, potatoes, potato products

WSTĘP

Włączenie polskiego rolnictwa do jednolitego rynku europejskiego jest równoznaczne z liberalizacją handlu wewnątrz Unii Europejskiej oraz objęciem go wspólnotowymi gwarancjami w ramach Wspólnej Polityki Rolnej. Stworzyło to szanse wykorzystania posiadanych przewag konkurencyjnych i zwiększenia sprzedaży, w tym również i na rynku ziemniaków i przetworów ziemniaczanych, gdzie ograniczone możliwości zbytu na rynku krajowym stanowią istotną barierę rozwoju. Jednocześnie jednak zwiększyła się presja konkurencyjna ze strony unijnych producentów, wzrosły wymagania co do standardów jakościowych i bezpieczeństwa zdrowotnego produkowanej żywności. W przypadku rynku skrobi ziemniaczanej nastąpiła konieczność poddania się administracyjnemu ograniczeniu wielkości produkcji. Wszystkie te przesłanki i uwarunkowania w większym lub mniejszym stopniu wpłynęły na wzrost obrotów handlu zagranicznego ziemniakami i ich przetworami.

Akcesja Polski do Unii Europejskiej oznacza włączenie polskiego rolnictwa do jednolitego rynku europejskiego, integrującego państwa członkowskie przy pomocy mechanizmów unii celnej i wspólnego rynku, a część z nich przy pomocy mechanizmów unii gospodarczej i walutowej (strefa EUR). Konsekwencją jest:

- zniesienie w obrotach z innymi państwami członkowskimi cel oraz wszystkich innych środków, mogących zakłócać swobodny handel produktami rolno-żywnościowymi na obszarze składającym się z Polski i pozostałych 24 państw członkowskich,
- objęcie Polski wspólną taryfą celną Unii oraz zmiana warunków handlu z krajami trzecimi,
- objęcie polskiego rolnictwa wszystkimi mechanizmami Wspólnej Polityki Rolnej, wraz z instrumentami administracyjnie ograniczającymi produkcję,
- wprowadzenie obowiązku przestrzegania wspólnotowych standardów fitosanitarnych gwarantujących konsumentom bezpieczeństwo zdrowotne nabywanych ziemniaków i ich przetworów jako warunku wprowadzania produktów na rynek wspólnotowy (w tym także na rynek polski będący jego częścią).

Polska uzyskała swobodny dostęp do rynku ok. 450 mln konsumentów, w tym ok. 380 mln w „starych” państwach członkowskich, o znacznie większej sile nabywczej niż Polacy, udostępniając rynek ok. 40 mln konsumentów o znacznie mniejszej sile nabywczej. Rynek wspólnotowy jest jednocześnie jednym z najtrudniejszych rynków żywnościowych na świecie, stawiającym producentom i handlowcom bardzo wysokie wymagania (Seremak, Rowiński, 2005).

Po akcesji został uwolniony handel z krajami członkowskimi. Zmniejszyła się również ochrona polskiego rynku przed napływem towarów spoza Wspólnego Rynku. Na skutek zniesienia obciążeń celnych w obrotach między Polską a krajami członkowskimi już

w pierwszych miesiącach naszego członkostwa zwiększył się istotnie import przetworów ziemniaczanych, w zwłaszcza produktów skrobiowych. Mniejsze znaczenie ma zmniejszenie ochrony polskiego rynku z obrotach z krajami trzecimi, gdyż zdecydowana większość polskiego importu ziemniaków i przetworów już przed akcesją była realizowana z krajów Wspólnoty.

SYTUACJA W HANDLU ZAGRANICZNYM PO INTEGRACJI POLSKI Z UE

Mija dwa lata naszego członkostwa w Unii Europejskiej. Czas ten stanowi dobry punkt wyjścia do porównań z okresem, gdy Polska była jeszcze poza strukturami Wspólnoty. Skutki akcesji najbardziej się uwidoczniły w obrotach handlu zagranicznego. Już w pierwszym sezonie po akcesji zanotowano duży wzrost obrotów handlowych między Polską a krajami członkowskimi. Wprawdzie na wielkość eksportu i importu oddziaływało szereg innych czynników, ale wzrost obrotów handlowych bez wątpienia jest konsekwencją nowych uwarunkowań wymiany handlowej z zagranicą. Zwiększył się przede wszystkim przywóz przetworów ziemniaczanych, a zwłaszcza produktów skrobiowych. W strukturze wartościowej importu branży ziemniaczanej dominują produkty skrobiowe, w zdecydowanej części o wysokim stopniu przetworzenia, głównie dekstryny i syropy skrobiowe. W dwóch ostatnich latach ich udział w imporcie całej branży ziemniaczanej wynosił 73–75%.

Zwiększył się również eksport przetworów ziemniaczanych, ale skala wzrostu w pierwszym roku po integracji była dużo niższa niż w przypadku importu. Obniżył się też wywóz ziemniaków nieprzetworzonych. Towarzyszyło temu bardzo wyraźne pogorszenie bilansu handlu zagranicznego ziemniakami i ich przetworami (o 48,3 mln EUR). W sezonie 2004/05 wartość eksportu wyniosła 122,7 mln EUR i była wyższa niż w sezonie o ponad 14 mln EUR. Jednocześnie ponad dwukrotnie do 120,3 mln EUR, wzrosły wydatki na import produktów ziemniaczanych (tab. 1). Bilans handlowy ziemniaków świeżych i ich przetworów oraz skrobi ziemniaczanej, bez skrobi pozostałych, byłby znacznie korzystniejszy, a dodatnie saldo wyniosło ok. 71 mln EUR. Nastąpiło też znaczące pogorszenie salda w obrotów ekwiwalencie ziemniaków świeżych (rys. 1).

Tabela 1

Saldo obrotów handlowych ziemniakami i ich przetworami (mln EUR) Trade balance of potatoes and potato products (mln EUR)

Wyszczególnienie Item	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06*	I półr. (1 st half) 2005	II półr. (2 nd half) 2005*	I półr. (1 st half) 2006*
Eksport Export	86,6	93,1	108,6	122,7	152,0	68,0	74,6	77,4
Import Import	48,7	56,1	57,8	120,3	134,0	72,0	57,2	76,8
Saldo Balance	37,9	37,0	50,8	2,5	18,0	-4,0	17,4	0,6

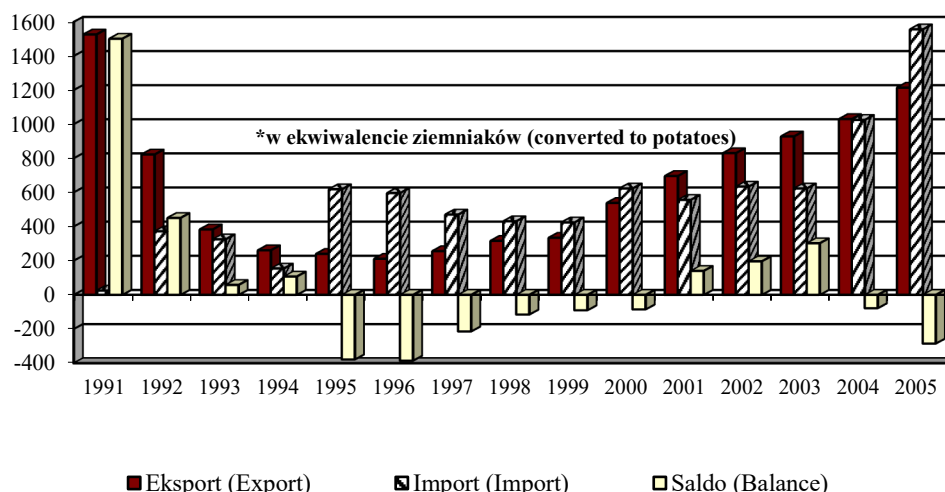
* Prognoza; Forecast

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych CIHZ i MF

Source: Own calculations based on CIHZ and MF data

Po wyraźnym pogorszeniu bilansu handlu zagranicznego ziemniakami i ich przetworami w pierwszym sezonie po integracji, w sezonie 2005/06 notuje się jego poprawę. Nadal wzrasta import przetworów ziemniaczanych, a zwłaszcza produktów skrobiowych, wysoki jest też przywóz ziemniaków. Jednocześnie w podobnej skali zwiększa się również eksport przetworów ziemniaczanych. Ponieważ w strukturze eksportu dominują frytki i chipsy, które są droższe od importowanych produktów skrobiowych, w sezonie 2005/06 w wyrażeniu wartościowym następuje poprawa bilansu handlu zagranicznego w tym sektorze.

W II półroczu 2005 roku, w porównaniu z analogicznym okresem 2004 roku, wpływy z eksportu wzrosły o 19,9 mln EUR, a wydatki na import w tym czasie zwiększyły się o 8,9 mln EUR. W I półroczu 2006 roku wpływy z eksportu ziemniaków świeżych i ich przetworów przewiduje się wyższe ok. 9,5 mln EUR niż w I półroczu 2005 roku, tj. 77,5 mln EUR. Wartość importu w tym okresie wyniesie prawie 77 mln EUR, wobec 72,0 mln EUR w I półroczu 2005 roku. Nadwyżka eksportu nad importem w sezonie 2005/06 wyniesie ok. 18 mln EUR, wobec 2,5 mln EUR w sezonie 2004/05.



Źródło: Obliczenie własne na podstawie danych CIHZ i MF
Source: Own calculations based on CIHZ and MF data

Rys. 1. Handel zagraniczny ziemniakami i przetworami (tys. ton)
Fig. 1. Foreign trade of potatoes and potato products (1000 tons)

Eksport ziemniaków i ich przetworów

W eksporcie branży ziemniaczanej główne znaczenie mają przetwory ziemniaczane i w ostatnich latach tendencja ta nabrała jeszcze większego nasilenia. W sezonie 2004/05 eksport przetworów z ziemniaków wyniósł 224,0 tys. ton i był wyższy w porównaniu z sezonem poprzednim o 19,2 tys. ton. Niższa była sprzedaż na rynki zagraniczne skrobi

i mąki ziemniaczanej, ale zostało to z nawiązką zrekompensowane znaczącym wzrostem wywozu pozostałych produktów skrobiowych, w tym głównie syropów słodzących i dekstryn. Również więcej sprzedano na rynki zagraniczne frytek i chipsów oraz suszów ziemniaczanych, ale dynamika wzrostu nie była tak znacząca.

W pierwszym sezonie po akcesji wyeksportowano 79,3 tys. ton ziemniaków mrożonych, w tym 78,0 tys. ton frytek. Eksport chipsów wyniósł 15,9 tys. ton, wobec 12,6 tys. ton w sezonie 2003/04. Sprzedaż suszu na rynki zagraniczne wyniosła 8 tys. ton i była o ponad 40% większa niż w sezonie poprzednim (tab. 2). Sezon 2005/06 przyniósł dalszy wzrost eksportu tych produktów. W II półroczu 2005 roku eksport przetworów z ziemniaków wyniósł 138,4 tys. ton i był wyższy w porównaniu z II półroczem 2004 roku o 27,4 tys. ton. Znacznie więcej sprzedano na rynki zagraniczne frytek i chipsów, dużo wyższa była również sprzedaż skrobi i mąki ziemniaczanej. W mniejszym stopniu wzrósł wywóz pozostałych produktów skrobiowych, w tym głównie syropów słodzących i dekstryn.

Tabela 2

Eksport ziemniaków i ich przetworów (tys. ton)
Export of potatoes and potato products (1000 tons)

Produkt (Product)	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06 *	I półr. (1st half) 2005	II półr. (2nd half) 2005*	I półr. (1st half) 2006*
Ziemniaki świeże Fresh potatoes	139,9	108,8	30,4	20,9	14,4	10,9	10,0
w tym: - sadzeniaki — seed	1,4	1,1	0,9	0,7	0,7	0,2	0,5
ziemniaki wczesne — early	1,7	2,7	1,1	1,6	0,8	0,8	0,8
pozostałe — other	136,4	105,1	28,4	18,6	12,9	9,9	8,7
Przetwory ziemniaczane Potato products	169,9	204,8	224,0	265,2	112,3	138,4	126,8
mąka i skrobia ziemniaczana potato flour and starch	57,5	72,9	54,7	63,9	25,8	37,9	26,0
pozostałe produkty skrobiowe other starch products	32,3	35,5	66,1	74,5	31,4	38,5	36,0
frytki chips	66,9	76,7	78,0	98,0	40,9	48,0	50,0
pozostałe ziemniaki mrożone other frozen potatoes	0,5	1,6	1,3	1,5	0,6	0,7	0,8
susze ziemniaczane potato flakes, granules and pellets	3,3	5,6	8,0	8,9	4,6	4,4	4,5
chipsy crisps)	9,4	12,6	15,9	18,4	9,1	8,9	9,5
Razem w ekwiwal. ziemniaków** Total converted to potatoes	924	1064	1097	1264	543	671	593
Razem eksport mln euro Total export mln euro	93,1	108,6	122,7	152,0	14,4	74,6	77,4

*Prognoza; Forecast

**Wskaźniki przeliczeniowe: ziemniaki mrożone — 2,5, pozostałe — 6; Conversion ratio: frozen potatoes — 2,5, other — 6

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych CIHZ i MF

Source: Own calculations based on CIHZ and MF data

W I połowie sezonu 2005/06 wyeksportowano 48,0 tys. ton frytek. Było to o 10,9 tys. ton więcej niż w analogicznym okresie 2004 roku. W I półroczu 2006 r. zapewne eksport

ten jeszcze wzrośnie i w ciągu całego sezonu sprzedaż frytek na rynki zagraniczne osiągnie 98 tys. ton, co stanowić będzie blisko połowę ich produkcji krajowej. Eksport chipsów w I połowie bieżącego sezonu wyniósł 8,9 tys. ton, wobec 6,8 tys. ton w analogicznym okresie sezonu poprzedniego. W skali całego sezonu 2005/06 sprzedaż chipsów na rynki zagraniczne wyniesie ok. 18,4 tys. ton. Suszu wyeksportuje się ok. 8,9 tys. ton, w tym 4,4 tys. ton w pierwszej i 4,5 tys. ton w drugiej połowie bieżącego sezonu.

W sezonie 2004/05 eksport skrobi i mąki ziemniaczanej w sezonie wyniósł 54,7 tys. ton, wobec 72,9 tys. ton w sezonie poprzednim. Zdecydowaną większość tego eksportu stanowiła sprzedaż z dopłatami do eksportu, realizowanymi w ramach WPR przez Agencję Rynku Rolnego. Obniżenie sprzedaży na rynki zagraniczne skrobi ziemniaczanej zostało jednak w dużej mierze zrekompensowane wzrostem eksportu dekstryn i syropów skrobiowych. Eksport ten w II półroczu 2004 roku i I półroczu 2005 roku wynosił odpowiednio: 10,4 i 19,6 tys. ton — syropy skrobiowe oraz 11,2 i 4,6 tys. ton — dekstryny i preparaty wykańczalnicze na bazie skrobi. Sezon 2005/06 przyniósł dalszy wzrost eksportu tych produktów. Przed integracją sprzedaż dekstryn na rynki zagraniczne wynosiła najwyżej 2–tys. ton rocznie, a w przypadku syropów skrobiowych były to ilości zupełnie marginalne.

Do akcesji eksport skrobi ziemniaczanej był wysoki, gdyż stosowano dopłaty do jej eksportu, realizowane przez Agencję Rynku Rolnego, w ramach kwot WTO. Po akcesji eksport ten jest również wspierany poprzez dopłaty, ale na zupełnie innych zasadach. W ramach Wspólnej Polityki Rolnej Agencja Rynku Rolnego wydaje zezwolenia i udziela dopłat do eksportu skrobi ziemniaczanej. Celem tego mechanizmu jest wyrównanie różnicy między ceną skrobi ziemniaczanej w Unii Europejskiej a cenami światowymi. Wysokość stawki refundacji wywozowej ustalana jest przynajmniej raz w miesiącu przez Komisję Europejską i ogłaszana w stosownym rozporządzeniu. W 2005 stawka refundacji kształtowała się w przedziale 60–75 EUR/t, a na koniec marca 2006 roku była wypłacana w wysokości 62,5 EUR/t. W 2005 r. ARR wypłaciła refundacje wywozowe do 40,3 tys. ton skrobi, a w I kwartale 2006 r. zaakceptowała wnioski o refundacje wywozowe do następujących 9,1 tys. ton skrobi.

Już drugi sezon z rzędu na bardzo niskim poziomie kształtuje się eksport ziemniaków nieprzetworzonych. Ich sprzedaż na rynki zagraniczne w bieżącym sezonie przewiduje się na poziomie zaledwie ok. 20 tys. ton, wobec 30,4 tys. ton w sezonie 2004/05 i 108,8 tys. ton dwa lata wcześniej. Zarówno w ubiegłym, jak i w bieżącym sezonie o tak głębokim spadku eksportu ziemniaków konsumpcyjnych zdecydowały niekorzystne relacje ich cen w Polsce i w „starych” krajach członkowskich. W wyniku tego polskie ziemniaki przegrywały konkurencję nie tylko na rynku Wspólnoty, ale i w krajach Europy Środkowo-Wschodniej, gdzie sprzedawano znaczące ilości ziemniaków holenderskich czy niemieckich. W bieżącym sezonie dodatkowo na ograniczenie tego eksportu wpłynęło wprowadzenie przez naszego głównego odbiorcę — Rosję, zakazu importu produktów roślinnych z Polski, w tym również ziemniaków.

Nowe uwarunkowania obrotów towarowych z zagranicą przyniosły niewielkie zmiany w cenach transakcyjnych (wyrażonych w EUR). Nieco obniżyły się ceny eksportowanych modyfikatów skrobiowych, ale głównie na skutek zwiększonego udziału syropów skro-

biowych w strukturze eksportowanych produktów, gdyż są one tańsze niż dekstryny czy inne eksportowane preparaty na bazie skrobi. Natomiast na wyższym poziomie kształtowały się ceny eksportowanych frytek i chipsów (tab. 3). Średnia cena transakcyjna w eksporcie frytek w sezonie 2004/05 wyniosła 540 EUR/t, wobec 512 EUR/t w sezonie 2003/04. Wzrosły również ceny otrzymywane w eksporcie chipsów i suszu odpowiednio do 2253 EUR/t, wobec 2047 EUR/t i 775 EUR/t, wobec 708 EUR/t. Średnia cena transakcyjna w eksporcie mąki i skrobi ziemniaczanej wyniosła 324 EUR/t (364 i 298 EUR/t odpowiednio w pierwszej i drugiej części sezonu) i była zbliżona do średnich cen uzyskiwanych w poprzednim sezonie. Na podobnym poziomie kształtują się również ceny tych produktów również i w sezonie 2005/06.

Tabela 3

Ceny eksportowe ziemniaków i ich przetworów (EUR/t)
Potato and potato products export prices (EUR/t)

Produkt Product	2002/03	2003/04	2004/05	II półr. (2 nd half) 2004	I półr. (1 st half) 2005	II półr. (2 nd half) 2005
Ziemniaki świeże Fresh potatoes	73	81	66	67	66	113
w tym: - sadzeniaki seed	291	178	148	159	173	173
ziemniaki wczesne early	93	80	118	107	163	151
pozostałe other	71	79	60	65	55	107
Przetwory ziemniaczane Potato products	487	479	538	483	597	530
mąka i skrobia ziemniaczana potato flour and starch	334	324	324	364	331	287
modyfikaty skrobiowe starch products	670	654	343	312	418	338
frytki chips	493	512	540	539	544	543
susze ziemniaczane potato flakes, granules and pellets	923	708	775	812	755	885
chipsy crisps	2279	2047	2253	1935	2513	2463

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych CIHZ i MF
 Source: Own calculations based on CIHZ and MF data

Otwarcie granic nie spowodowało znaczącego wzrostu sprzedaży polskich przetworów ziemniaczanych na rynki „starych” krajów członkowskich. Natomiast duży, ale bez wyraźnej tendencji wzrostowej, jest eksport tych produktów do nowych krajów członkowskich UE. Dotyczy to zarówno eksportu frytek, jak i chipsów. Frytki sprzedaje się głównie do Czech, jak również na Węgry i Słowację. Duże ich ilości eksportuje się też do krajów nadbałtyckich. Największą dynamikę wzrostu notuje się w sprzedaży przetworów ziemniaczanych do krajów WNP. W 2005 roku kraje te były największym rynkiem zbytu dla polskich frytek i chipsów.

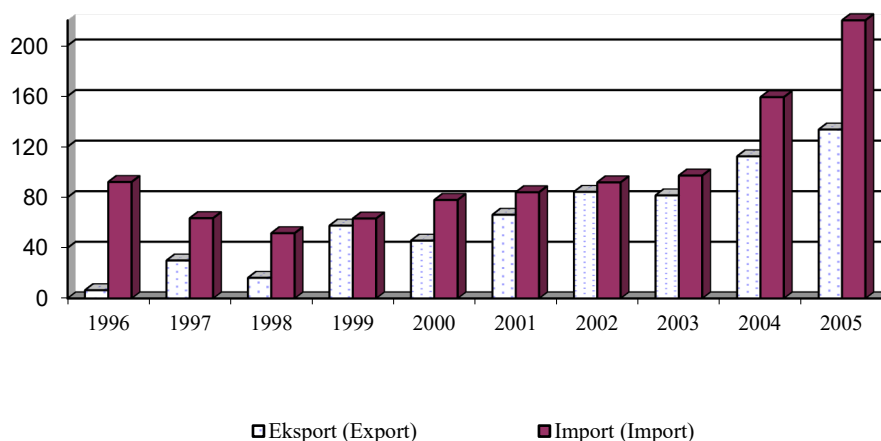
Najważniejszymi odbiorcami eksportowanej skrobi i mąki ziemniaczanej również były kraje WNP (Białoruś, Rosja, Ukraina — łącznie ok. 50% udziału w eksporcie) oraz

tradycyjnie Tajwan i Hongkong (ok. 20%). Pewne ilości tego produktu sprzedano też na rynki UE-10 i UE-15. W porównaniu do 2004 roku znacząco zwiększyła się sprzedaż pozostałych produktów skrobiowych do nowych krajów członkowskich.

Import ziemniaków i ich przetworów

Akcesja Polski do UE spowodowała znaczący wzrost importu ziemniaków i przetworów ziemniaczanych, a zwłaszcza produktów skrobiowych. Bez wątpienia był to bezpośredni skutek akcesji. Do 1 maja 2004 r. ochrona rynku krajowego wynosiła 40% (cło ad valorem). W sytuacji zniesienia barier i opłat celnych zwiększył się więc przywóz tych produktów z krajów Wspólnoty, ale nadal jest on znacząco niższy niż ich eksport, który kierowany jest głównie do krajów trzecich.

Po akcesji znacząco zwiększył się import przetworów ziemniaczanych, a zwłaszcza produktów skrobiowych. Duży wzrost importu tych produktów wystąpił już w sezonie 2004/05, a w bieżącym następuje dalsze jego zwiększenie. W pierwszym sezonie po integracji przywóz produktów skrobiowych wyniósł 206,2 tys. ton, wobec 109,9 tys. ton rok wcześniej (rys. 2).



Źródło: Obliczenie własne na podstawie danych CIHZ i MF
Source: Own calculations based on CIHZ and MF data

Rys. 2. Handel zagraniczny produktami skrobiowymi (tys. ton)
Fig. 2. Foreign trade of starch products (1000 tons)

W II półroczu 2005 roku import produktów skrobiowych wyniósł 121,4 tys. ton, a w całym ubiegłym roku 230,7 tys. ton, wobec 155,5 tys. ton w 2004 r. i 97,2 tys. ton dwa lata wstecz. Najbardziej wzrósł przywóz syropów skrobiowych, których sprowadzono w 2005 roku aż 94,7 tys. ton, wobec 47,4 tys. ton w 2004 roku. Zwiększył się również przywóz nieprzetworzonych skrobi, których łącznie zaimportowano 36,7 tys. ton, tj. ponad 2-krotnie więcej niż w 2004 roku. Zdecydowaną większość, 26,0 tys. ton stanowiła skrobia

kukurydziana, skrobi ziemniaczanej i z pszenicy sprowadzono odpowiednio: 6,2 i 2,9 tys. ton. Wzrósł również import dekstryn do 64,6 tys. ton, wobec 53,6 tys. ton w 2004 roku.

Od akcesji zwiększa się również import pozostałych przetworów spożywczych z ziemniaków. Po dynamicznym wzroście tego importu w sezonie 2004/05, jego dynamika w bieżącym sezonie nieco osłabła. W II półroczu 2005 roku przywóz ziemniaków mrożonych wyniósł 7,0 tys. ton, wobec 5,7 tys. ton w analogicznym okresie poprzedniego roku. Wyższy był również przywóz z krajów UE chipsów i suszów, ale jego skala nie jest znacząca.

Po wysokim ubiegłorocznym imporcie ziemniaków nieprzetworzonych, również i w bieżącym roku ich przywóz kształtuje się na wysokim poziomie (tab. 4).

Tabela 4

Import ziemniaków i ich przetworów (tys. ton)
Import of potatoes and potato products (1000 tons)

Produkt Product	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06 *	I półr. (1 st half) 2005	II półr. (2 nd half) 2005*	I półr. (1 st half) 2006*
Ziemniaki świeże Fresh potatoes	29,8	35,9	90,3	84,0	86,7	11,1	73,0
w tym: - sadzeniaki seed	6,2	7,5	8,9	8,7	7,3	0,7	8,0
ziemniaki wczesne early	17,7	20,1	43,5	48,0	42,5	3,1	45,0
pozostałe other	6,0	8,3	37,9	27,3	36,9	7,3	20,0
Przetwory ziemniaczane Potato products	98,5	114,3	225,1	264,0	121,3	132,7	136,5
mąka i skrobia ziemniaczana potato flour and starch	0,4	0,2	4,6	7,9	3,1	3,9	4,0
pozostałe produkty skrobiowe other starch products	94,6	109,7	201,6	232,5	106,2	117,5	120,0
frytki chips	2,5	3,3	12,2	14,0	6,5	7,0	7,0
pozostałe ziemniaki mrożone other frozen potatoes	0,0	0,2	3,4	4,2	3,4	1,7	2,1
susze ziemniaczane potato flakes, granules and pellets	0,5	0,6	2,3	4,3	1,3	1,8	2,5
chipsy crisps	0,5	0,3	1,0	1,6	0,7	0,8	0,9
Razem w ekwiwal. ziemniaków** Total converted to potatoes	612	709	1386	1637	780	777	860
Razem import mln euro Total import mln euro	56,1	57,8	120,3	134,0	86,7	57,2	76,8

*Prognoza; Forecast

**Wskaźniki przeliczeniowe: ziemniaki mrożone — 2,5, pozostałe — 6; Conversion ratio: frozen potatoes — 2,5, other — 6

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych CIHZ i MF

Source: Own calculations based on CIHZ and MF data

W zdecydowanej większości jest on realizowany w drugiej połowie sezonu, tj. w okresie wiosennym, kiedy sprowadza się głównie ziemniaki wczesne oraz sadzeniaki. Ocenia się, że w skali całego sezonu 2005/06 import ziemniaków wyniesie 85–90 tys. ton, z tego 11 tys. ton już sprowadzono w II półroczu 2005 roku.

Nowe uwarunkowania obrotów towarowych z zagranicą nie przyniosły znaczących zmian cen transakcyjnych w imporcie (wyrażonych w EUR). Nieco obniżyły się ceny sprzedawanych na rynki zagraniczne modyfikatów skrobiowych, gdyż zwiększył się udział syropów skrobiowych, które są tańsze niż dekstryny czy inne sprowadzane preparaty na bazie skrobi (tab. 5).

Tabela 5

Ceny importowe ziemniaków i ich przetworów (EUR/t)
Potato and potato products export prices (EUR/t)

Produkt Product	2002/03	2003/04	2004/05	II półr. (2 nd half) 2004	I półr. (1 st half) 2005	II półr. (2 nd half) 2005
Ziemniaki świeże Fresh potatoes	256	224	239	404	231	177
w tym: - sadzeniaki seed	372	329	317	506	280	111
ziemniaki wczesne early	248	240	296	481	291	266
pozostałe other	158	138	155	157	153	146
Przetwory ziemniaczane Potato products	469	452	438	451	428	417
mąka i skrobia ziemniaczana potato flour and starch	400	417	399	364	358	400
modyfikaty skrobiowe starch products	469	468	435	432	423	378
frytki chips	575	582	541	559	527	523
susze ziemniaczane potato flakes, granules and pellets	1155	1105	987	1066	909	867
chipsy crisps	1379	806	1361	1293	1359	1491

Zródło: Obliczenia własne na podstawie danych CIHZ i MF
 Source: Own calculations based on CIHZ and MF data

Akcesja nie spowodowała istotnych zmian w kierunkach importu branży ziemniaczanej, a UE-15 nadal pozostała dominującym kontrahentem. Produkty skrobiowe sprowadzane do Polski, prawie w całości pochodzą z Unii Europejskiej (większość ze „starych” krajów członkowskich — Holandia, Niemcy, Francja, a mniejsze ilości importuje się z byłych krajów CEFTA — Słowacja, Czechy). Również w przypadku ziemniaków mrożonych i chipsów kierunek importu jest ten sam.

Przewidywany rozwój sytuacji w handlu zagranicznym ziemniakami i przetworami ziemniaczanymi

W najbliższych latach utrzyma się wysoki eksport frytek i chipsów. Przewidywana produkcja skrobi ziemniaczanej w najbliższym sezonie na poziomie ok. 145 tys. ton (wykorzystanie kwoty) spowoduje, że jej sprzedaż na rynki zagraniczne może nieco wzrosnąć w stosunku do obecnego sezonu. Sprzedaż na rynki zagraniczne pozostałych produktów skrobiowych przynajmniej utrzyma się na poziomie bieżącego sezonu. Brak jest natomiast przesłanek wskazujących na możliwość zmniejszenia bardzo wysokiego importu produktów skrobiowych, który będzie przynajmniej o 100 tys. ton większy od

eksportu tych produktów. W dalszej perspektywie poprawy sytuacji w obrotach handlu zagranicznego produktami skrobiowymi można byłoby oczekiwać w przypadku zwiększenia krajowej produkcji skrobi ziemniaczanej. W chwili obecnej jedynym ograniczeniem jest kwota produkcyjna na skrobię ziemniaczaną, ustalona przez Komisję Europejską na poziomie niespełna 145 tys. ton (do końca 2006 r. Komisja Europejska powinna ustalić nową kwotę produkcyjną na skrobię ziemniaczaną dla wszystkich krajów członkowskich Wspólnoty), gdyż zdolności produkcyjne polskiego przemysłu skrobiowego wynoszą przynajmniej 220 tys. ton.

W przypadku pozostałych przetworów spożywczych z ziemniaków ich przywóz również może wzrosnąć, ale nadal będzie stanowić najwyżej 10–20% ich eksportu.

O wielkości obrotów handlowych ziemniakami świeżymi w najbliższych latach będą decydować relacje cen na naszym i unijnym rynku. Jeżeli będą w Polsce niskie zbiory i wysokie ceny, a urodzaj w krajach UE, wówczas można oczekiwać utrzymania się importu na poziomie ostatnich dwóch sezonów. Jeżeli jednak plony w kraju nie będą odbiegały od przeciętnych, wówczas import będzie ograniczał się w zasadzie do ziemniaków wczesnych oraz pewnej ilości sadzeniaków. Można oczekiwać zwiększenia eksportu ziemniaków, przynajmniej do poziomu sprzed dwóch sezonów, tj. do 80–100 tys. ton. Jeżeli Rosja, która w poprzednich latach pozostawała jednym z największych naszych kontrahentów, utrzyma zakaz importu produktów roślinnych z Polski, wówczas sprzedaż ziemniaków na rynki zagraniczne może być niższa.

PODSUMOWANIE

Członkostwo w UE jest szansą dla polskich eksporterów wejścia na większą skalę na rynki krajów Wspólnoty i zwiększenia sprzedaży. Jak pokazują doświadczenia dwóch pierwszych lat akcesji w zakresie eksportu przetworów spożywczych z ziemniaków ta szansa jest w dużym stopniu wykorzystywana. Natomiast sprzedaż na rynki Wspólnoty ziemniaków do bezpośredniej konsumpcji jest nadal znikoma, chociaż potencjalne możliwości w tym zakresie są również duże.

Niepokoje napawa bardzo wysoki poziom importu produktów skrobiowych. Obecnie dostawy produktów skrobiowych z importu w ok. 50% pokrywają krajowe zapotrzebowanie na te produkty. Polski przemysł przetwórczy ma potencjalne możliwości znaczącego zwiększenia produkcji skrobi w kraju, są one jednak niewykorzystane na skutek ograniczeń wynikających z kwoty produkcyjnej (niespełna 145 tys. ton).

Po pogorszeniu sytuacji w handlu zagranicznego ziemniakami i ich przetworami w pierwszym sezonie po akcesji, w sezonie 2005/06 nastąpiła poprawa bilansu handlowego. W najbliższych latach korzystne tendencje w handlu zagranicznym zostaną utrzymane, a bilans zysków i strat z tytułu akcesji wraz z upływem czasu wydaje się być coraz bardziej pozytywny.

LITERATURA

Dzwonkowski W., Bochińska E., Chotkowski J., Rembeza J., Rosiak E., Szczepaniak I. 2006. Rynek Ziemniaka. Stan i perspektywy. Raport Rynkowy nr 29, IERiGŻ – PIB, Warszawa.

- Dzwonkowski W. 2005. Rynek ziemniaków 2005 r. W: Podstawowe rynki rolne w pierwszym roku po integracji Polski z Unią Europejską. Jadwiga Seremak-Bulge i Janusz Rowiński (red.), IERiGŻ — PIB, Warszawa.
- Dzwonkowski W. 2003. Dostosowanie polskiego rynku ziemniaków do wymogów Unii Europejskiej w „Dostosowywanie polskiego rynku rolnego do wymogów Unii Europejskiej” ARR, SGH, IERiGŻ, Warszawa.
- Dzwonkowski W. 2002. Uwarunkowania eksportu ziemniaków i ich przetworów. W: *Ekonomika i technologia produkcji ziemniaków jadalnych*. Jacek Chotkowski (red.), Wydaw. Wieś Jutra, Warszawa: 29 — 39.
- Dzwonkowski W. 2001. Dynamika zmian w eksporcie sektora ziemniaczanego w ostatnich latach, Materiały konferencyjne z Ogólnopolskiego Forum Producentów i Przetwórców Ziemniaka, Jadwisin 7–8 marca 2001 r.: 43 — 53.
- Dzwonkowski W. 1999. Analiza zagrożeń dla rynku ziemniaków związanych z przejściem przez Polskę zewnętrznej taryfy UE, ekspertyza wykonana na zlecenie MRiGŻ, Warszawa.
- Seremak-Bulge J., Rowiński J. 2005. Podstawowe rynki rolne w pierwszym roku po integracji Polski z Unią Europejską. IERiGŻ — PIB, Warszawa.

JACEK CHOTKOWSKIZakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Perspektywy produkcji ziemniaków w Polsce w opiniach przedsiębiorstw nasiennych

The perspectives of potato production in Poland in seed companies' opinion

W pracy przedstawiono prognozy dotyczące produkcji ziemniaków w Polsce wynikające z opinii przedsiębiorstw nasiennych nastawionych na nasiennictwo ziemniaków. Ankietowane przedsiębiorstwa oceniły, że powierzchnia uprawy ziemniaków w Polsce będzie się zmniejszać. Przewiduje się wzrost produkcji przetworów spożywczych i względną stabilizację popytu w ramach pozostałych kierunków użytkowania. Za główną barierę eksportu uznano zaostrzone przepisy fitosanitarne. Stwierdzono brak pozytywnego nastawienia do rozwoju branży ziemniaka ze strony sfer polityki i administracji oraz przedsiębiorców agrobiznesu.

Słowa kluczowe: przedsiębiorstwa nasienne, produkcja ziemniaków, perspektywy

This paper presents the prognosis of development of potato production in Poland, resulting from the opinions of seed companies concerned on potato seed industry. It is prognosed the area of potato cultivation will be reduced. The growth of potato production for consumption and relative stabilization of demand in other branches are expected. Strengthened phytosanitary regulations are considered to be the main barrier to export. The lack of positive attitude towards potato sector development both from political and administrative authorities and majority of agribusiness companies was emphasized.

Key words: seed companies, potato production, perspectives

WSTĘP

W krajach gospodarczo rozwiniętych pozycja ziemniaków w rolnictwie jest dość ustabilizowana. Poza Holandią, gdzie są jednym z głównych produktów eksportowych, stanowią najczęściej nie więcej niż kilka procent w strukturze zasiewów. W krajach zachodnioeuropejskich, procesy zastępowania ziemniaków użytkowanych jako paszy przez rośliny zbożowe oraz stopniowe ograniczanie powierzchni uprawy ziemniaków rozpoczęło się około trzydzieści lat wcześniej niż w Polsce (Rembeza, 1995). Nasz kraj stoi obecnie przed alternatywą nadprodukcji ziemniaków i dalszego spadku ich produkcji. Druga możliwość to skuteczne konkurowanie na rynku krajowym i międzynarodowym poprzez modernizację technologii (wyższe plony lepszych jakościowo bulw) i organizacji

produkcji (zmniejszenie rozdrobnienia podaży) oraz poprawę bazy przetwórczej, przechowalniczej i dystrybucyjnej (Chotkowski, 2005 a).

Celem niniejszego opracowania było przedstawienie prognoz rozwoju produkcji ziemniaków w Polsce wynikających z opinii przedsiębiorstw nasiennych nastawionych na hodowlę i reprodukcję sadzeniaków. Większość tych jednostek od lat zajmuje się wyłącznie nasiennictwem ziemniaków, ponadto działa na rynku ziemniaków jadalnych, w tym przeznaczonych na eksport. Stąd można je uważać za kompetentne w sprawach dotyczących branży ziemniaka. Autor dziękuje wszystkim przedsiębiorstwom, które wzięły udział w badaniach.

METODY I CHARAKTERYSTYKA BADANYCH PRZEDSIĘBIORSTW

W analizie przeprowadzonej metodami porównawczo-opisowymi wykorzystano kwestionariusze ankiet wypełnione w sierpniu 2004 roku przez badane przedsiębiorstwa nasienne. Postawione respondentom pytania miały charakter otwarty lub zamknięty (Kaczmarczyk, 1999).

Tabela 1

Liczba badanych przedsiębiorstw nasiennych ziemniaka według formy organizacyjno-prawnej
The number of seed potato companies have been surveyed pursuant to the legal-organization form

Forma organizacyjno-prawna Legal-organization form	Liczba badanych firm Number of surveyed companies	Wielkość powierzchni nasiennej w 2004 r., ha Seed area in 2004, ha			Planowana powierzchnia nasienna w 2005 r., ha The target level of the seed area in 2005, ha	
		ogółem total	na 1 firmę per a company	% udziału kontraktacji Percentage of contracting	ogółem total	2004 = 100
Właściciele odmian — Owners of potato varieties						
1 Spółki z o. o. 1. Limited liability companies	5	1080	216	42,6	1185	109,7
Przedsiębiorstwa reprodukcyjne — Production enterprises						
2. Spółki z o. o. 2. Limited liability companies	6	290	48	100,0	330	113,8
3. Jednostki państwowe 3. State-owned enterprises	2	170	85	82,3	190	111,8
4. Spółki osobowe 4. Private companies	4	527	131	100,0	540	102,5
5. Przedsiębiorstwa osób fizycznych 5. Natural persons' companies	10	256	26	100,0	322	125,8
6. Gospodarstwa nasienne 6. Seed farms	5	73	15	41,1	87	119,2
Razem badane firmy Surveyed enterprises in total	32	2396	75	71,0	2654	110,8

Źródło: Badania własne, IHAR Bonin, sierpień 2004 (również tabele 2, 3, 4, 5)

Source: Own calculations, IHAR Bonin, August 2004 (including Tables 2, 3, 4, 5)

Z 52 jednostek pytaných, ankietę wypełniły 32 przedsiębiorstwa nasienne, które zgłosiły swoją ofertę sprzedaży kwalifikowanych sadzeniaków do funkcjonującego od roku 1991

w Boninie banku informacji o rynku ziemniaków (Chotkowski, 2005 b). Wśród badanych przedsiębiorstw pięć to firmy hodowlano-nasienne (właściciele odmian) oraz 27 to przedsiębiorstwa prowadzące reprodukcję nasienną ziemniaka. Powierzchnia nasiennea w badanych przedsiębiorstwach stanowiła 38,6% ogółu plantacji nasiennych zgłoszonych do kwalifikacji w 2004 roku (tab. 1). Średnia powierzchnia nasiennea w przeliczeniu na jedno przedsiębiorstwo wynosiła 75 ha, z czego 71,0% powierzchni plantacji prowadziły gospodarstwa nasienne w ramach kontraktacji. Większość (71,8%) ankietowanych jednostek planowała zwiększenie w roku następnym areału nasiennego, a więc można uznać, że firmy te stosowały strategię rozwoju. W przeprowadzonej analizie wykorzystano również wyniki badań tej samej zbiorowości przedsiębiorstw nasiennych z roku 2000 i 1996.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Opinie badanych przedsiębiorstw nasiennych odnośnie perspektyw branży ziemniaka i popytu na ziemniaki zaprezentowano w tabeli 2.

Tabela 2

Opinie badanych przedsiębiorstw nasiennych odnośnie perspektyw branży ziemniaka i popytu na ziemniaki (% wypowiedzi)
Opinions of surveyed seed companies on the prospects of potato business and demand for potatoes (% of statements)

Oceniana kategoria Surveyed category	Wzrost znaczny Significant increase	Wzrost nieznaczny Slight increase	Na poziomie 2004 r. Like in 2004	Spadek nieznaczny Slight decrease	Spadek znaczny Significant decrease
1. Powierzchnia uprawy ziemniaków ogółem 1. Potato cultivated area in total	6,2	9,4	9,4	34,4	40,6
2. Powierzchnia uprawy ziemniaków na własne potrzeby gospodarstw 2. Potato cultivated area for own needs	—	9,3	18,8	53,1	18,8
3. Popyt na ziemniaki jadalne 3. Demand for table potatoes	6,2	9,3	34,4	43,8	9,3
4. Popyt na ziemniaki bardzo wczesne 4. Demand for very early potatoes	25,0	21,8	46,9	6,3	—
5. Przerób ziemniaków na skrobię 5. Processing of potatoes into starch	11,5	17,2	37,9	13,8	20,6
6. Przerób ziemniaków na produkty spożywcze 6. Processing of potatoes into food products	14,3	35,7	28,6	17,9	3,5
7. Przerób ziemniaków na alkohol 7. Processing of potatoes into alcohol	14,3	21,4	21,4	17,9	25,0
8. Eksport ziemniaków do UE 8. Export of potatoes to EU	10,7	39,3	14,3	3,6	32,1
9. Eksport ziemniaków poza UE 9. Export of potatoes beyond EU	6,9	37,9	17,2	23,9	24,1
10. Import ziemniaków z UE 10. Import of potatoes from EU	34,5	31,0	13,8	13,8	6,9
11. Udział odmian zagranicznych 11. Percentage of foreign varieties	51,6	32,2	9,7	6,5	—
12. Średnie plony ziemniaków 12. Average crops of potatoes	21,9	65,6	12,5	—	—

Większość respondentów (75,0%) wyraziła pogląd, że powierzchnia uprawy ziemniaków w Polsce będzie dalej spadać, w tym 40,6% respondentów, że będzie to spadek znaczny. Powierzchnia uprawy ziemniaków na własne potrzeby również będzie się zmniejszać, ale raczej nieznacznie. Wśród różnych opcji zmian popytu na ziemniaki jadalne przeważa opinia, że będzie się on zmniejszał nieznacznie (43,8%). Natomiast 46,8% firm nasiennych uważa, że będzie się zwiększał popyt na ziemniaki bardzo wczesne. Z trzech kierunków przetwórstwa ziemniaków, wzrośnie tylko masa ziemniaków przetwarzanych na produkty spożywcze, natomiast przerób na skrobię i spirytus pozostanie na dotychczasowym poziomie. Nieznaczną przewagę w badanej grupie posiadają firmy nasienne wypowiadające się za wzrostem w przyszłości eksportu ziemniaków, w tym zwłaszcza sprzedaży na rynek krajów Unii Europejskiej. Jednocześnie jednak przewiduje się zwiększenie importu ziemniaków z krajów UE. Od chwili akcesji do UE, w Polsce mogą być uprawiane odmiany ziemniaków zarejestrowane w katalogach wspólnotowych (Gacek, 2003). W związku z tym zdecydowana większość badanych przedsiębiorstw (83,8%) nasiennych przewiduje wzrost udziału odmian zagranicznych, w tym 51,6% wzrost znaczny. Według opinii prawie wszystkich badanych jednostek można spodziewać się wzrostu średnich plonów ziemniaków w Polsce, z tym, że raczej będzie to wzrost nieznaczny (65,6% wypowiedzi).

W sytuacji ograniczenia zużycia ziemniaków na paszę i stabilizacji spożycia, utrzymanie znaczącej ekonomicznej roli tej rośliny w rolnictwie i gospodarce kraju uwarunkowane jest rozwojem eksportu i przetwórstwa. Integracja naszego kraju z UE stworzyła warunki zwiększenia eksportu ziemniaków jadalnych i przetworów spożywczych z ziemniaków (Dzwonkowski 2005). W tabeli 3 wymieniono ważniejsze bariery eksportu ziemniaków jadalnych w latach badań (2004, 2000, 1996). W roku 2004 badane przedsiębiorstwa nasienne uznały, że najważniejszą barierą utrudniającą eksport jest lęk przed badaniami fitosanitarnymi na obecność bakteriozy pierścieniowej (Cms) oraz zaostrzone przepisy fitosanitarne. Na dalszych miejscach wymieniono takie czynniki jak: skomplikowane i kosztowne procedury, brak ukierunkowania produkcji na eksport w regionach i grupach rolników (brak dużych jednolitych partii produktu), brak promocji ziemniaków za granicą, brak wieloletnich kontraktów eksportowych. Dla porównania, w badaniach tej samej zbiorowości przedsiębiorstw nasiennych w roku 1996 oraz roku 2000, za najważniejsze bariery eksportu ziemniaków jadalnych uznano brak gwarancji i ubezpieczeń transakcji eksportowych ze krajami Europy Środkowo-Wschodniej i niekonkurencyjne ceny sprzedaży na eksport w stosunku do cen na rynku krajowym. Podkreślano ogólnie brak polityki eksportowej państwa, w tym zwłaszcza klimatu do handlu ze "wschodem". W roku 2000 akcentowano również mocno problem skomplikowanych procedur oraz kosztownych formalności fitosanitarnych, brak dopłat do eksportu, brak promocji na rynkach zagranicznych. W świetle przedstawionych opinii wydaje się celowe zbadanie możliwości uproszczenia procedur związanych z prowadzeniem eksportu ziemniaków, w tym możliwości zmniejszenia restrykcyjności badań fitosanitarnych.

Tabela 3

**Bariery rozwoju eksportu ziemniaków jadalnych w opinii badanych przedsiębiorstw nasiennych
(liczba wskazań w latach badań)**

Barriers to the development of edible potato export in the opinion of surveyed seed companies (the number of indications in the survey years)

Nazwa czynnika utrudniającego eksport Factors hampering the export	2004	2000	1996
Zaostrzone przepisy fitosanitarne, w tym obawa przed bakteriozą pierścieniową Stricter sanitary provisions for plants, including the risk to cyclic bacteriosis	17	—	—
Skomplikowane i kosztowne procedury formalne Complicated and costly formal procedures	5	7	2
Rozdrobnienie podaży (brak dużych, jednolitych partii ziemniaków) Fragmentation of supply (lack of large, uniform batches of potatoes)	4	4	6
Brak promocji na rynkach zagranicznych Lack of promotion in foreign markets	4	6	3
Brak wieloletnich umów na eksport Lack of long-standing contracts for export	3	3	6
Znaczny udział nieprofesjonalnych, mało wiarygodnych firm eksportujących Significant share of nonprofessional, rather unreliable export companies	2	—	4
Konkurencja eksporterów z krajów UE Competition of exporters from EU's countries	1	2	1
Brak gwarancji i ubezpieczeń transakcji eksportowych z krajami Europy Środkowo-Wschodniej Lack of guaranties and insurances of export transactions with "the East"	—	8	11
Ceny niekonkurencyjne do cen w kraju Prices uncompetitive to domestic prices	—	5	7
Brak dopłat do eksportu Lack of subsidies to export	—	7	1
Brak bazy technicznej do handlu zimą Lack of back-up facilities for trade in winter	1	—	6
Słaba jakość towaru Poor quality of goods	—	—	4

Wśród czynników konkurencyjności krajowej branży ziemniaków na rynkach międzynarodowych, wymienia się niski poziom średnich plonów ziemniaków (Seremak-Bulge, 2003). Średnie plony tej rośliny w Holandii, Belgii, Niemczech, Wielkiej Brytanii, Danii i Francji na ogół przekraczają 40 ton z 1 ha. Natomiast w Polsce wahają się w granicach 17–20 t/ha i spośród krajów UE są zbliżone do poziomu uzyskiwanego w Grecji i Portugalii. Wśród przyczyn niskich plonów ziemniaków w Polsce badane przedsiębiorstwa nasienne wymieniły takie czynniki jak: niewłaściwa polityka państwa w zakresie stymulowania postępu, niskie kwalifikacje i wykształcenie producentów, słabość sfery wdrożeń, słabość odmian i nasiennictwa (tab. 4). Jednocześnie prawie połowa respondentów uważa, że w gospodarstwach produkujących na rynek plony są wysokie - porównywalne z UE, natomiast około jedna czwarta, że poziom średnich plonów w Polsce jest adekwatny do jakości gleb i powszechności uprawy ziemniaków. Wieloletnia stagnacja plonów ziemniaków w Polsce uzasadnia twierdzenie, że poziom plonów jest uwarunkowany głównie warunkami przyrodniczymi: jakością gleb i klimatu. Natomiast za istotną barierę zwiększania plonów należy uznać spadek zużycia w rolnictwie kwalifikowanego materiału nasienneho.

Tabela 4

**Przyczyny niskich plonów ziemniaków w Polsce w opiniach badanych przedsiębiorstw nasiennych
(liczba wskazań w latach badań)**

**The reasons for low potato yields in Poland according to the opinions of surveyed seed enterprises
(number of indications in the years of survey)**

Przyczyna — Reason	2004	2000
Niewłaściwa polityka państwa w zakresie stymulowania postępu Unsuitable state's policy in stimulating progress	21	16
Słabość sfery wdrożeń Ineffective introducing system	14	7
W gospodarstwach produkujących na rynek plony są porównywalne z UE The prices in market-oriented farms are comparable to those in EU	13	—
Niskie kwalifikacje i wykształcenie producentów Low-qualified and low-educated producers	12	15
Słabość odmian i nasiennictwa Poor level of varieties and seed production	8	2
Plony są zadowalające, biorąc pod uwagę masowość uprawy i jakość gleb Yields are satisfactory, taking into account the scale of cultivation and soil quality	7	8
Słabość zaplecza naukowego Insufficient scientific support	1	1
Nieopłacalność intensyfikacji nakładów No profit from input intensification	—	11

Spośród problemów dotyczących perspektyw produkcji ziemniaków w Polsce, ankietowane firmy nasiennictwa ziemniaka wypowiedziały się również odnośnie klimatu politycznego dla rozwoju branży oraz tego, jak możliwości rozwoju biznesu “ziemniaczanego” oceniają przedsiębiorcy. W badaniach 2004 roku 81,3% jednostek stwierdziło, że władze administracyjne i polityczne raczej nie sprzyjają rozwojowi branży ziemniaka (tab. 5). Podobnie dwie trzecie firm wyraziło zdanie, że również przedsiębiorcy (agrobiznes) nie oceniają pozytywnie możliwości rozwoju biznesu dotyczącego ziemniaków. Wyniki badań przeprowadzonych w roku 2000 były w tym zakresie bardziej optymistyczne, gdyż 52,4% firm oceniło ziemniaki jako gałąź intensywną o szansach rozwojowych.

Tabela 5

**Opinie badanych przedsiębiorstw nasiennych odnośnie oceny możliwości rozwoju branży ziemniaka,
sierpień 2004 r. (% wypowiedzi)**

**A chance for development in potato production, as seen by the surveyed seed enterprises. August 2004
(opinions in %)**

Problem Question	Tak Yes	Raczej tak Rather 'yes'	Trudno powiedzieć Difficult to say	Raczej nie Rather 'no'	Nie No
Czy władze polityczne i administracyjne sprzyjają rozwojowi branży ziemniaka Do political and administrative authorities conduce to development of potato production?	3,1	—	15,6	18,8	62,5
Czy przedsiębiorcy pozytywnie oceniają możliwości rozwoju biznesu dotyczącego ziemniaków Do you find the businessmen's opinion on possibilities for development of potato business positive?	6,3	15,6	12,5	37,5	28,1

WNIOSKI

1. Wydaje się, że badane przedsiębiorstwa realistycznie oceniły przyszłość branży ziemniaka. Powierzchnia uprawy ziemniaka będzie się zmniejszać. Przewiduje się wzrost zużycia ziemniaków jako surowca w przetwórstwie spożywczym i wzrost popytu na ziemniaki bardzo wczesne oraz względną stabilizację popytu w ramach pozostałych kierunków użytkowania.
2. Prognozuje się większe powiązanie eksportowo-importowe polskiego rynku ziemniaków jadalnych z zagranicą, w tym zwłaszcza z krajami UE. Wobec przewidywanej ekspansji zagranicznych odmian ziemniaków jadalnych uzasadnione są działania marketingowe zmierzające do obrony polskich odmian przed ich marginalizacją na rynku.
3. Za główną aktualnie barierę eksportu ziemniaków jadalnych z Polski uznano zaostrzone przepisy fitosanitarne, w tym lęk przed badaniami na obecność bakteriozy pierścieniowej. Ocena taka uzasadnia potrzebę zbadania, czy krajowy system badań fitosanitarnych na tle pozostałych krajów UE, jest zbyt restrykcyjny.
4. Za najważniejszą przyczynę niskich średnich plonów ziemniaków w Polsce respondenci uznali niewłaściwą politykę państwa w zakresie stymulowania postępu oraz niskie kwalifikacje producentów. Jednocześnie znaczna część przedsiębiorstw uważa, że w gospodarstwach towarowych plony są porównywalne z krajami UE. Dodatkowo dążenie do intensyfikacji technologii produkcji może pogorszyć wizerunek "ekologiczności" polskiej produkcji.
5. Stwierdzono brak pozytywnego nastawienia do rozwoju branży ziemniaka ze strony sfer polityki i administracji oraz większości przedsiębiorców sektora agrobiznesu. Konieczna jest więc bardziej aktywna prorozwojowa polityka państwa wobec branży oraz działania promocyjne zmierzające do poprawy jej wizerunku o oczach potencjalnych inwestorów.
6. Rozwój produkcji ziemniaków w naszym kraju będzie utrudniony bez skutecznej samoorganizacji przedsiębiorstw i innych jednostek sektora. Jak można sądzić, praktyka gospodarcza oczekuje większego wsparcia m. in. ze strony takich organizacji przedstawicielskich jak Stowarzyszenie "Polski Ziemniak" oraz Sekcja Ziemniaka Polskiej Izby Nasionnej.

LITERATURA

- Chotkowski J. 2005 a. Rynek ziemniaków i jego perspektywy. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Red. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa: 58 — 69.
- Chotkowski J. 2005 b. Funkcjonowanie banku informacji o rynku ziemniaków w IHAR Bonin. W: Zarządzanie wiedzą w agrobiznesie w warunkach polskiego członkostwa w Unii Europejskiej. Red. M. Adamowicz. Wyd. SGGW, Warszawa: 405 — 410.
- Dzwonkowski W. 2005. Handel zagraniczny ziemniakami i przetworami ziemniaczanymi. *Ziemniak Polski* 3: 3 — 10.
- Gacek E. 2003. Zasady wpisu odmian roślin uprawnych do krajowego rejestru i wspólnotowych katalogów w aspekcie akcesji Polski do UE. *Hodowla Roślin i Nasiennictwo* 4: 6 — 9.

- Kaczmarczyk S. 1999. Badania marketingowe. Metody i techniki. PWE, Warszawa: 499 ss.
- Nowacki W. 2004. Uwarunkowania produkcji ziemniaka w świetle aktualnych wymogów rynkowych i prawnych. *Ziemniak Polski* 4: 32 — 36.
- Rembeza J. 1995. Rynek ziemniaków w krajach europejskich. Instytut Ziemniaka, Bonin: 154 ss.
- Seremak-Bulge J. 2003. Perspektywy produkcji i przetwórstwa ziemniaków. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 1: 46 — 64.

BOGDAN KLEPACKI
ELŻBIETA SZYMAŃSKA

Katedra Ekonomiki i Organizacji Gospodarstw Rolniczych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Zmiany w wykorzystaniu ziemniaków na pasze w Polsce

Changes in the use of fodder potatoes in Poland

Celem badań było określenie zmian w zużyciu ziemniaków na pasze w Polsce. W analizie wykorzystano dane GUS, IERiGŻ oraz studia literatury przedmiotu. Z badań wynika, że Polska należy do grupy największych producentów ziemniaków. Ich uprawie sprzyjają warunki klimatyczne oraz jakość gleb. W strukturze rozdysponowania ziemniaków dominuje zużycie na pasze. Najczęściej są stosowane w żywieniu trzody chlewnej, która bardzo dobrze wykorzystuje energię zawartą w ziemniakach. W ostatnich latach zużycie ziemniaków na pasze sukcesywnie maleje, co wynika głównie z wysokich kosztów produkcji. Ziemniaki należą, bowiem do roślin pracochłonnych i energochłonnych. Wpływa to na ograniczanie powierzchni uprawy ziemniaków w Polsce. Rolnicy coraz częściej przeznaczają na pasze tylko odpady oraz tą część zbiorów, która nie znajduje nabywcy.

Słowa kluczowe: koszty produkcji, pasza, wartość pokarmowa, ziemniak

The purpose of the study was determination of changes in fodder use of potatoes in Poland. The data confirmed that the country is one of the most important potato producers in the world, due to favourable climate and soil conditions. Fodder is the major way of the crop utilization, most frequently in nutrition of swine, which is highly efficient in the use of potato-stored energy. In the recent years fodder use of the crop gradually decreased, which resulted mainly from high costs of the production, as potato requires high inputs of labour and energy. It caused a decrease of the crop cultivation area in Poland. More and more frequently the farmers put into feeding only waste potatoes or the part of yield, which cannot be sold.

Key words: production cost, fodder, nutritive value, potato

WSTĘP

Polska należy do grupy największych producentów ziemniaka. W 2003 roku według powierzchni uprawy zajmowała 5. pozycję w świecie po Chinach, Rosji, Ukrainie i Indiach. Pod względem uzyskanych zbiorów, oprócz wymienionych krajów, więcej ziemniaków wyprodukowały jeszcze Stany Zjednoczone. Udział polskich ziemniaków stanowił 4,4% zbiorów światowych, chociaż osiągnęte plony należą do najniższych w Unii Europejskiej. W latach 1995–2004 wahały się w przedziale od 15,9 t/ha do 20,3 t/ha

(Rocznik Statystyczny, 2000–2004). Mała wydajność produkcji ziemniaków z 1 ha wiązała się ze stosowaniem tradycyjnych, pracochłonnych i oszczędnych w nakładach technologii produkcji. Rolnicy stosowali bardzo niski poziom nawożenia mineralnego i na niewielką skalę wykorzystywali sadzeniaki kwalifikowane oraz środki ochrony zwłaszcza w rejonach o rozdrobnionej strukturze gospodarstw (Dzwonkowski, Chotkowski, 2005).

Popularność uprawy ziemniaków w Polsce wynika przede wszystkim z warunków klimatycznych oraz jakości gleb. Polska posiada dużo gleb lekkich i średnich, a na tych glebach ziemniaki wygrywają konkurencję z innymi roślinami pod względem potencjału plonotwórczego. Wysoka produkcja ziemniaków w kraju wiąże się także z tradycjami oraz znajomością technologii produkcji tej rośliny.

Mimo powyższych argumentów w ostatnich latach odnotowano w Polsce drastyczny spadek powierzchni uprawy ziemniaków. Od 1990 roku areał uprawy tej rośliny obniżył się o ponad 1 mln ha i w 2003 roku wynosił tylko 752 tys. ha. Ograniczenie produkcji spowodowane było mniejszym zainteresowaniem ziemniakami jako paszą oraz brakiem możliwości zwiększenia sprzedaży. Nie bez znaczenia były także zmiany klimatyczne w kierunku występowania okresów suszy i nierównomiernych opadów w okresie wegetacji.

Najwięcej ziemniaków w Polsce w porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej przeznaczają na pasze dla zwierząt, zwłaszcza dla trzody chlewnej. Celem badań było, zatem określenie zmian w zakresie zużycia ziemniaków na pasze. W analizie wykorzystano dane Głównego Urzędu Statystycznego, Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej oraz studia literatury przedmiotu.

Udział zużycia na pasze w rozdysponowaniu ziemniaków w Polsce

W strukturze rozdysponowania ziemniaków w Polsce od kilkudziesięciu lat dominuje zużycie ich na pasze (tab. 1).

Tabela 1

Rozdysponowanie ziemniaków w Polsce Potatoes distribution in Poland

Wyszczególnienie Specification	Struktura rozdysponowania ziemniaków w latach (%) Structure of potatoes distribution in years (%)						
	1970/71	1980/81	1985/86	1990/91	1995/96	2000/01	2002/03
Sadzenie Planting	11,9	19,8	13,8	12,1	12,4	11,3	12,3
Pasza Fodder	56,5	43,9	46,0	48,9	51,1	47,8	34,4
Spożycie Consumption	12,3	21,3	14,6	15,1	20,8	20,7	32,2
Przetwórstwo Processing	4,9	2,1	7,9	4,6	1,8	4,9	6,7
Straty Losses	12,9	12,7	16,4	15,1	13,0	13,8	11,7
Eksport Export	1,5	0,2	1,2	4,2	1,0	1,5	2,7

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Roczników Statystycznych GUS

Source: Own study on the ground of statistical yearbooks Central Statistical Office (CSO)

Na początku lat 70. ten kierunek zagospodarowania obejmował aż 56,5% ziemniaków. Udział ten sukcesywnie spada, bowiem jeszcze w połowie lat 90. na ten cel przeznaczono 51,1% ziemniaków, a w roku gospodarczym 2002/03 na pasze zużyto 34,4% ziemniaków. W małych gospodarstwach, zwłaszcza na słabszych glebach ziemniaki są głównym składnikiem paszy niezależnie od kosztów, ponieważ dużą ich część stanowią nakłady pracy własnej, niebędące nakładami gotówkowymi (Rykaczewska, 1999). Szacuje się, że w roku gospodarczym 2005/06 udział ziemniaków wykorzystanych na pasze będzie stanowił tylko 30%, czyli 3,87 mln ton (Dzwonkowski i in., 2005).

Drugim pod względem znaczenia kierunkiem zagospodarowania ziemniaków jest ich spożycie przez ludność, które w 2002/03 roku obejmowało 32,2%. W stosunku do początku lat 70. nastąpił wzrost o 20 pp (punktów procentowych). W 2001 roku na świecie konsumpcja obejmowała 59% ziemniaków, a w Unii Europejskiej 51% (Rembeza, 2004). W grupie 25 państw UE Polska zajmuje drugą lokatę (po Łotwie) pod względem konsumpcji ziemniaków w przeliczeniu na 1 mieszkańca. Według danych GUS w roku gospodarczym 2003/04 przeciętne spożycie tego gatunku okopowych w kraju wynosiło 130 kg/osobę (Dzwonkowski i in., 2005). Polski model konsumpcji ziemniaków, w porównaniu ze standardami zachodnioeuropejskimi, charakteryzuje się jednak niskim spożyciem przetworów ziemniaczanych oraz wysokim udziałem samozaopatrzenia.

Wśród innych kierunków zagospodarowania ziemniaków w kraju w ostatnim 30-leciu znaczny odsetek stanowiły sadzeniaki oraz ubytki i straty. W roku 2002/03 wynosiły one odpowiednio 12,3% i 11,7%. Z kolei małe ilości ziemniaków przeznaczano na eksport. Na początku lat 80. udział eksportu ziemniaków stanowił zaledwie 0,2% (46 tys. ton), a dziesięć lat później 4,2%. Tymczasem w Unii Europejskiej w 2001 roku odsetek ziemniaków przeznaczonych na eksport wynosił aż 20% (Rembeza, 2004).

Wartość pokarmowa ziemniaków

Ziemniaki jako pasza odznaczają się dużą zawartością wody (ponad 75%), a małą — suchej masy. Skład chemiczny ziemniaków zależy od odmiany, gleby, warunków klimatycznych, uprawy, nawożenia, stopnia dojrzałości i występowania chorób. Zawartość suchej masy w bulwach waha się w szerokich granicach, od 13,1 do 36,6% (tab. 2). Odmiany wczesne i średnio wczesne mają jej zwykle mniej, zaś późne więcej. Głównym składnikiem suchej masy jest skrobia, której udział zależy od właściwości genetycznych ziemniaków oraz od natężenia i długości trwania fotosyntezy. Ziemniaki przeznaczone na pasze powinny zawierać przynajmniej 16% skrobi. Większa zawartość tego składnika wpływa dodatnio na wartość pokarmową ziemniaków, zmniejsza ich zużycie w okresie tuczu oraz obniża koszty paszy (Witczak, 1987).

Białka w ziemniakach jest mało. Jego ilość waha się w granicach od 6 do 12% suchej masy, ale odznacza się ono wysoką wartością biologiczną, dzięki dobremu składowi aminokwasów. Ziemniaki bogate są w lizynę, metioninę i tryptofan, aminokwasy niezbędne zwłaszcza w żywieniu trzody chlewnej i drobiu. Strawność białka w ziemniakach wynosi przeciętnie 80% (Sokół, 1996). Tłuszcz występuje w ziemniakach w ilościach śladowych, ale jego wartość również jest duża ze względu na obecność nienasyconych kwasów tłuszczowych. Podobnie zawartość włókna w ziemniakach jest niska, co wpływa na zwiększenie strawności tej paszy (Chomyszyn, 1982).

Tabela 2

Skład chemiczny bulw ziemniaka
Chemical composition of potato bulbs

Składniki Components	Zawartość w % — Content in %		
	minimalna — minimum	średnia — middle	maksymalna — maximum
Sucha masa — Dry matter	13,1	23,7	36,6
Skrobia — Starch	8,0	17,5	29,4
Cukry rozpuszczalne — Dissolvable sugar	0,05	0,5	8,0
Włókno — Fibre	0,2	0,7	3,5
Białko peptydowe — Peptide protein	0,8	2,0	2,8
Aminokwasy, amidy — Aminoacid, amides	0,7	1,3	1,8
Kwasy organiczne — Organic acids	1,0	2,0	3,0
Tłuszcze — Fats	0,05	0,6	1,0
Witaminy — Vitamins	0,004	0,02	0,03
Składniki mineralne — Mineral components	0,3	1,0	1,2
Barwniki — Colouring substances	0,01	0,015	0,03
Związki fenolowe — Phenol compounds	0,2	0,3	0,4
Alkaloidy — Alkaloids	0,004	0,008	0,012

Zródło; Source: Piechowiak, Słowiński, 1992

Duża zawartość węglowodanów i wysoka strawność substancji organicznej sprawia, że koncentracja energii w ziemniakach dorównuje paszom treściwym. Mogą, więc one w znacznej części zastępować zboża. Ze względu na niską zawartość białka wymagają jednak uzupełnienia w dawkach pokarmowych większą ilością pasz białkowych.

Ziemniaki zawierają ponadto pewną ilość kwasów organicznych, m.in. bursztynowego, cytrynowego, jabłkowego, mlekowego i szczawiowego. Niewielka jest natomiast zawartość związków mineralnych w kłębach. Dotyczy to głównie wapnia (0,05% s.m.) i fosforu (0,2–0,25% s.m.). Z kolei wyróżniają się one szczególnie dużą ilością potasu (2–2,5% s.m.). Skład mineralny ziemniaków jest dość zmienny. Zależy głównie od odmiany i wielkości kłębów. W skład ziemniaków wchodzi również niewielkie ilości witamin z grupy B oraz witaminy H i K. Ponadto są one bogatym źródłem witaminy C. W 1 kg suchej masy świeżych ziemniaków znajduje się około 1 g tej witaminy (Sokół, 1996).

Obok składników pokarmowych, ziemniaki zawierają substancje, które obniżają wartość paszy. Należą do nich glikoalkaloidy, wśród których najbardziej znana jest solanina. Jej zawartość w 1 kg świeżych, dojrzałych ziemniaków waha się w granicach 20–100 mg. Ziemniaki zzieleniałe lub kiełkujące mogą zawierać nawet do 500 mg tego związku. Jest to substancja o silnych właściwościach toksycznych. Spożyta w dużych ilościach może wywołać u zwierząt zatrucie. W dużym stopniu unieszkodliwia solaninę gotowanie, parowanie lub pieczenie ziemniaków (Sokół, 1996).

Ujemnie na wartość odżywczą ziemniaków wpływa również obecność w nich inhibitorów proteaz. Związki te są wprawdzie aktywne jedynie w ziemniakach surowych, ale wpływają na obniżenie strawności białka. Działanie wysokiej temperatury eliminuje je z paszy (Sokół 1996).

W porównaniu ze zbożami produkcja składników pokarmowych z jednostki powierzchni jest zdecydowanie wyższa w ziemniakach. Przy średnich plonach w 2004 roku z 1 ha ziemniaków uzyskano o około 70% więcej białka strawnego niż z uprawy żyta. W stosunku do owsa różnica wynosiła 35%. Pod względem energii metabolicznej jej

produkcja w ziemniakach była wyższa od uzyskanej z 1 ha owsa aż o 148%, zaś w zestawieniu z żytem o 120% (tab. 3).

Tabela 3

Wartość pokarmowa roślin paszowych z 1 ha dla trzody chlewnej
Nutritive value of fodder crops from 1 ha for pigs

Rośliny Crops	Plon (dt/ha) Yield (dt/ha)	Energia metaboliczna (MJ) Metabolizable energy (MJ)	Białko strawne (kg) Digestible protein
Ziemniaki — Potatoes	179	62650	268,5
Jęczmień — Barley	27,9	35154	234,3
Owies — Oat	22,4	25312	199,4
Żyto — Rye	21,4	28462	158,4

Zródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS oraz norm żywienia trzody chlewnej

Source: Own study on the ground of CSO data and norm of pigs feeding

Wykorzystanie ziemniaków przez różne gatunki zwierząt gospodarskich

Ziemniaki mogą być stosowane w żywieniu wszystkich zwierząt gospodarskich. Ze względu jednak na dużą zawartość skrobi i związane z tym właściwości tuczące znalazły zastosowanie zwłaszcza w żywieniu trzody chlewnej, która bardzo dobrze wykorzystuje energię zawartą w okopowych. Wartość pokarmową różnych pasz z ziemniaków dla tego gatunku zwierząt przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Wartość pokarmowa 1 kg paszy dla trzody chlewnej
Nutritive value of 1 kg of fodder for pigs

Wyszczególnienie Specification	Jednostki owsiane Oat feed units	MJ	Białko ogółem strawne (g) Crude digestible protein (g)	Włókno Fibre
Ziemniaki parowane Steam potatoes	0,32	2,44	15	7
Kiszonka z ziemniaków parowanych Ensilage from steam potatoes	0,28	2,13	12	7
Płatki ziemniaczane Flaked potatoes	1,28	9,75	51	16
Susz ziemniaczany Dried potatoes	1,26	9,59	36	21

Zródło: Opracowanie własne na podstawie norm żywienia zwierząt gospodarskich

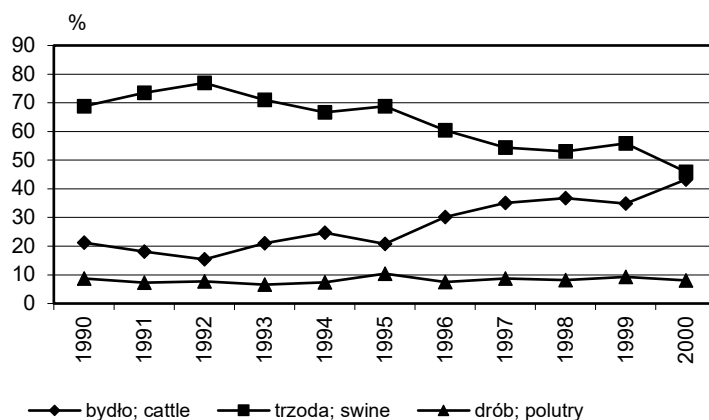
Source: Own study on the ground of norm for feeding farm animals

W żywieniu bydła najczęściej stosuje się ziemniaki surowe. Ich skarmianie w małych ilościach wykazuje pewne właściwości dietetyczne, w dużych powoduje wzdęcia i biegunki. Trzoda chlewna chętniej zjada ziemniaki parowane. Parowanie sprawia, że skrobia zawarta w ziemniakach staje się łatwiej przyswajalna. Ponadto, parowanie poprawia smak ziemniaków i czyni je paszą łagodną, która nie drażni jelit i dlatego dłużej zalega w przewodzie pokarmowym (Preś, Sobczak, 1968).

Ziemniaki parowane można podawać także dla drobiu, najlepiej jako jeden ze składników mieszanek wilgotnych. Mogą być również stosowane w żywieniu koni. Należy je jednak stopniowo przyzwyczajać do tego rodzaju paszy i dbać by ziemniaki nie zalegały w żłobach, ponieważ łatwo ulegają zepsuciu (Preś, Sobczak, 1968).

Dobrą paszę, zwłaszcza dla trzody chlewnej, stanowią ziemniaki kiszane. Trzoda chlewna zjada je tak samo chętnie jak świeżo parowane, a ich wartość pokarmowa jest podobna. Przygotowana kiszonka z ziemniaków może stanowić paszę dla zwierząt przez wiele miesięcy żywienia. Ponadto, kiszenie ziemniaków chroni je przed gniciem i zamarzaniem oraz kiełkowaniem w okresie wiosny. Wprawdzie z procesem kiszenia wiążą się pewne straty składników pokarmowych, ale są one na ogół mniejsze niż przy długotrwałym przechowywaniu ziemniaków w kopcach czy piwnicach. W celu ograniczenia strat zaleca się kiszenie odmian wysokoskrobiowych. Ponadto, kiszonka powinna być przygotowana w szczelnych zbiornikach. Na zmniejszenie strat podczas kiszenia wpływa także płukanie ziemniaków (Witczak, 1974). Przed napełnieniem silosów wskazane jest gniczenie parowanych ziemniaków oraz ich ochłodzenie do temperatury 30–35°C. Ziemniaki na ogół dobrze się kiszą, ponieważ zawierają dużo węglowodanów a relatywnie mało białka i składników pokarmowych. Kiszonka z samych ziemniaków nie zaspokaja jednak potrzeb żywieniowych zwierząt. Poprawę wartości pokarmowej można uzyskać poprzez dodatek innych pasz, np. zielonek z motylkowych czy innych okopowych (Szymańska, 2000).

Ziemniaki mogą być również skarmiane w postaci płatków ziemniaczanych lub suszu ziemniaczanego. Płatki ziemniaczane otrzymuje się z ziemniaków parowanych. Są one doskonałą paszą węglowodanową, którą można stosować dla wszystkich zwierząt. Jako pasza sucha znajdują zastosowanie w mieszankach dla świń i drobiu. Susz ziemniaczany jest paszą gorszą w stosunku do płatków, ponieważ uzyskuje się go w wyniku suszenia krajanki z surowych ziemniaków.



Źródło: Wyniki Rachunkowości Rolnej Gospodarstw Indywidualnych 2002, IERiGŻ

Source: Results of agriculture accountancy from individual farms 2002, Institute of Agricultural and Food Economics (IAFE)

Rys. 1. Wykorzystanie ziemniaków przez różne gatunki zwierząt w gospodarstwach prowadzących rachunkowość

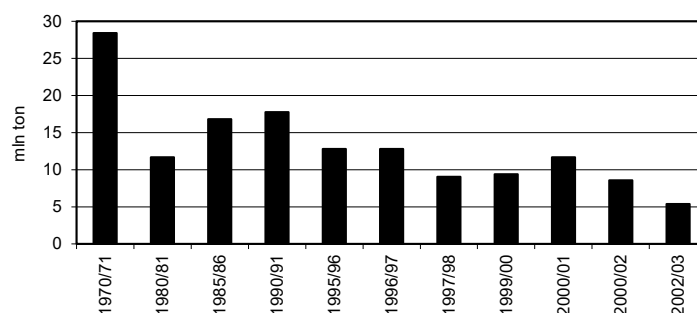
Fig. 1. The use of potatoes by different animals in farms keeping accountancy

Z powodzeniem może być jednak stosowany w żywieniu trzody chlewnej i przeżuwaczy. Zaletą suszonych produktów jest ich duża trwałość, łatwość w handlu, transporcie,

składowaniu i stosowaniu w żywieniu zwierząt. Ponadto, podczas suszenia ziemniaków gorącym powietrzem straty suchej masy i składników odżywczych sięgają jedynie 5–10%. Ze względu na bardzo wysoki koszt produkcji ich stosowanie w żywieniu zwierząt jest jednak ograniczone. W gospodarstwach prowadzących rachunkowość dla potrzeb IERiGŻ na początku lat 90. prawie 80% ziemniaków przeznaczonych na pasze skarmiono trzodą chlewną (rys. 1). W kolejnych latach zaobserwowano zmniejszenie udziału ziemniaków w dawkach pokarmowych dla tych zwierząt. Większe ilości tego gatunku okopowych przeznaczano natomiast dla bydła. W 2003 roku w żywieniu trzody chlewnej wykorzystano 43,2% ziemniaków, a bydłem skarmiono 45,9%. Wynikało to z zastępowania ziemniaków w dawkach dla trzody chlewnej paszami treściwymi. Udział drobiu w paszowym wykorzystaniu ziemniaków w latach 90. wynosił około 8,5%.

Zużycie ziemniaków na pasze

W okresie powojennym ziemniaki stanowiły podstawową paszę w żywieniu trzody chlewnej. Na początku lat 50. na pasze zużyto ponad 18 mln ton ziemniaków, co stanowiło 50% zbiorów. Dziesięć lat później na ten cel przeznaczono o 5,6 mln ton ziemniaków więcej, a udział skarmionych ziemniaków z zbiorach wzrósł do 55,3% (Seremak-Bulge, 2003). Wysokie ich zużycie uzasadniał brak pasz wysokobiałkowych. W roku 1970/71 na pasze przeznaczono 28,4 mln ton ziemniaków (rys. 2).



Źródło: Roczniki statystyczne GUS — Source: Statistical yearbook of CSO

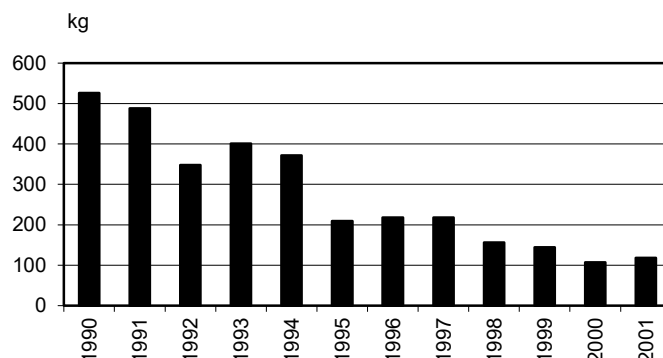
Rys. 2. Zużycie ziemniaków na pasze w Polsce

Fig. 2. The potatoes for fodder use in Poland

W niektórych gospodarstwach zużywano przeciętnie 15 dt ziemniaków na 1 tucznika (Horszczaruk, 1972). Dziesięć lat później, w związku z niższymi zbiorami okopowych, na pasze przeznaczono tylko 11,7 mln ton ziemniaków. Wprawdzie paszowe wykorzystanie ziemniaków w Polsce pozostaje tradycyjnie podstawową determinantą ich uprawy, jednakże od początku lat 80. zapotrzebowanie na ziemniaki paszowe zaczęło szybko maleć. W dwudziestolecie 1981/82–2001/02 zużycie tego gatunku okopowych na pasze zmniejszyło się o 60%. Wiązało się to ze wzrostem wykorzystania zbóż i pasz przemysłowych w żywieniu zwierząt.

W gospodarstwach prowadzących rachunkowość dla IERiGŻ zużycie ziemniaków na 100 kg wyprodukowanego żywca wieprzowego w latach 1991–2001 zmniejszyło się ponad

4-krotnie do poziomu 118 kg (rys. 3). Jednocześnie wykorzystanie zbóż kształtowało się na ustabilizowanym poziomie około 300 kg, pasz przemysłowych od 50 do 80 kg na 100 kg żywca wieprzowego (Wyniki..., 2002).



Źródło: jak na rys. 1 — Source: see fig. 1

Rys. 3. Zużycie ziemniaków na wyprodukowanie 100 kg żywca wieprzowego w gospodarstwach prowadzących rachunkowość

Fig. 3. The potatoes use for production of 100 kg pigs for slaughter in farms keeping accountancy

Ograniczanie stosowania ziemniaków jako paszy przebiega w Polsce bardzo podobnie do procesu, jaki w Niemczech i we Francji miał miejsce 20 lat wcześniej. W tych krajach w połowie lat 50. także 50% zbiorów ziemniaków przeznaczano na pasze. We Francji w tym czasie, a w Niemczech jeszcze w połowie lat 60. w żywieniu zwierząt wykorzystywano więcej ziemniaków niż spożywali ich ludzie, a spasanie ziemniaków było istotnym czynnikiem warunkującym rozmiary produkcji zwierzęcej. Pod koniec lat 90. w Niemczech na pasze przeznaczono około 610 tys. ton ziemniaków, a we Francji tylko 370 tys. ton. W Holandii nie odnotowano zużycia ziemniaków na pasze (tab. 5).

Tabela 5

Zużycie ziemniaków na pasze w wybranych krajach UE
The potatoes for fodder use in some countries of EU

Kraj Country	Poziom zużycia w latach (mln ton) Level of use in years (mln ton)					
	1950/51	1960/61	1971/72	1981/82	1991/91	1998/99
Niemcy Germany	12,87	12,09	6,39	2,13	1,04	0,61
Francja France	4,00	4,86	2,66	0,32	0,13	0,37
Holandia Holland	0,20	0,30	0,03	0,23	0,13	0,00
Wielka Brytania Great Britain	0,09	0,50	0,12	0,25	0,69	0,56

Źródło; Source: Seremak-Bulge, 2003

Wiązało się to z koncentracją stad, zwłaszcza trzody chlewnej oraz wzrostem intensywności produkcji zwierzęcej. W dużych stadach znaczenie ziemniaka malało na rzecz pasz treściwych.

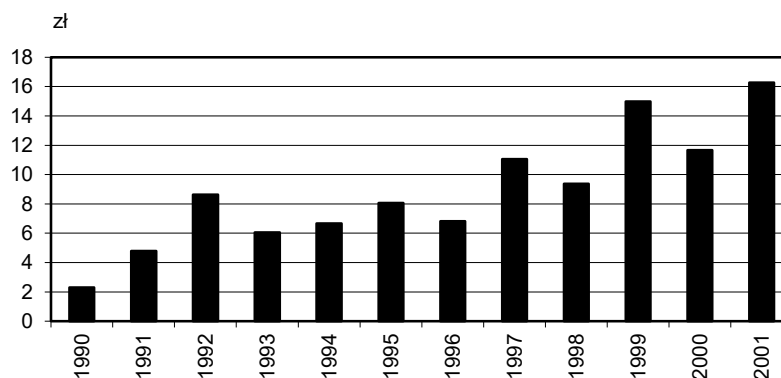
W Europie Zachodniej na pasze przeznacza się głównie odpady nienadające się do innego zagospodarowania oraz tą część zbiorów, która nie znalazła nabywcy. Prawdopodobnie w Polsce będzie miała miejsce podobna sytuacja. Za kilka lat, zdaniem ekspertów z IERiGŻ (Dzwonkowski i in., 2005) na pasze będzie się zużywać 1–2 mln ton ziemniaków, a ich udział w zbiorach będzie stanowił 10–20%.

Czynniki wpływające na zmniejszenie paszowego wykorzystania ziemniaków

Przyczyny zmniejszenia zużycia ziemniaków na pasze w Polsce wynikają przede wszystkim ze zmian uwarunkowań ekonomicznych w rolnictwie. Presja konkurencyjna oraz spadek cen produktów rolnych powodują nacisk na obniżanie kosztów produkcji. Tymczasem pasza z ziemniaków jest o kilkadziesiąt procent droższa w porównaniu z paszą ze zbóż. W konsekwencji jej zużycie ogranicza się zwykle do ziemniaków, których inaczej nie można zagospodarować (Rembeza, 2004).

Według badań IERiGŻ, w gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolną bezpośrednie koszty uprawy 1 ha ziemniaków w 2000 roku były 2,5-krotnie wyższe niż pszenicy i 6-krotnie wyższe w porównaniu z żytem. Wprawdzie pozyskanie energii użytecznej z 1 ha uprawianych ziemniaków było wyższe niż przy uprawie pszenicy o 17–44%, a w porównaniu z żytem, o 17–120%, ale koszt 1 MJ energii zawartej w ziemniakach był o 17–74% wyższy od zawartej w zbożach (Seremak-Bulge, 2003).

Duże zmiany w kosztach produkcji ziemniaków odnotowano w latach 90. W tym czasie wystąpił wzrost kosztów siły roboczej oraz cen bezpośrednich nośników energii, a ponieważ ziemniaki należą do pasz pracochłonnych i energochłonnych warunki ekonomiczne ich produkcji uległy radykalnej zmianie. W latach 1990–2001 koszty produkcji 1 dt ziemniaków wzrosły ponad 7-krotnie (rys. 4).

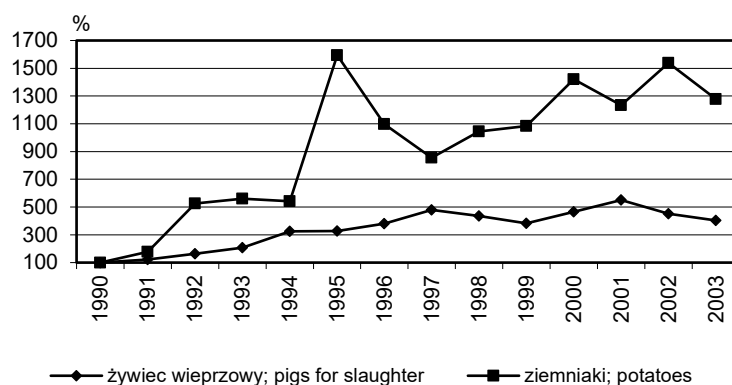


Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IERiGŻ
Source: Own study on the ground of IAFE data

Rys. 4. Koszty produkcji 1 dt ziemniaków w gospodarstwach prowadzących rachunkowość
Fig. 4. Production cost of 1 dt potatoes in farms keeping accountancy

Wzrostowi kosztów produkcji towarzyszył jeszcze szybszy wzrost cen ziemniaków, który wyprzedzał nie tylko przyrost cen zbóż, ale również zwiększanie cen trzody chlewnej, głównego konsumenta ziemniaków paszowych.

W latach 1990–2003 przeciętne ceny ziemniaków na targowiskach wzrosły prawie 13-krotnie (dotyczy to cen rejestrowanych na rynku, głównie są to ziemniaki jadalne, ponieważ ziemniaki paszowe rzadko są przedmiotem obrotu handlowego), natomiast ceny żywca w skupie tylko 4-krotnie (rys. 5). W konsekwencji koszty energii zawartej w ziemniakach rosły szybko, a konkurencyjność ziemniaków jako paszy malała. Ponadto, brak postępu w plonowaniu ziemniaków zmniejszył ich przewagę pod względem produkcji energii z jednostki powierzchni. W końcu lat 90. produkcja energii biologicznej z 1 ha uprawianych ziemniaków w Polsce była przeciętnie tylko o 15–26% wyższa niż przy uprawie pszenicy, podczas gdy w połowie lat 70. różnice te przekraczały 50%. Ziemniaki utrzymały natomiast swoją przewagę nad żytem, uprawianym przede wszystkim na glebach słabych (Seremak-Bulge, 2003).

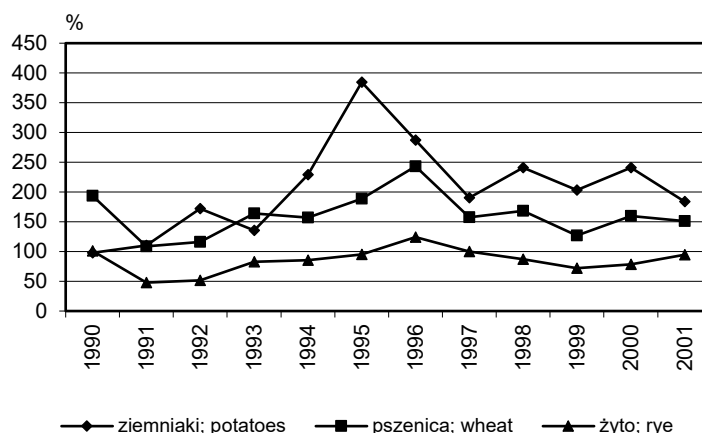


Źródło: Roczniki statystyczne GUS za lata 1991–2004
Source: Statistical yearbook CSO by years 1991–2004

Rys. 5. Dynamika cen ziemniaków i żywca wieprzowego (rok 1990=100)
Fig. 5. Dynamics of prices of potatoes and pigs for slaughter

Wzrost cen uzyskiwanych przez rolników przy sprzedaży ziemniaków znacznie przewyższał obserwowany w tym czasie wzrost jednostkowych kosztów ich produkcji. W konsekwencji opłacalność produkcji ziemniaków po 1993 roku była wyższa od pszenicy i żyta (rys. 6). Najwyższą opłacalność tego gatunku okopowych odnotowano w 1995 roku. Wówczas relacja średniej ceny ziemniaków w skupie oraz na targowiskach do kosztu produkcji 1 dt tego gatunku okopowych wynosiła 384%. W latach 1997–2001 wskaźnik opłacalności dla tej rośliny wahał się w granicach od 184 do 241%. W tych samym okresie opłacalność produkcji pszenicy wynosiła od 127 do 168%. W przypadku żyta tylko w 1996 roku średnia cena sprzedaży była wyższa od kosztów produkcji 1 dt. Wskaźnik opłacalności dla tego gatunku zbóż stanowił wówczas 124%. W tej sytuacji rolnikom opłacało się zastępować ziemniaki w dawkach pokarmowych zbożami. Ze względu jednak

na ograniczony rynek zbytu i brak możliwości sprzedaży całej produkcji, część ziemniaków przeznaczono na pasze dla zwierząt.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych IERiGŻ
Source: Own study on the ground of IAFE data

Rys. 6. Zmiany wskaźnika opłacalności produkcji ziemniaków, pszenicy i żyta
Fig. 6. Changes of profitability ratio for potatoes, wheat and rye

Mniejsze zużycie ziemniaków na pasze wynikało także z przyczyn technicznych. Ziemniaki mimo wysokiej produktywności stanowią paszę mniej wygodną w skarmianiu w stosunku do zbóż. Żywienie paszami treściwymi jest znacznie prostsze i o wiele łatwiejsze do zmechanizowania a nawet zautomatyzowania aniżeli przygotowanie i zadawanie pasz płynnych, których głównym komponentem są ziemniaki. Zwłaszcza w dużych stadach stosowanie pasz treściwych wymaga zdecydowanie mniejszych nakładów pracy.

Znaczna zawartość wody w ziemniakach powoduje duże straty podczas przechowywania i konserwacji. Surowe ziemniaki przechowują się znacznie lepiej niż inne okopowe, ale ich straty są zwykle większe niż podczas kiszenia. Szczególnie wzrastają w okresie wiosennym. W czasie od października do końca kwietnia straty ziemniaków surowych stanowią około 15–20% w przeliczeniu na suchą masę. Przy przechowywaniu do lipca wzrastają do 50%, a do września aż do 70%. Przy zakiszaniu ziemniaków parowanych straty suchej masy wahają się w granicach od 5 do 30% (Sokół, 1996).

Istotnym elementem są także wymagania przemysłu mięsnego dotyczące wysokiej zawartości mięsa w tuszach wieprzowych. W 1993 roku wprowadzono w Polsce obiektywny system klasyfikacji tusz wieprzowych — EUROP. System ten, usankcjonowany ustawą z 1996 roku, mobilizował rolników do zwiększenia mięsności tusz. Zakłady mięsne zaczęły, bowiem premiować tusze o lepszych parametrach w tym zakresie. Ziemniaki skarmiane w dużych ilościach należą do pasz tuczących. W celu otrzymania tusz chudszych rolnicy ograniczyli ich stosowanie w żywieniu.

Perspektywy wykorzystania ziemniaków na pasze

Gospodarka rynkowa lat 90. spowodowała, że ziemniaki przestały być atrakcyjną paszą z uwagi na wysokie koszty ich produkcji. Prowadzenie tuczu w oparciu o mieszanki

zbożowe i ich komponenty zdominowało system żywienia w produkcji trzody chlewnej (Gruczek i in., 2004). Za utrzymaniem ziemniaków jako paszy w Polsce przemawia jednak szereg elementów:

- duża ilość gleb lekkich, na których produktywność energetyczna ziemniaków jest największa w stosunku do roślin alternatywnych, takich jak: żyto, owies, jęczmień,
- niekwestionowana wartość pokarmowa ziemniaków w żywieniu trzody chlewnej i opasów wołowych,
- doniosła rola uprawy ziemniaków w zmianowaniu roślin w systemie zintegrowanego rolnictwa (Nowacki, 1995).

Wielu specjalistów sądzi, że jedną z wielu szans dla polskiego rolnictwa jest produkcja ziemniaków w systemie ekologicznym. Gospodarstwa ekologiczne ze względu na zalecany cykl produkcyjny, który polega na równoważeniu produkcji zwierzęcej z produkcją pasz roślinnych są przygotowane do stosowania pasz gospodarskich takich jak ziemniaki. Ich wykorzystanie w ekologicznym tuczu trzody chlewnej może przyczynić się do produkcji zdrowej i smacznej wieprzowiny. W połączeniu z oryginalnym polskim przetwórstwem mięsa stanowi szansę wprowadzenia na rynki światowe wysokiej jakości, nowych wyrobów mięsnych. Wprawdzie produkcja metodami ekologicznymi jest znacznie droższa, ale sprzyja ochronie środowiska i bezpieczeństwu żywności. Ponadto, zwiększa się liczba konsumentów poszukujących coraz lepszej, oryginalnej żywności gotowych zapłacić wyższą cenę za tego rodzaju produkty. Może, zatem przestać istnieć bariera ekonomiczna dla tego typu działalności.

WNIOSKI

1. Polska należy do grupy największych producentów ziemniaka. Popularność uprawy ziemniaków w kraju wynika przede wszystkim z warunków klimatycznych oraz jakości gleb. Polska posiada dużo gleb lekkich i średnich, a na tych glebach ziemniaki wygrywają konkurencję z innymi roślinami pod względem potencjału plonotwórczego. Wysoka produkcja ziemniaków w Polsce wiąże się także z tradycjami produkcji tej rośliny.
2. W strukturze rozdysponowania ziemniaków w Polsce dominuje zużycie ich na pasze. Znalazły one zastosowanie zwłaszcza w żywieniu trzody chlewnej, która bardzo dobrze wykorzystuje energię zawartą w okopowych. Wartość odżywcza ziemniaków zależy od odmiany, gleby, warunków klimatycznych, uprawy, nawożenia, stopnia dojrzałości i występowania chorób. Cechuje je wysoka strawność suchej masy oraz wysoka wartość białka i tłuszczów.
3. Wykorzystanie ziemniaków na pasze w Polsce, sukcesywnie maleje. Konsekwencją jest ograniczanie powierzchni uprawy tego gatunku okopowych. Szacuje się, że za kilka lat w Polsce na pasze będzie przeznaczac się około 1–2 mln ton ziemniaków. Podobnie jak w krajach Europy Zachodniej będą to głównie odpady nie nadające się do innego zagospodarowania oraz ta część zbiorów, która nie znajdzie nabywcy.
4. Zmniejszanie zużycia ziemniaków na pasze wynika głównie wysokich kosztów produkcji. Ziemniaki należą do roślin pracochłonnych i energochłonnych. W małych

- gospodarstwach, zwłaszcza na słabszych glebach ziemniaki są nadal głównym składnikiem paszy niezależnie od kosztów, ponieważ dużą ich część stanowią nakłady pracy własnej. Ponadto sprzedaż całej produkcji utrudnia ograniczony rynek zbytu.
5. Na ograniczenie wykorzystania ziemniaków na cele paszowe wpłynął także wzrost opłacalności produkcji ziemniaków jadalnych i dla przetwórstwa. Po 1993 roku relacja średniej ceny sprzedaży do kosztu produkcji 1 dt ziemniaków była wyższa od wskaźnika opłacalności dla wszystkich gatunków zbóż. W tej sytuacji rolnikom opłacało się zastępować ziemniaki w dawkach pokarmowych zbożami. Ponadto, w porównaniu z paszami treściwymi ziemniaki stanowią paszę mniej wygodną w skarmianiu, a duża zawartość wody utrudnia ich przechowywanie.

LITERATURA

- Chomyszyn M. 1982. Paszoznawstwo. W: Zootechnika. Tom 1, PWRiL, wydanie V, Warszawa: 301 — 420.
- Dzwonkowski W. 2005. Sytuacja na rynku ziemniaków w sezonie 2002/03. <http://www.arr.gov.pl>.
- Dzwonkowski W., Chotkowski J. 2005. Produkcja ziemniaków w Polsce. W: Rynek ziemniaka stan i perspektywy 2005. nr 27. IERiGŻ, ARR, MRiRW, Warszawa: 8 — 13.
- Dzwonkowski W., Szczepaniak E., Rosiak E., Bochińska E. 2005. Popyt na ziemniaki. W: Rynek ziemniaka stan i perspektywy 2005. nr 27. IERiGŻ, ARR, MRiRW, Warszawa: 13 — 19.
- Gruczek T., Nowacki W., Zarzycka K. 2004. Produkcja ziemniaków w rolnictwie ekologicznym. Materiały dla rolników. Radom. <http://www.odr.net.pl/publikacje/0150.pdf>.
- Horszczaruk F. 1971. Perspektywy wykorzystania ziemniaków w żywieniu zwierząt gospodarskich. (W:) Produkcja pasz i technologia żywienia. PWRiL, Warszawa: 193 — 202.
- Normy żywienia świń. Omnitech, 1993. Warszawa.
- Nowacki W. 1995. Przewidywane kierunki zmian w organizacji produkcji i przechowywania ziemniaków, dostosowanie do wymagań gospodarki rynkowej. Biul. Inst. Ziem. 45: 39 — 49.
- Piechowiak K., Słowiński H. 1992. Rośliny okopowe bulwiaste. W: Uprawa roślin rolniczych. Red. Nauk. Z. Hryniewicz. PWRiL, wydanie II, Warszawa: 118 — 144.
- Preś J. Sobczak Z. 1968. Produkcja i właściwości pasz, metody ich przechowywania oraz sposoby skarmiania. W: Żywienie zwierząt. Red. Nauk. T. Konopiński. PWRiL, wydanie III, Warszawa: 127 — 285.
- Reinstein J. 1994. Koszty jednostkowe, dochodowość i opłacalność produkcji rolniczej w gospodarstwach indywidualnych w 1993 roku. Zag. Ekon. Rol. 4/5: 121 — 150.
- Reinstein J., Nałęcz Z., Iwon D., Paziak E. 1991. Koszty jednostkowe i dochodowość produkcji rolniczej w gospodarstwach indywidualnych w 1990 roku. Zag. Ekon. Rol. 6: 87 — 124.
- Rembeza J. 2004. Zmiany w produkcji i użytkowaniu ziemniaków w Polsce na tle krajów UE. Wieś Jutra 2 (67): 25 — 26.
- Rocznik Statystyczny (1981–2004). Wydawnictwo Statystyczne GUS, Warszawa.
- Rykaczewska K. 1999. Pozycja i oferta. Nowoczesne Rolnictwo 6: 10 — 11.
- Seremak-Bulge J. 2003. Perspektywy produkcji i przetwórstwa ziemniaków. Zag. Ekon. Rol. 1: 46 — 64.
- Skarżyńska A., Augustyńska-Grzymek I. 2000. Koszty jednostkowe i dochodowość produkcji rolniczej w gospodarstwach indywidualnych w 1999 roku. Zag. Ekon. Rol. 4-5: 98 — 147.
- Skarżyńska A., Sadowska J. 1997. Koszty jednostkowe i dochodowość produkcji rolniczej w gospodarstwach indywidualnych w 1996 roku. Zag. Ekon. Rol. 4-5: 89 — 135.
- Sokół J. L. 1996. Okopowe i owoce. W: Pasze. Red. nauk. J. Chachułowa. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa: 91 — 101.
- Szymańska E. 2000. Ziemniak jako pasza. W: Regionalne różnicowanie technologii i produkcji ziemniaków w Polsce. Wydawnictwo P.U.H.P. Sanpollac Sp. z o.o., Warszawa: 111 — 132.
- Witczak F. 1974. Ziemniaki a inne pasze. W: Ziemniak. Red. nauk. W. Gabriel. PWRiL, Warszawa: 304 — 325.

- Witczak F. 1987. Uwagi o konserwacji i skarmianiu ziemniaków. W: Stan produkcji i zagospodarowania ziemniaków w Polsce. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa: 27 — 40.
- Wyniki Rachunkowości Rolnej Gospodarstw Indywidualnych 2001. IERiGŻ, Warszawa 2002.

FRANCISZEK BORÓWCZAK**KATARZYNA RĘBARZ**

Katedra Uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy ziemniaka odmiany Ania

Production and economic effects of various cultivation intensity of potato cv. Ania

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1997–2000 badano wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotem na plony bulw i efekty ekonomiczne uprawy ziemniaków. Wraz ze wzrostem dawek azotu do 120 kg/ha, plon bulw zwiększał się zarówno na polu deszczowanym jak niedeszczowanym, jednak w warunkach deszczowania ich przyrosty były większe. Deszczowanie, średnio dla pozostałych czynników, zwiększyło plon o 19,8%. Najbardziej opłacalną w obu wariantach wodnych, przy średnim nawożeniu azotowym, okazała się uprawa ziemniaków technologią wysokonakładową. Deszczowanie zwiększyło nadwyżkę bezpośrednią, bez pomniejszania jej o koszty zabiegu, o 1967,1 zł/ha.

Słowa kluczowe: deszczowanie, efekty ekonomiczne, nawożenie azotem, plon, technologie uprawy, ziemniaki

In experiments carried out in the years 1997–2000 the influence of irrigation, cultivation technology and nitrogen fertilization on yield and economic effects of potato cultivation was evaluated. With the increase in nitrogen fertilization up to 120 kg/ha, the tuber yields increased both in irrigated and non-irrigated field, but in the former one the increase was significantly greater. Irrigation, on the average for remaining factors, increased yield by 19.8%. The best effects both in irrigated and non-irrigated field, at average nitrogen fertilization, were obtained with the high-input technology. Irrigation resulted in the increase in the direct surplus by c. 1967 PLN/ha (with no calculation of the treatment cost).

Key words: cultivation technology, economic effects, irrigation, nitrogen fertilization, potato, yield

WSTĘP

W ostatnich latach, ze względu na pogorszenie się opłacalności produkcji roślinnej, nakłady w uprawie roślin znacznie się obniżyły (Zalewski in., 2005). Badania wykazują, że obniżenie intensywności uprawy w przypadku niektórych roślin może mieć pełne uzasadnienie ekonomiczne (Borówczak i in., 1998 a; Kukuła i Krasowicz, 1995). Ziemniak, jak wykazują Borówczak i wsp. (1998 b) oraz Rembeza i Chotkowski (1995), należy jednak do gatunków roślin silnie reagujących przyrostami plonów na wzrost

intensywności uprawy. Wykorzystanie zatem wysokiego potencjału plonotwórczego ziemniaków, związane jest ze stworzeniem optymalnych warunków do ich wegetacji. Jednak nawet poprawna agrotechnika i racjonalne stosowanie środków produkcji pochodzenia przemysłowego nie chronią tego gatunku przed zmiennością plonowania w latach powodowaną głównie przez opady. Niedobory opadów mogą ponadto ograniczać efektywność przemysłowych środków produkcji, w tym najsilniej oddziałującego na plony nawożenia azotem (Gładysiak i Borówczak, 1996).

Celem przeprowadzonych badań własnych było określenie wpływu różniących się intensywnością technologii uprawy, na tle zmiennych warunków wodnych i dawek azotu, na plony i efekty ekonomiczne produkcji ziemniaka odmiany Ania.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1997–2000 w Złotnikach pod Poznaniem, filii Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Gorzyń, w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych o jednostkach rozszczepionych, w czterech powtórzeniach z trzema czynnikami badawczymi.

Czynniki badane w doświadczeniu:

1. wariant wodny:

— deszczowany — deszczowanie wg kryterium optymalnego uwilgotnienia gleby przy spadku wilgotności w warstwie 0–30 cm do 70% ppw w okresie największej wrażliwości roślin na niedobór wody,

— niedeszczowany — naturalny układ warunków wilgotnościowych gleby.

2. technologie uprawy — różniące się nakładami na pielęgnację, ochronę roślin, nawożenie fosforowe i potasowe oraz na dokarmianie dolistne:

— technologia niskonakładowa — bez stosowania nawożenia fosforowego i potasowego oraz syntetycznych środków ochrony roślin,

— technologia średnionakładowa — ograniczone stosowanie pestycydów w ochronie roślin oraz nawożenie fosforowo-potasowe w wysokości 50 kg P_2O_5 /ha i 130 kg K_2O /ha,

— technologia wysokonakładowa — pełna ochrona roślin ze stosowaniem herbicydów, opryskami przeciwko chorobom i szkodnikom, nawożeniem fosforowym 70 kg P_2O_5 /ha i potasowym 175 kg K_2O /ha oraz dokarmianiem dolistnym (tab. 1),

3. nawożenie azotowe:

— 0 kg N/ha,

— 60 kg N/ha,

— 120 kg N/ha,

— 180 kg N/ha.

Produktywność 1 mm wody z deszczowania wyliczono z podzielenia przyrostu plonu bulw pod wpływem deszczowania przez dawkę wody, a efektywność rolniczą 1 kg azotu z podzielenia przyrostu plonu powodowanego zwiększonym nawożeniem przez przyrost dawki azotu. Efektywność nawożenia azotem określono ponadto kosztami krańcowymi, czyli wartością przyrostu plonu na 1 zł wydatkowany na nawozy azotowe.

W ocenie kosztów uprawy ziemniaków uwzględniono koszty bezpośrednie obejmujące: koszty sadzenia, nawożenia, ochrony roślin, pracy własnej rolnika, eksploatacji ciągnika oraz usług przyjmując ceny środków produkcji, pracy ludzkiej, pracy ciągnika oraz usług z 2005 roku. W technologii niskonakładowej koszt ochrony przed stonką ziemniaczaną, ze względu na niedostępność w ostatnich latach na rynku preparatu Novodor, określono wielkością kosztu ręcznego zbierania szkodników. Nadwyżkę bezpośrednią dla uprawy, w zależności od badanych czynników, wyliczono z różnicy wartości plonów i kosztów bezpośrednich. Cenę sprzedaży płodów przyjęto w wysokości 300 zł/t.

Tabela 1

Nawożenie i ochrona roślin w technologiach uprawy ziemniaków
Fertilization and plant protection in potato cultivation technologies

Zabieg Treatment	Technologia uprawy Cultivation technology		
	niskonakładowa low-input	średnionakładowa medium-input	wysokonakładowa high-input
Nawożenie: Fertilization:			
Obornik (t/ha) Manure	30	30	30
Fosforowe (kg P ₂ O ₅ /ha) Phosphorus	—	50	70
Potasowe (kg K ₂ O/ha) Potassium	—	130	175
Dolistne Foliar	—	—	Mikrosol U 2 l/ha
Zwalczanie chwastów Control of weeds	Mechaniczne - mechanically (bronowanie - harrowing - 2x + obredlanie - hilling - 3x)	mechanicznie - mechanically (bronowanie - harrowing- 1x + obredlanie - hilling - 2x) Afalon 2 l/ha	Sencor 0,3 kg/ha Afalon 2 l/ha Dual 2 l/ha
Szkodników Pests	Novodor 5 l/ha - 2x	Decis 0,2 l/ha Bancol 0,3 l/ha	Decis 0,2 l/ha Bancol 0,3 l/ha
Chorób Diseases	—	Ridomil Gold 2 kg/ha - 2x	Ridomil Gold 2 kg/ha - 2x Bravo 2 l/ha

Zabiegi łączone - Integrated treatments: Ridomil Gold +Bancol, Afalon + Sencor + Dual

Ziemniaki średnio późnej odmiany Ania uprawiano w drugiej rotacji statycznego płodozmianu: ziemniaki⁺⁺ — jęczmień jary — groch siewny — pszenica ozima, w którym intensywność uprawy każdej rośliny różnicowano odpowiednio do przyjętych założeń dla całego płodozmianu.

Lata badań cechowały zmienne warunki pogodowe w okresie wegetacji ziemniaków. Największy deficyt wody dla roślin w miesiącach IV–VIII miał miejsce w 1999 r., w którym opady były mniejsze o 40,2 mm w porównaniu do średniej w wieloleciu 1950–1996. W latach 1998 i 2000 opady były nieznacznie niższe od średniej wieloletniej, odpowiednio o 10,3 i 15,9 mm. W roku 1997 opady w okresie wegetacji przewyższały średnie o 89,5 mm, ale aż 192,8 mm przypadło na lipiec, przy ich wyraźnym niedoborach w czerwcu (40,0 mm) i sierpniu (31,2 mm). Średnie temperatury okresu kwiecień - sierpień

w latach badań przewyższały średnią wieloletnią w zakresie od 1,7°C w 1997 r. do 2,2 i 2,6°C w latach 1998–1999 i aż do 3,0°C w 2000 r. W postaci deszczowania w latach badań zastosowano następujące dawki wody: w roku 1997 — 40 mm, 1998 — 80 mm, 1999 — 160 mm i w 2000 r. — 110 mm.

WYNIKI

W przeprowadzonych doświadczeniach na plony bulw wpływały wszystkie stosowane czynniki. Stwierdzono ponadto współdziałanie deszczowania z nawożeniem azotowym oraz technologii uprawy z nawożeniem azotowym.

W warunkach bez deszczowania plony bulw uzależnione były od pogody w latach badań (tab. 2). Największe plony uzyskano w roku 1997, charakteryzującym się najobfitszymi opadami w okresie wegetacji ziemniaków. Mniejsze plony na tych obiektach zebrano w latach o opadach nieznacznie niższych od średnich w wieloleciu, tj. 1998 i 2000, a wyrażnie najmniejsze w 1999 roku o największych niedoborach wody dla roślin. Największy przyrost plonu pod wpływem deszczowania, w wysokości 13,17 t/ha (60,6%), uzyskano w suchym 1999 roku. W latach 1998 i 2000 przyrosty plonów wyniosły odpowiednio 6,33 t/ha (16,7%) i 4,68 t/ha (14,6%), natomiast 1997 r. tylko 2,04 t/ha (5,0%). Średnio w czteroletnim cyklu badań deszczowanie zwiększyło plon bulw o 6,56 t/ha, tj. 19,8%.

Tabela 2

Wpływ deszczowania na plon bulw ziemniaków w latach 1997–2000 (t/ha)
Influence of irrigation on potato tuber yield in 1997–2000 (t/ha)

Wariant wodny Water variant	Lata Years				Średnio Average
	1997	1998	1999	2000	
Deszczowane Irrigated	42,65	44,21	34,92	36,82	39,65
Niedeszczowane Non-irrigated	40,61	37,88	21,75	32,14	33,09
Przyrost t/ha	2,04	6,33	13,17	4,68	6,56
Increase %	5,0	16,7	60,6	14,6	19,8
NIR _(α = 0,05)	1,84	3,95	1,54	7,84	1,55
LSD _(α = 0,05)					

W obu wariantach wodnych plony przyrastały istotnie w miarę zwiększania dawek azotu do 120 kg/ha, jednak w warunkach deszczowania ich przyrosty były większe. W porównaniu do obiektu bez azotu przy optymalnej dawce nawożenia w warunkach deszczowania plony przyrosły o 11,95 t, a w warunkach bez deszczowania o 5,47 t/ha (tab. 3).

Działanie nawożenia azotowego zależało również od technologii uprawy (tab. 4). We wszystkich technologiach uzyskano istotne przyrosty plonów przy zwiększaniu dawek azotu do 120 kg/ha. Przyrosty plonów przy tej dawce, w porównaniu do obiektu bez azotu, wyniosły: w technologii niskonakładowej 7,51 t, średnionakładowej 9,20 t, a wysokonakładowej 9,32 t/ha. Dalsze zwiększenie dawek azotu do 180 kg/ha

w technologii niskonakładowej powodowało obniżenie plonu, natomiast w technologiach średnio- i wysokonakładowej przyrosty plonów, jednak niepotwierdzone statystycznie. Średnio dla pozostałych czynników najwyższy plon uzyskano stosując technologię wysokonakładową. W porównaniu do tej technologii plony zebrane z uprawy technologią średnionakładową były niższe o 3,74 t, a niskonakładową o 5,29 t/ha.

Tabela 3

Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plon bulw (średnio z lat 1997–2000) (t/ha)
Influence of irrigation and nitrogen fertilization on potato tuber yield (average from 1997–2000) (t/ha)

Wariant wodny Water variant (A)	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha) (C)				Średnio Average
	0	60	120	180	
Deszczowany Irrigated	31,99	38,97	43,94	43,69	39,65
Niedeszczowany Non-irrigated	29,52	33,12	34,99	34,75	33,09
Średnio Average	30,76	36,05	39,47	39,22	—
NIR ($\alpha=0,05$): A — 1,55; C — 1,24; AC — 1,75					
LSD ($\alpha=0,05$): A — 1,55; C — 1,24; AC — 1,75					

Tabela 4

Wpływ technologii uprawy i nawożenia azotowego na plon bulw (średnio z lat 1997–2000) (t/ha)
Influence of cultivation technology and nitrogen fertilization on potato tuber yield (average from 1997–2000) (t/ha)

Technologia uprawy (B) Cultivation technology	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha) (C)				Średnio Average
	0	60	120	180	
Niskonakładowa Low-input	30,19	33,89	37,70	34,58	34,09
Średnionakładowa Medium-input	29,20	35,69	38,47	39,21	35,64
Wysokonakładowa High-input	32,88	38,55	42,23	43,87	39,38
Średnio Average	30,76	36,05	39,47	39,22	—
NIR ($\alpha=0,05$): B — 2,06; C — 1,24; B×C — 2,15					
LSD ($\alpha=0,05$): B — 2,06; C — 1,24; B×C — 2,15					

Efektywność deszczowania wyrażona produktywnością 1 mm wody w technologiach średnio- i wysokonakładowej wzrastała w miarę zwiększania dawek azotu do 180 kg, natomiast w technologii niskonakładowej do dawki 120 kg N/ha (tab. 5). Średnio dla technologii uprawy, produktywność 1 mm wody wzrosła z 25,4 kg na obiekcie bez nawożenia azotowego do 91,8 kg bulw przy dawkach 120 i 180 kg N/ha.

Efektywność rolniczą 1 kg azotu, w zależności od deszczowania i technologii uprawy, przedstawiono w tabeli 6. Deszczowanie zwiększało efektywność rolniczą azotu, a wyższe dawki nawożenia azotowego ją zmniejszały. Poprawa efektywności rolniczej nawożenia azotem związana była ponadto ze zwiększeniem intensywności uprawy w technologiach.

Tabela 5

Produktywność 1 mm wody z deszczowania (kg bulw/ha) Productivity of 1 mm of irrigation water (kg of tubers/ha)					
Technologia uprawy Cultivation technology	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha)				Średnio Average
	0	60	120	180	
Niskonakładowa Low-input	15,6	74,4	82,4	65,8	59,5
Średnionakładowa Medium-input	27,1	49,8	88,3	97,5	65,7
Wysokonakładowa High-input	33,4	55,7	104,7	112,1	76,5
Średnio Average	25,4	59,9	91,8	91,8	67,2

Tabela 6

Produktywność 1 kg azotu (kg bulw/ha) Productivity of 1 kg of nitrogen (kg of tubers/ha)						
Wyszczególnienie Specification	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha)					
	0-60	0-120	0-180	60-120	60-180	120-180
W zależności od deszczowania Depending on irrigation						
Deszczowany Irrigated	116,2	99,6	65,0	82,9	39,4	-4,1
Niedeszczowany Non irrigated	60,0	45,6	29,0	31,2	13,6	-4,1
W zależności od technologii uprawy Depending on cultivation technology						
Niskonakładowa Low-input	61,7	62,5	24,4	63,4	5,7	-51,9
Średnionakładowa Medium-input	108,2	77,3	55,6	46,4	29,3	12,3
Wysokonakładowa High-input	94,5	77,9	61,1	61,4	44,4	27,5

Wyliczone nakłady poniesione na uprawę ziemniaków w przyjętych technologiach, na poszczególnych poziomach nawożenia azotowego, przedstawia tabela 7. Zróżnicowanie kosztów bezpośrednich na poszczególnych dawkach azotu wynikało z dodatkowych nakładów na nawozy oraz pracę rolnika i ciągnika w miarę zwiększania poziomu nawożenia.

W warunkach deszczowania największą wartość nadwyżki bezpośredniej uzyskano z uprawy technologią wysokonakładową i nawożenia dawką 180 kg N/ha (tab. 8). W warunkach bez deszczowania największe jej wartości, praktycznie nieróżniące się, uzyskano z uprawy technologią niskonakładową i nawożenia dawką 120 kg N/ha oraz technologią wysokonakładową i nawożenia dawką 180 kg N/ha. Deszczowanie, średnio dla technologii uprawy i nawożenia azotowego, zwiększyło nadwyżkę bezpośrednią, bez pomniejszania jej o koszty zabiegu, o 1967,1 zł/ha.

Tabela 7

Koszty bezpośrednie uprawy ziemniaków w zależności od technologii uprawy i nawożenia azotowego (zł/ha)

Direct costs of potato cultivation depending on cultivation technology and nitrogen fertilization (zł/ha)

Technologia uprawy Cultivation technologies	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha)				Średnio Average
	0	60	120	180	
Niskonakładowa Low-input	4235,0	4377,5	4500,5	4623,5	4434,1
Średnionakładowa Medium-input	4831,8	5013,3	5136,3	5259,3	5060,2
Wysokonakładowa High-input	5436,4	5578,9	5701,9	5824,9	5635,5
Średnio Average	4834,4	4989,9	5112,9	5235,9	—

Tabela 8

Nadwyżka bezpośrednia z uprawy ziemniaków w zależności od deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego (zł/ha)

Direct surplus of potato cultivation depending on irrigation, cultivation technology and nitrogen fertilization (zł/ha)

Wariant wodny Water variant	Technologia uprawy Cultivation technology	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha)				Średnio Average
		0	60	120	180	
Deszczowany Irrigated	niskonakładowa low-input	5050,0	6878,5	8015,5	6713,5	6664,4
	średnionakładowa medium-input	4324,2	6422,7	7697,7	7928,7	6593,3
	wysokonakładowa high-input	4913,6	6799,1	8497,1	8977,1	7296,7
	Średnio Average	4762,6	6700,1	8070,1	7873,1	6851,5
Niedeszczowany Non-irrigated	niskonakładowa low-input	4594,0	4700,5	5603,5	4787,5	4921,4
	średnionakładowa medium-input	3529,2	4964,7	5114,7	5078,7	4671,8
	wysokonakładowa high-input	3938,6	5170,1	5434,1	5698,1	5060,2
	Średnio Average	4020,6	4945,1	5384,1	5188,1	4884,4

Najwyższe wartości wskaźników efektywności krańcowej nawożenia azotem, we wszystkich technologiach uprawy i obu wariantach wodnych, uzyskano przy zwiększaniu nawożenia azotowego w przedziale dawek 0–60 i 60–120 kg N/ha (tab. 9). Zwiększanie dawki azotu ze 120 do 180 kg N/ha wyraźnie obniżyło efektywność krańcową. Zainwestowany 1 zł na nawozy azotowe w warunkach deszczowania dawał znacznie wyższe wartości wskaźnika efektywności krańcowej niż w warunkach bez tego zabiegu.

Tabela 9

Efektywność krańcowa nawożenia azotem (zł/zł w nawozie)		Poziom nawożenia azotem					
Marginal effectiveness of nitrogen fertilization (zł/zł in fertilizer)		Nitrogen fertilization level (kg /ha)					
Wariant wodny Water variant	Technologia uprawy Cultivation technologies	0-60	0-120	0-180	60-120	60-180	120-180
Deszczowany Irrigated	niskonakładowa low-input	16,02	13,13	5,56	10,24	0,32	-9,58
	średnionakładowa medium-input	18,54	14,95	10,92	11,36	7,12	2,87
	wysokonakładowa high-input	16,48	15,64	12,06	14,80	9,85	4,90
Nie deszczowany Non-irrigated	niskonakładowa low-input	2,02	5,18	1,57	8,34	1,35	-5,63
	średnionakładowa medium-input	13,14	7,68	5,36	2,22	1,46	0,71
	wysokonakładowa high-input	11,17	7,16	5,82	3,15	3,15	3,15

DYSKUSJA

W literaturze wykazuje się silną reakcję ziemniaków na deszczowanie i zwiększanie intensywności uprawy (Borówczak i in., 1998 b; Rembeza i Chotkowski, 1995). W przeprowadzonych badaniach własnych, plony bulw ziemniaków zależały od współdziałania stosowanych czynników badawczych. Stwierdzone współdziałanie deszczowania z nawożeniem azotowym wynikało z większych przyrostów plonów w warunkach deszczowania, w porównaniu do warunków kontrolnych. Uzyskany przyrost plonu pod wpływem deszczowania wyniósł 19,8% i był niższy od najczęściej wykazywanych w literaturze (Nowicka i in., 1987; Kaczmarczyk i in., 1989; Gładysiak i Borówczak, 1996; Borówczak i in., 1998 b), jednak o jego wielkości decydują głównie opady w okresie badań. Wartość przyrostu plonu brutto, bez pomniejszania jej o koszty zabiegu, wyniosła 1967,1 zł. Czysty zysk z deszczowania możliwy byłby do wyliczenia po odjęciu jego kosztów, które jednak są bardzo zmienne w zależności od stosowanych rozwiązań technicznych i powinny być odnoszone do konkretnego obiektu deszczownianego.

W przeprowadzonych badaniach produktywność jednostkowa wody była większa niż w badaniach Rojka i Chmury (1987), ale mniejsza niż u Borówczaka (1982), Kaczmarczyka i wsp. (1986) oraz Głuskiej (1995). Jej poprawie sprzyjało większe nawożenie azotem i wyższa intensywność uprawy w technologiach.

Zwiększenie, w badaniach własnych, nakładów na uprawę, do poziomu przyjętego dla technologii średnionakładowej, średnio dla deszczowania i nawożenia azotem, nie powodowało, w porównaniu do technologii niskonakładowej, istotnej zwwyżki plonów i pogarszało opłacalność uprawy. Dalsze jednak zwiększenie intensywności, do poziomu technologii wysoko nakładowej, wyraźnie zwiększyło plony i dało najlepsze efekty ekonomiczne.

Wysoce efektywne w uprawie ziemniaków okazało się nawożenie azotowe. Wykazane współdziałanie deszczowania z nawożeniem azotowym wynikało, podobnie jak w bada-

niach Gładysiaka i Borówczaka (1996) oraz Borówczaka i wsp. (1998), z poprawy efektywności działania azotu w korzystniejszych warunkach wilgotnościowych. Wyraziła się ona większymi przyrostami plonu w miarę zwiększania dawek azotu do optymalnej dawki 120 kg/ha w warunkach deszczowania, w porównaniu do kombinacji bez tego zabiegu. Poprawę efektywności nawożenia azotem uzyskano również przy uprawie ziemniaków według technologii średnio- i wysokonakładowej. Deszczowanie zwiększyło efektywność 1 zł zainwestowanego w nawozy w przedziale dawek 0 - 120 kg N na 1 ha z 6,67 zł w warunkach bez deszczowania do 14,57 zł. Największą wartość nadwyżki bezpośredniej w warunkach deszczowania gwarantowała technologia wysokonakładowa na dawce 180 kg N/ha, a w warunkach bez deszczowania również ta technologia na tej samej dawce i technologia niskonakładowa na dawce 120 kg N/ha.

WNIOSKI

1. Deszczowanie i wyższa intensywność uprawy w technologiach poprawiały efektywność nawożenia azotem ziemniaków, co wyraziło się większymi przyrostami plonów w tych warunkach uprawy w miarę zwiększania nawożenia do optymalnej dawki 120 kg N/ha. Średnio dla pozostałych czynników deszczowanie zwiększyło plon bulw o 19,8%, a wartość nadwyżki bezpośredniej, bez pomniejszenia jej o koszty zabiegu, o 1967,1 zł/ha.
2. Produktowność 1 mm wody zastosowanej w postaci deszczowania była najwyższa w technologii wysokonakładowej. Ponadto wzrastała w miarę zwiększania dawek azotu.
3. Technologia wysokonakładowa, średnio dla wariantów wodnych i nawożenia azotowego, dawała istotnie wyższe plony w porównaniu do niższych nakładowych.
4. Efektywność rolnicza 1 kg azotu zwiększała się pod wpływem deszczowania i wyższej intensywności uprawy w technologiach, a zmniejszała się wraz ze wzrostem dawki nawożenia azotowego.
5. Największą wartość nadwyżki bezpośredniej w warunkach deszczowania uzyskano stosując technologię wysokonakładową i nawożenie 180 kg N/ha, a w warunkach bez deszczowania również stosując tę technologię przy tej samej dawce nawożenia oraz technologię niskonakładową i dawkę 120 kg N/ha.

LITERATURA

- Borówczak F. 1982. Efekty deszczowania ziemniaków w warunkach Wielkopolski. Rocz. AR w Poznaniu. CXXXVIII: 13 — 23.
- Borówczak F., Koziara W., Grześ S. 1998 a. Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy jęczmienia jarego. Pam. Puł. 112: 19 — 26.
- Borówczak F., Koziara W., Grześ S., Gładysiak S. 1998 b. Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy ziemniaków. Roczniki AR w Poznaniu. CCCVII, 52: 159 — 167.
- Gładysiak S., Borówczak F. 1996. Wpływ pogody, deszczowania i nawożenia azotowego na plony ziemniaków w wieloletnich doświadczeniach w warunkach Wielkopolski. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 438: 53 — 60.
- Głuska A. 1995. Nawadnianie ziemniaków przeznaczonych na bardzo wczesny zbiór. Ziem. Pol. 3: 25-28.

- Kukuła S., Krasowicz S. 1995. Porównanie technologii uprawy pszenicy ozimej o różnej intensywności produkcji. *Fragm. Agron.* 48: 96 — 105.
- Nowicka S., Karczmarczyk S., Koszański Z. 1987. Wpływ nawadniania i nawożenia potasem na plonowanie ziemniaków uprawianych na glebie lekkiej niziny szczecińskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 314: 207 — 217.
- Rembeza J., Chotkowski J. 1995. Czynniki zwiększające opłacalność produkcji ziemniaków jadalnych, przemysłowych i sadzeniaków. *Konf. Nauk. Efektywność gospodarki ziemniakami na tle innych krajów. Bonin*: 142 — 154.
- Zalewski A., Dzwonkowski W., Klementowski A., Mieszkowska L. 2005. Rynek środków produkcji i usług dla rolnictwa. *Rynek rolny. Notowania, ceny, tendencje. MRiRW* 4 (170): 22 — 32.

FRANCISZEK BORÓWCZAK**KATARZYNA REBARZ**

Katedra Uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Wpływ uprawy o różnej intensywności na wielkość i skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Ania

The effects of different cultivation intensity on size and chemical composition of tubers in potato cv. Ania

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1997–2000 badano wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotem na wielkość i skład chemiczny bulw ziemniaków. Stwierdzono, że deszczowanie i technologie uprawy o wyższych nakładach zwiększyły w plonie udział bulw o średnicy powyżej 6 cm. Plony frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm i 6 cm w warunkach deszczowania przyrastały w miarę zwiększania dawek azotu do 120 kg/ha, a w warunkach bez tego zabiegu do dawki 60 kg/ha. Najwyższe plony tych frakcji uzyskano z uprawy technologią wysokonakładową. Stwierdzono ponadto, że analizowane czynniki miały wpływ na zawartość skrobi, białka, azotu, włókna, popiołu i potasu w bulwach.

Słowa kluczowe: deszczowanie, nawożenie azotem, skład chemiczny, technologie uprawy, wielkość bulw, ziemniaki

In experiments carried out in 1997–2000 the influence of irrigation, cultivation technology and nitrogen fertilization on size and chemical composition of potato tubers was investigated. Both irrigation and cultivation technologies of the higher input increased the share of tubers exceeding 6 cm in diameter. The yields of tubers with a diameter above 4 cm and 6 cm increased with increasing nitrogen doses up to 120 kg/ha and 60 kg/ha in the irrigated and non-irrigated fields, respectively. The highest tuber yields in these fractions were obtained when the high-input technology was applied. The factors analyzed markedly influenced the content of starch, protein, nitrogen, fibre, ash and potassium in tubers.

Key words: chemical composition, cultivation technologies, irrigation, nitrogen fertilization, potatoes, tuber size

WSTĘP

Agrotechnika stosowana w produkcji ziemniaków wywiera wpływ nie tylko na wysokość plonu, ale również na jego jakość. Sposób uprawy ziemniaków wiązać się

powinien zatem z zamierzonym kierunkiem ich użytkowania. Zarówno przemysł ziemniaczany oraz wzrastające wymagania konsumentów stawiają producentom coraz większe wymagania jakościowe. Dotyczą one m.in. takich cech jakościowych jak wielkość i skład chemiczny bulw. W literaturze dość obszernie wykazuje się silny wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na udział w plonie poszczególnych frakcji bulw i na zawartość w nich składników organicznych i mineralnych (Borówczak 1981, 1982; Goc i Roztropowicz, 1986; Głuska i Szutkowska, 1993). Znacznie mniej jest natomiast danych dotyczących wpływu innych zabiegów uprawowych stosowanych w technologiach uprawy na te cechy. Ponadto wpływ jakiegokolwiek czynników na jakość ziemniaków powinien być odnoszony do konkretnej odmiany, gdyż ich reakcja na zmienne warunki uprawy może być odmienna (Głuska i Szutkowska, 1993).

Celem przeprowadzonych badań własnych było określenie wpływu różniących się nakładami na ochronę roślin, nawożenie fosforowe, potasowe i dokarmianie dolistne technologii uprawy na tle zmiennych warunków wodnych i dawek azotu, na wielkość i skład chemiczny bulw ziemniaków odmiany Ania.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1997–2000 w Złotnikach pod Poznaniem, filii Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego Gorzyń, w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych o jednostkach rozszczepionych, w czterech powtórzeniach z trzema czynnikami badawczymi.

Czynniki badane w doświadczeniu:

1. wariant wodny:

- deszczowany — deszczowanie wg kryterium optymalnego uwilgotnienia gleby przy spadku wilgotności w warstwie 0–30 cm do 70% ppw w okresie największej wrażliwości roślin na niedobór wody,
- niedeszczowany — naturalny układ warunków wilgotnościowych gleby.

2. technologie uprawy — różniące się nakładami na pielęgnację, ochronę roślin, nawożenie fosforowe i potasowe oraz na dokarmianie dolistne:

- technologia niskonakładowa — bez stosowania nawożenia fosforowego i potasowego oraz syntetycznych środków ochrony roślin,
- technologia średnionakładowa — ograniczone stosowanie pestycydów w ochronie roślin oraz nawożenie fosforowo-potasowe w wysokości 50 kg P_2O_5 /ha i 130 kg K_2O /ha,
- technologia wysokonakładowa — pełna ochrona roślin ze stosowaniem herbicydów, opryskami przeciwko chorobom i szkodnikom, nawożeniem fosforowym 70 kg P_2O_5 /ha i potasowym 175 kg K_2O /ha oraz dokarmianiem dolistnym,

3. nawożenie azotowe:

- 0 kg N/ha,
- 60 kg N/ha,
- 120 kg N/ha,
- 180 kg N/ha.

Szczegółowo nawożenie i zabiegi ochrony roślin w doświadczeniu oraz przebieg pogody w latach badań przedstawiono w innej pracy niniejszego wydawnictwa (Borówczak i Rębarz, 2006). Zawartość składników mineralnych w bulwach wyrażono w formie pierwiastkowej. W oparciu o wykazane zmiany w strukturze plonów i plon ogólny bulw przedstawiony w pracy (Borówczak i Rębarz, 2006) wyliczono plony frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm i powyżej 6 cm.

Ziemniaki uprawiano w drugiej rotacji statycznego płodozmianu: ziemniaki⁺⁺ – jęczmień jary — groch siewny — pszenica ozima, w którym różnicowano intensywność uprawy każdej rośliny odpowiednio do przyjętych założeń dla całego płodozmianu.

WYNIKI

Stosowane w doświadczeniu czynniki kształtowały udział wydzielonych frakcji bulw w plonie ziemniaków działając niezależnie od siebie. Wpływ deszczowania zaznaczył się wyraźnym zwiększeniem, w porównaniu do obiektów niedeszczowanych, udziału w plonie frakcji bulw o średnicy powyżej 6 cm (tab. 1). Jednocześnie obniżył się w plonie udział analizowanych frakcji o mniejszej średnicy, tj. poniżej: 3 cm, 3–4 cm, 4–6 cm i 3–6 cm. Skutkiem zwiększonego udziału w plonie deszczowanych ziemniaków bulw dużych zwiększył się również w nich udział frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm.

Tabela 1

Udział różnych frakcji bulw w plonie ziemniaków deszczowanych i niedeszczowanych (%)
Share of different tuber fractions in the yields of irrigated and non-irrigated potatoes (%)

Wariant wodny Water variant	Frakcje bulw Tuber size distribution					
	<3 cm	3-4 cm	4-6 cm	>6 cm	3-6 cm	> 4 cm
Deszczowane Irrigated	0,98	9,01	47,19	42,83	56,19	90,02
Niedeszczowane Non-irrigated	1,77	11,84	50,60	35,79	62,44	86,39
NIR _(α=0,05)	0,41	1,65	2,50	3,23	3,18	1,93
LSD _(α=0,05)						

Oddziaływanie technologii uprawy na udział poszczególnych frakcji bulw w plonach ziemniaków było zróżnicowane (tab. 2). Technologia niskonakładowa, w porównaniu do pozostałych technologii uprawy, zwiększyła w plonie udział frakcji bulw o średnicy 4–6 cm i 3–6 cm oraz obniżyła udział bulw o średnicy 3–4 cm i powyżej 6 cm. Różnice w udziale frakcji bulw między technologią średnio- i wysokonakładową, nawet w przypadkach udowodnionych statystycznie, były niewielkie i nie przekraczały 1,46%.

Wpływ nawożenia azotem na strukturę plonu najwyraźniej przejawiał się wzrostem udziału bulw o średnicy powyżej 6 cm przy stosowaniu wszystkich dawek azotu, w porównaniu od obiektu bez nawożenia (tab. 3). Plony z kombinacji kontrolnej, bez azotu, miały natomiast wyższy udział frakcji o średnicy 3–4 i 3–6 cm. Na plony frakcji bulw o średnicy powyżej 4 i 6 cm wpływały wszystkie stosowane czynniki. Wystąpiło też

współdziałanie deszczowania z nawożeniem azotowym (tab. 4) i technologii uprawy z nawożeniem azotowym (tab. 5).

Tabela 2

Udział frakcji bulw w plonie ziemniaków w zależności od technologii uprawy (%)
Share of tuber fractions in potato yield depending on cultivation technology (%)

Technologia uprawy Cultivation technology	Frakcje bulw Tuber size distribution					
	<3 cm	3-4 cm	4-6 cm	>6 cm	3-6 cm	>4 cm
Niskonakładowa Low-input	1,26	9,87	52,05	36,84	61,92	88,89
Średnionakładowa Medium-input	1,37	10,04	47,88	40,72	57,92	88,59
Wysokonakładowa High-input	1,50	11,37	46,75	40,38	58,12	87,13
NIR _(α=0,05)	—	0,90	2,24	2,42	2,44	0,94
LSD _(α=0,05)						

Tabela 3

Udział frakcji bulw w plonie ziemniaków w zależności od nawożenia azotowego (%)
Share of tuber fractions in potato yield depending on nitrogen fertilization (%)

Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization	Frakcje bulw Tuber size distribution					
	<3 cm	3-4 cm	4-6 cm	>6 cm	3-6 cm	>4 cm
0 kg N/ha	1,48	11,46	49,60	37,46	61,06	87,06
60 kg N/ha	1,20	9,45	49,38	39,99	58,83	89,37
120 kg N/ha	1,32	10,79	48,49	39,40	59,28	87,89
180 kg N/ha	1,50	9,99	48,11	40,41	58,10	88,52
NIR _(α=0,05)	—	1,16	—	2,15	2,12	1,26
LSD _(α=0,05)						

W warunkach deszczowania były one wyższe i wzrastały w miarę zwiększania dawek azotu do 120 kg/ha. Dalsze zwiększenie dawki azotu do 180 kg/ha nie powodowało istotnego przyrostu plonu. W warunkach bez deszczowania przyrosty plonów analizowanych frakcji notowano tylko przy zwiększeniu nawożenia do dawki 60 kg N/ha. Deszczowanie, średnio dla pozostałych czynników, zwiększyło plon frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm o 6,75 t/ha (23,3%), a powyżej 6 cm o 4,66 t/ha (37,4%).

Wpływ technologii uprawy na plon frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm i zaznaczył się większymi jego przyrostami w technologii średnio- i wysokonakładowej, w miarę zwiększania dawek nawożenia azotem do dawki 120 kg N/ha, w porównaniu do technologii niskonakładowej (tab. 5). Podobnie wzrastał plon frakcji bulw powyżej 6 cm, przy czym w technologii wysokonakładowej notowano jego przyrost do dawki 180 kg N/ha.

Tabela 4

Wpływ deszczowania i nawożenia azotowego na plon frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm i 6 cm (t/ha)
Influence of irrigation and nitrogen fertilization on the yields of tubers exceeding 4 cm and 6 cm in diameter (t/ha)

Frakcja Fraction	Wariant wodny Water variant (A)	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha) (C)				Średnio Average
		0	60	120	180	
>4 cm	deszczowany irrigated	28,52	35,42	39,16	39,63	35,68
	niedeszczowany non-irrigated	25,52	29,21	30,65	30,36	28,93
	średnio average	27,02	32,31	34,91	35,00	—
NIR _(α=0,05) : A — 1,65; C — 1,19; AC — 1,69 LSD _(α=0,05) : A — 1.65; C — 1.19; AC — 1.69						
>6 cm	deszczowany irrigated	12,94	17,06	18,65	19,86	17,13
	niedeszczowany non-irrigated	10,68	12,28	13,38	13,56	12,47
	średnio average	11,81	14,67	16,01	16,71	—
NIR _(α=0,05) : A — 1,75; C — 1,15; AC — 1,62 LSD _(α=0,05) : A — 1.75; C — 1.15; AC — 1.62						

Tabela 5

Wpływ technologii uprawy i nawożenia azotowego na plon frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm i 6 cm (t/ha)
Influence of cultivation technology and nitrogen fertilization on the yields of tubers exceeding 4 cm and 6 cm in diameter (t/ha)

Plony frakcji	Technologia uprawy Cultivation technology (B)	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha) (C)				Średnio Average
		0	60	120	180	
>4 cm	niskonakładowa low-input	27,19	31,06	33,47	31,09	30,70
	średnionakładowa medium-input	25,28	31,99	34,20	34,98	31,62
	wysokonakładowa high-input	28,58	33,87	37,06	38,92	34,61
	średnio average	27,02	32,31	34,91	35,00	—
NIR _(α=0,05) : B — 1,94; C — 1,19; B × C — 2,07 LSD _(α=0,05) : B — 1.94; C — 1.19; B × C — 2.07						
>6 cm	niskonakładowa low-input	12,39	13,71	13,92	13,93	13,49
	średnionakładowa medium-input	10,58	14,14	16,85	16,69	14,57
	wysokonakładowa high-input	12,46	16,17	17,26	19,51	16,35
	średnio average	11,81	14,67	16,01	16,71	—
NIR _(α=0,05) : B — 1,61; C — 1,15; B × C — 1,9 LSD _(α=0,05) : B — 1.61; C — 1.15; B × C — 1.99						

Tabela 6

Wpływ deszczowania na zawartość skrobi w bulwach ziemniaków (%)
Influence of irrigation on starch content in potato tubers (%)

Wariant wodny Water variant	Zawartość skrobi Starch content
Deszczowany — Irrigated	15,55
Niedeszczowany — Non irrigated	15,71
NIR _(α=0,05)	0,14
LSD _(α=0,05)	

Tabela 7

Wpływ technologii uprawy i nawożenia azotowego na zawartość skrobi (%)
Influence of cultivation technology and nitrogen fertilization on starch content (%)

Technologia uprawy Cultivation technology (B)	Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha) (C)				Średnio Average
	0	60	120	180	
Niskonakładowa Low- input	15,58	15,67	15,70	15,82	15,69
Średnionakładowa Medium-input	15,73	15,84	15,87	15,45	15,72
Wysokonakładowa High-input	15,64	15,55	15,35	15,37	15,48
Średnio Average	15,65	15,68	15,64	15,55	—
NIR _(α=0,05) : B — 0,17; B × C — 0,29					
LSD _(α=0,05) : B — 0,17; B × C — 0,29					

Technologia wysokonakładowa, średnio dla pozostałych czynników, dała większe plony omawianych frakcji bulw, w porównaniu do nieróżniących się zasadniczo w technologiach nisko- i średnionakładowej. Nie stwierdzono istotnego wpływu badanych czynników na zawartość suchej masy w bulwach (tab. 8).

Na zawartość skrobi w bulwach wpływało deszczowanie oraz technologie uprawy współdziałające z nawożeniem azotowym. Deszczowanie obniżyło zawartość skrobi o 0,16% (tab. 6). Zmiany w zawartości tego składnika przy zwiększaniu dawek azotu w technologiach wyraziły się tendencją nieznacznego wzrostu w technologii niskonakładowej i wyraźniejszego obniżenia przy dawkach ponad 120 kg w technologii średnionakładowej i ponad 60 kg w technologii wysokonakładowej (tab. 7). Średnio dla pozostałych czynników, technologia wysokonakładowa istotnie obniżyła zawartość skrobi w porównaniu do technologii o niższych nakładach.

Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego na zawartość pozostałych składników organicznych oraz składników mineralnych był niewielki (tab. 8). Stwierdzone istotne zmiany w ich zawartości były wynikiem niezależnego działania stosowanych czynników. Deszczowanie istotnie wpłynęło tylko na zawartość włókna, zwiększając ją. W warunkach deszczowania wystąpiła ponadto tendencja do obniżenia się zawartości białka, azotu i potasu oraz zwiększenia zawartości popiołu. Technologie, wraz ze zwiększaniem w nich intensywności uprawy, zmniejszały zawartość potasu. Wpływ

nawożenia azotem uwidocznił się we wzroście zawartości białka i azotu oraz obniżeniu się zawartości popiołu i potasu w miarę zwiększania dawek azotu.

Tabela 8

Wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego na zawartość składników organicznych i mineralnych w bulwach ziemniaków w % s.m.
Influence of irrigation, cultivation technology and nitrogen fertilization on chemical composition of potato tubers in % of dry matter

Czynnik Factor	Poziom Level	Sucha masa Dry matter	Białko surowe Crude protein	Włókno surowe Crude fibre	Tłuszcz surowy Crude fat	Popiół surowy Crude ash	BZW NFE	N	K	Mg	P
Wariant wodny Water variant	D*	23,66	9,68	5,88	0,70	6,45	77,29	1,55	1,79	0,098	0,33
	ND	23,55	10,25	4,93	0,71	5,98	78,13	1,64	1,95	0,097	0,33
NIR — LSD _(α=0,05)		r.n.	r.n.	0,12	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Technologia uprawy Cultivation technology	N**	23,45	10,00	5,59	0,70	6,49	77,22	1,60	1,92	0,101	0,33
	Ś	23,66	9,93	5,26	0,71	6,11	77,99	1,59	1,89	0,096	0,33
	W	23,69	9,93	5,35	0,71	6,04	77,97	1,59	1,79	0,095	0,33
NIR — LSD _(α=0,05)		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,06	r.n.	r.n.
Nawożenie azotowe Nitrogen fertilization (kg N/ha)	0	23,69	9,50	5,55	0,69	6,37	77,89	1,52	1,92	0,099	0,33
	60	23,63	9,81	5,39	0,72	6,15	77,93	1,57	1,91	0,097	0,33
	120	23,29	10,06	5,42	0,70	6,23	77,59	1,61	1,84	0,098	0,33
	180	23,80	10,37	5,24	0,71	5,12	77,56	1,66	1,80	0,096	0,33
NIR _(α=0,05) LSD _(α=0,05)		r.n.	0,17	r.n.	r.n.	0,12.	r.n.	0,02	0,04	r.n.	r.n.

*D — Deszczowany; Irrigated, ND — Nideszczowany; Non-irrigated

** Technologia uprawy; Cultivation technology

N — Niskonakładowa; Low-input

Ś — Średnionakładowa; Medium-input

W — Wysokonakładowa; High-input

DYSKUSJA

W przeprowadzonych badaniach, w ocenie jakości ziemniaków, uwzględniono zmiany w udziale w plonie frakcji o różnej wielkości oraz w składzie chemicznym bulw. Na strukturę plonów, ze stosowanych czynników, najwyraźniej wpływało deszczowanie. Stosowanie tego zabiegu powodowało zwiększenie udziału frakcji bulw o większym kalibrze. Zatem struktura plonu w warunkach deszczowania układała się szczególnie korzystnie dla produkcji ziemniaków jadalnych i wykorzystywanych w przetwórstwie do produkcji frytek. Na podobne zachowanie się struktury plonów w warunkach deszczowania wskazują Borówczak (1982) i Głuska (1997). Udział w plonie frakcji bulw o średnicy 3–6 cm może być interesujący dla producentów ziemniaków ze względu na wykorzystywanie tej frakcji w celach rozmnożeniowych jako sadzeniaki. Technologie uprawy wpływały przede wszystkim na zmiany udziału w plonach frakcji o średnicy 3–6, 4–6 i powyżej 6 cm. Technologie średnio- i wysokonakładowa zwiększały udział frakcji o największych bulwach — powyżej 6 cm, zmniejszając jednocześnie udział frakcji

o mniejszym kalibrze. Wpływ wzrastających dawek nawożenia azotem na udział w plonie poszczególnych frakcji bulw okazał się niewielki.

Praktykę rolniczą interesują przede wszystkim plony tych frakcji bulw, które mogą być wykorzystane w celach handlowych jako jadalne (obecnie o średnicy powyżej 3,5 cm, do 2003 r. powyżej 4,0 cm) oraz do produkcji frytek (średnica powyżej 55 mm). Wykazane w badaniach autorów współdziałania stosowanych czynników w kształtowaniu plonów frakcji bulw o średnicy powyżej 4 i 6 cm wynikały z poprawy efektywności działania azotu w korzystniejszych warunkach wilgotnościowych i w technologiach o wyższej intensywności produkcji. Przyrosty plonów frakcji o średnicy powyżej 4 cm, w wysokości 23,3%, i powyżej 6 cm, w wysokości 37,4%, potwierdzają, podobnie jak w badaniach Borówczaka (1982), Głuskiej i Szutkowskiej (1993), silną reakcję ziemniaków na poprawę warunków wilgotnościowych w glebie.

Ze względu na przydatność ziemniaków do celów kulinarnych i na ich wartość pokarmową, ważne są zmiany w składzie chemicznym bulw. Wiele badań wskazuje obniżenie zawartości suchej masy i skrobi pod wpływem nawadniania (Grześkiewicz i Wierzejska, 1980; Roztropowicz, 1989; Głuska, 1997) i nawożenia azotowego, zwłaszcza przy jego wysokich dawkach (Fotyma i Grześkiewicz, 1979; Zgórska i Frydecka-Mazurczyk, 1985; Roztropowicz, 1989; Mitrus i in., 2002). W badaniach własnych zawartość suchej masy nie zmieniała się pod wpływem badanych czynników, natomiast zawartość skrobi obniżyła się pod wpływem deszczowania i nawożenia wyższymi dawkami azotu w technologiach o wyższej intensywności uprawy.

Z punktu widzenia wartości żywieniowej ważne są zmiany w zawartości białka, które ze względu na skład aminokwasowy, ma wysoką wartość odżywczą. Według Borówczaka (1981) zawartość białka obniża się pod wpływem deszczowania, a według Prośby-Białczyk (1992) i Sawickiej (1998) wzrasta przy nawożeniu wyższymi dawkami azotu. W badaniach własnych stwierdzono wzrost zawartości tego składnika przy zwiększaniu dawek azotu. Zawartość azotu zmieniała się podobnie jak zawartość białka. W doświadczeniu stwierdzono ponadto wzrost zawartości włókna w warunkach deszczowania, obniżenie się zawartości potasu wraz ze wzrostem intensywności uprawy i dawek nawożenia azotem. Na zawartość pozostałych analizowanych składników wpływ deszczowania, technologii uprawy i nawożenia azotowego był niewielki.

WNIOSKI

1. Deszczowanie, średnio dla pozostałych czynników, zwiększyło udział w plonie bulw o kalibrze powyżej 6 cm, obniżając jednocześnie udział bulw o średnicy poniżej: 3 cm, 3–4 cm, 4–6 cm i 3–6 cm.
2. Technologie o wyższej intensywności uprawy powodowały zwiększenie w plonie udziału bulw o średnicy powyżej 6 cm. Wpływ nawożenia azotem na strukturę plonów był niewielki.
3. Deszczowanie i technologie uprawy wraz z nawożeniem azotowym wpływały na plon frakcji bulw o średnicy powyżej 4 cm i powyżej 6 cm. W warunkach deszczowania plony te przyrastały w miarę zwiększania nawożenia azotowego do dawki 120 kg/ha,

- a w warunkach bez deszczowania do dawki 60 kg/ha. Średnio dla pozostałych czynników, najwyższe plony uzyskano z uprawy technologią wysokonakładową.
4. Stosowane w badaniach czynniki nie miały większego wpływu na skład chemiczny bulw. Istotnym zmianom uległa tylko zawartość skrobi i włókna pod wpływem deszczowania, zawartość potasu w technologiach uprawy oraz białka, popiołu, azotu i potasu przy zwiększaniu dawek azotu.

LITERATURA

- Borówczak F. 1981. Zmiany w składzie chemicznym ziemniaków pod wpływem deszczowania i zróżnicowanego nawożenia mineralnego. *Rocz. AR w Poznaniu*. CXXVIII: 17 — 28.
- Borówczak F. 1982. Efekty deszczowania ziemniaków w warunkach Wielkopolski. *Rocz. AR w Poznaniu*, CXXXVIII: 13 — 23.
- Borówczak F., Rębarz K. 2006. Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy ziemniaka odmiany Ania. *Biul. IHAR* 242: 175 — 184.
- Fotyma M., Grześkiewicz H. 1979. Wpływ nawożenia azotem i fosforem na plon i zawartość skrobi ziemniaków odmiany Nysa. *Inst. Ziem. Bonin, Ziemniak*: 157 — 182.
- Głuska A. 1997. Wpływ nawadniania na jakość plonu ziemniaków. *Ziem. Pol.* 3: 7 — 10.
- Głuska A., Szutkowska M. 1993. Wpływ opadów i nawadniania na plon i udział bulw dużych (o średnicy powyżej 5 cm) w plonie kilkunastu odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 43: 35 — 42.
- Goc K., Roztropowicz S. 1986. Reakcja odmian ziemniaka na nawadnianie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 268: 647 — 662.
- Grześkiewicz H., Wierzejska A. 1980. Wpływ nawadniania i nawożenia azotem na plon i niektóre cechy jakości ziemniaków. *Biul. Inst. Ziem.* 25: 77 — 93.
- Mitrus J., Stankiewicz Cz., Steć E., Kamecki M. 2002. Zawartość wybranych składników żywieniowych w bulwach ziemniaka w zależności od cech odmianowych i zabiegów agrotechnicznych. Cz. I. Zawartość skrobi i witaminy C. *Rocz. Nauk Roln. Ser. A* 116/ (1-4): 169 — 175.
- Prośba-Białczyk U. 1992. Wpływ terminu sadzenia i nawożenia azotem na jakość plonu ziemniaka. *Rocz. Nauk Roln. Ser. A* 109/3: 133 — 141.
- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 1 (21): 33 — 75.
- Sawicka B. 1998. Próba ustalenia wpływu czynników środowiska i nawożenia azotem na bulwy ziemniaka w rejonie białkopodlaskim. *Rocz. Nauk Roln. Ser. A* 106/4: 7 — 19.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1985. Warunki agrotechniczne i przechowalnicze a cechy użytkowe bulw ziemniaka. *Biul. Inst. Ziem.* 33: 109 — 120.

ANNA PRZETAKIEWICZPracownia Hodowli Odpornościowej, Zakład Fitopatologii
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Ralstonia solanacearum — sprawca śluzaka roślin psiankowatych

Ralstonia solanacearum — the causative agent of brown rot of solanaceus species

W pracy przedstawiono biologię i epidemiologię bakterii patogenicznej *Ralstonia solanacearum* wywołującej chorobę określaną śluzakiem ważnych gospodarczo gatunków roślin. Szczególny nacisk położono na kompleksowość gatunku i szeroki zakres roślin podatnych na infekcję oraz sposoby rozprzestrzeniania się bakterii. W artykule opisane zostały objawy chorobowe wywołane infekcją patogena, zagrożenia związane z występowaniem infekcji latentnej oraz podstawowe metody detekcji *Ralstonia solanacearum* w porażonym materiale roślinnym.

Słowa kluczowe: diagnostyka choroby, objawy chorobowe, podatność na infekcję, przeżywalność, *Ralstonia solanacearum*, śluzak roślin psiankowatych

The paper presents biology and epidemiology of the pathogenic bacteria *Ralstonia solanacearum* causing brown rot in economically important plant species. Particular emphasis was put on species complexity, broad range of plants susceptible to infection and on ways of bacterial dispersion. Symptoms of infection, risk associated with the latent infection and basic methods of detection of *Ralstonia solanacearum* in infected plant material are described in the paper.

Key words: brown rot of plants, diagnostic, disease symptoms, *Ralstonia solanacearum*, survival, susceptibility

WSTĘP

Ralstonia solanacearum Smith. (Yabuuchi i in., 1995) (syn. *Pseudomonas solanacearum*, *Burkholderia solanacearum*) jest gram-ujemną, patogeniczną bakterią glebową pochodzącą z wyżynnych regionów Peru i Boliwii (Van der Wolf i Perombelon, 1997) wywołującą chorobę nazywaną brunatną zgnilizną, brązową zgnilizną lub bakteryjnym więdnieniem roślin. W polskim nazewnictwie choroba ta określana jest mianem śluzaka roślin psiankowatych (Borecki i in., 1996). *Ralstonia solanacearum* poraża ponad 200 gatunków roślin należących do przeszło 50 rodzin. Zasięg roślin podatnych na infekcję obejmuje zarówno rośliny jedno- jak i dwuliścienne, jednoroczne, drzewa i krzewy (Hayward, 1991). Pełna lista gatunków podatnych na infekcję opubli-

kowana została w pracach Kelmana (1953), Bradbur'ego (1986), Persleya (1986) i Haywarda (1994 a).

R. solanacearum jest zdolna do przeżywania w niesprzyjających warunkach klimatycznych w głębszych warstwach gleby, w wodach powierzchniowych oraz w roślinach rezerwuarowych takich jak psianka słodkogórz (*Solanum dulcamara*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*) i psianka czarna (*Solanum nigrum*) nie wywołując objawów chorobowych w organizmie gospodarza (Van der Wolf i Perombelon, 1997). Patogen atakuje wiele chwastów z rodziny psiankowate zwiększających populację bakterii w glebie i mogących pełnić funkcję gospodarzy alternatywnych w sytuacji, gdy na danym obszarze występują gatunki, których *Ralstonia* nie poraża (Hayward, 1994).

Dotychczas epidemie choroby wywołanej śluzakiem (polska nazwa patogena) odnotowywano w licznych krajach klimatu tropikalnego i subtropikalnego, a w ostatnich latach, w wyniku adaptacji do niższych temperatur, również w krajach klimatu umiarkowanego (Grey i Steck, 2001). Obecnie na terytorium Europy sporadyczne epidemie brunatnej zgnilizny wystąpiły w Belgii, Holandii, Francji, Niemczech, Grecji, Włoszech, Portugalii, Hiszpanii i Anglii. Ostatnie dane donoszą o pojawieniu się izolowanych źródeł infekcji na Węgrzech i w Turcji. We wszystkich krajach Wspólnoty Europejskiej, w których w ostatnich latach doszło do porażenia roślin uprawnych przez *R. solanacearum* opracowano precyzyjne metody kontroli i prowadzenia sond polowych, pozwalających zidentyfikować zasięg rozprzestrzenienia się patogena i zapobiec jego dalszej ekspansji.

KLASYFIKACJA GATUNKU

Gatunek *R. solanacearum* stanowi niejednorodny kompleks form o zróżnicowanej biologii i szerokim zasięgu roślin żywicielskich. W licznych publikacjach został on podzielony na grupy, rasy, biowary, biotypy, patowary i szczepy. W latach 1962–1985 Buddenhagen i wsp. (1962, 1986) wyróżnili pięć ras *R. solanacearum* na podstawie testu patogeniczności na porażanych roślinach. Na bazie uzyskanych wyników rasa 1 była patogeniczna dla tytoniu, pomidora, bakłażana, diploidalnych bananowców oraz wielu gatunków chwastów z rodziny psiankowatych, a optimum temperaturowe dla wzrostu patogena wynosiło 35–37°C. Rasa 2, w tym samych warunkach temperaturowych, infekowała głównie drzewa bananowców (tzw. choroba Moko) oraz gatunki *Heliconia*. Gatunki *Solanum tuberosum* i *Lycopersicon esculentum* są porażane przez rasę 3 *R. solanacearum*, która nie jest wirulentna dla innych roślin psiankowatych. Najwyższy poziom infekcji rasy trzeciej obserwowano w temperaturze 27°C. W toku dalszych badań wyróżniono rasę 4 — patogeniczną dla imbiru (*Zingiber officinale*) i 5 — porażającą morwę (*Morus* ssp.).

Inny podział, zaproponowany przez Haywarda (1964, 1991), dzieli gatunek na cztery biowary na podstawie testów fizjologicznych. Biowary te jednak nie do końca odpowiadają rasom wyszczególnionym przez Buddenhagena i wsp. (1962). Rasy i biowary zostały łącznie zakwalifikowane do dwóch grup głównych na podstawie analizy polimorfizmu długości fragmentów restrykcyjnych (RFLP) (Cook i Sequeira, 1988).

Kolejny podział różnicuje gatunek na szczepy charakteryzujące grupę izolatów mających wspólny zasięg geograficzny, morfologię komórki, sposób przenoszenia przez owady i adaptacji do określonej temperatury oraz na patowary, obejmujące grupę szczepów bakteryjnych zdolnych wywołać objawy chorobowe na danym gatunku gospodarza roślinnego. Fegan i Prior (2005) uwzględniając heterogenność kompleksu *R. solanacearum* zaproponowali nowy schemat filogenetyczny oparty na podziale gatunku na grupy epidemiologiczne o podobnej patogeniczności, zakresie gospodarza roślinnego i pochodzeniu geograficznym. Pomimo skomplikowanej klasyfikacji *R. solanacearum* najczęściej w publikacjach stosuje się terminologię dzielącą gatunek na rasy i biowary.

OBJAWY CHOROBY

Ralstonia solanacearum wnika do organizmu roślinnego w miejscu uszkodzenia korzenia i zranień w łodydze oraz przez przetchlinki. Atakuje wiązki przewodzące w warunkach podwyższonej temperatury, a następnie rozprzestrzenia się i rozpoczyna kolonizację ksylemu (Xiao i in., 1983). Bakterie przytwierdzają się do ścian naczyń lub wnikają do przestrzeni międzykomórkowej. W wyniku zaczopowania światła naczyń rozmnażającymi się bakteriami dochodzi do zahamowania przepływu wody i substancji mineralnych. U roślin ziemniaka pierwszym widocznym objawem infekcji jest więdnienie liści od podstawy ku wierzchołkowi łodygi w ciągu dnia, ustępujące w nocy (Smith i in., 1997). W przypadku roślin pomidora, jako pierwsze porażeniu ulegają najmłodsze liście, a wraz ze wzrostem gęstości populacji bakterii więdnie cała roślina. U roślin tytoniu podczas infekcji następuje jednostronne więdnienie liści lub nawet połowy blaszki liściowej. Przy silnym porażeniu liście więdną i pozostają przytwierdzone do pędu. U większości roślin objętych chorobą na liściach pojawiają się brązowe, ciemniejące plamy, a ogonki liściowe ulegają epinastii (Smith i in., 1997). Porażona roślina karłowacieje i ulega postępującej chlorozie. W zaawansowanym stadium choroby dolne partie łodygi na wysokości 2,5 cm i wyższej ponad powierzchnią gleby brązowieją lub czarnieją, co spowodowane jest silnym przebarwieniem wiązek przewodzących (DEFRA, 2001; Echandi, 1991). Gdy zasiedlenie tkanek przez patogena jest bardzo silne po złamaniu lub przecięciu łodygi z wiązek naczyniowych wydostaje się biała, śluzowata masa bakterii (Hay, 2001).

W zależności od stadium infekcji objawy stają się widoczne również na bulwach. W przypadku porażenia *Solanum tuberosum* w miejscach oczek i wyrastania łodygi obserwuje się wyciek bakterii w postaci białawych smug śluzu, do których przylegają grudki ziemi. W przekroju poprzecznym widoczne jest zbrunatnienie i nekroza pierścienia wiązek oraz otaczającej naczynia tkanki parenchymatycznej. Na przeciętej powierzchni, w obrębie pierścienia naczyń pojawia się kremowy, płynny śluz bakteryjny.

EPIDEMIOLOGIA GATUNKU

Gatunki z rodziny psiankowatych, jak i innych mogą być infekowane przez *R. solanacearum* w sposób widoczny oraz latentnie, bez wywoływania wyraźnych objawów

chorobowych. Odkrycie tego faktu miało olbrzymi wpływ na zrozumienie zagadnienia kwarantanny i na strategię hodowli. Transport porażonych bezobjawowo sadzeniaków ziemniaka w obrębie krajów Północnej i Południowej Europy był przyczyną licznych epidemii choroby w miejscach, w których dotychczas nie obserwowano występowania *Ralstonia solanacearum* (Turco i in., 1998). Odkrycie występowania infekcji bezobjawowej w roślinach niewykazujących objawów więdnienia i dotychczas uważanych za odporne wykazało potrzebę testowania materiału roślinnego w warunkach ułatwiających rozwój choroby (Hayward, 1994). Sposoby przenoszenia i rozprzestrzeniania się *R. solanacearum* w rozmnażanym wegetatywnie materiale roślinnym znane są od wielu lat (Buddenhagen i Kelman, 1964). Ten sposób roznoszenia patogena jest szczególnie istotny w przypadku sadzeniaków ziemniaka (Kelman i in., 1994). W ostatnich latach *R. solanacearum* wykryto w imporcie sadzonek geranium importowanych z Kenii do Belgii, Niemiec, Holandii i USA (Janse i in., 2005). Spowodowało to wprowadzenie w życie ścisłych i rygorystycznych regulacji prawnych dotyczących kwarantanny i sposobu transportu materiału roślinnego pomiędzy krajami. Przypuszcza się, że obecne występowanie i rozprzestrzenianie się *R. solanacearum* w uprawach polowych na terenie Europy wywołane jest selekcją i powstawaniem nowych odmian patogena zaadaptowanego do niższych temperatur (Timms-Wilson i in., 2001). Obecny rozwój choroby jak również sposoby przetrwania i rozprzestrzeniania się *R. solanacearum* są wynikiem interakcji wielu czynników nie do końca poznanych i przebadanych (Buddenhagen i in., 1962; Hayward, 1991; Kelman, 1953). Istnieje, więc potrzeba dokładnego testowania możliwie największej liczby elementów wpływających na ekspansję i przeżywalność *R. solanacearum* w zróżnicowanych warunkach środowiska.

Nieliczne raporty opisują przeżywalność bakterii w lub na nasionach pochodzących z zainfekowanych roślin, jednak wyniki tych badań są sprzeczne. Przenoszenie choroby przez porażone nasiona opisywano m.in. w badaniach nad transmisją *Ralstonia* u orzecha arachidowego (Machmund i Middleton, 1991) oraz w doświadczeniach nad sztucznie zakażanymi nasionami pomidora i papryki (Moffett i in., 1981). Przenoszenie patogena za pomocą nasion nie jest uważane za główny sposób roznoszenia choroby, niemniej w niektórych sytuacjach może mieć istotne znaczenie epidemiologiczne.

Jedną z przyczyn pojawienia się epidemii śluzaka w uprawach na terenie wielu krajów było nawadnianie pól wodami irygacyjnymi zakażonymi *R. solanacearum* (Elphinstone i in., 1998). W Anglii i Holandii zanieczyszczenie wód powierzchniowych spowodowane było wypływem ścieków pochodzących z zakładów przetwarzających zakażone ziemniaki oraz wód z miejskich oczyszczalni, zainfekowanych *Ralstonia solanacearum* (Elphinstone, 1996; Janse, 1996). W Egipcie, infekcja została zdiagnozowana w wodzie irygacyjnej i kanałach melioracyjnych znajdujących się w pobliżu zainfekowanych patogenem pól (Faraq i in., 1999), natomiast w Kenii porażenie sadzonek *Geranium* spowodowane było użyciem wody irygacyjnej zanieczyszczonej *Ralstonia solanacearum* (Janse i in., 2005). Przeżywalność bakterii w wodzie ma zatem istotne implikacje dla praktyk rolniczych (Olsson, 1976). Czynniki wpływającymi na zdolność bakterii do przedłużania okresu żywotności i wzrostu w warunkach wodnych są temperatura, pH, poziom zasolenia oraz obecność rywalizujących, antagonistycznych pasożytów (Van Elsas

i in., 2001). Przeżywalność *R. solanacearum* w dużym stopniu zależy od temperatury otoczenia, gęstości inokulum i stanu fizjologicznego bakterii. Zakres temperatur dla przeżycia *Ralstonia solanacearum* w warunkach wodnych wynosi od 12 do 28°C.

Rośliną odgrywającą istotną rolę w przeżyciu *R. solanacearum* w niesprzyjających warunkach otoczenia jest chwast psianka słodkogórz (*Solanum dulcamara*) porastający licznie brzegi rzek w Europie (Van Elsas i in., 2001). Odgrywa on rolę rezerwuaru patogena, gromadząc i stopniowo uwalniając bakterie do pobliskich wód (Elphinstone, 1996; Janse i in., 1998). Innym chwastem rosnącym na brzegach rzek i ciągów wodnych jest pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*) odgrywająca podobną rolę (Van Elsas i in., 2001).

Dotychczas pojawiło się kilka doniesień opisujących przeżywalność bakterii w glebie. Większość dostępnych wyników wskazuje, że *R. solanacearum* nie jest w stanie przeżyć w bruzdach gleby z dala od gospodarza roślinnego, za wyjątkiem krótkiego okresu czasu (Graham i Lloyd, 1979). W badaniach prowadzonych w Holandii nad przeżywalnością patogena w glebach klimatu umiarkowanego badacze zaobserwowali postępujący spadek zagęszczenia bakterii w czasie (Van Elsas i in., 2000). Uważa się, że długoterminowa przeżywalność patogena w glebie wiąże się z „odpoczynkiem” bakterii w otoczeniu ryzosfery roślin — gospodarzy, a następnie infekcją korzeni pobliskich roślin (Akiew i Trevorrow, 1994; Graham i in., 1979; Granada i Sequeira, 1983). Na przeżywalność bakterii w podłożu istotny wpływ ma typ gleby, jej wilgotność i temperatura (Nesmith i Jenkins, 1983; Nesmith i Jenkins, 1985; Shekhawat i Perombelon, 1991; Van Elsas i in., 2000).

DIAGNOZOWANIE CHOROBY I KONTROLA KWARANTANNA

Procedury dotyczące szybkiej i precyzyjnej detekcji choroby, zarówno w formie objawowej jak i latentnej, są opracowywane i aktualizowane przez około 20 placówek laboratoryjnych w wielu krajach Europy (Elphinstone i Stead, 2000). Do metod rekomendowanych przez organizację EPPO (OEPP/EPPO, 1990 a, 1990 b) należy metoda immunofluorescencji bezpośredniej prowadzona łącznie z testem patogeniczności prowadzonym na sadzonkach pomidora i potwierdzona analizą PCR (Boudazin i in., 1999; Opina i in., 1997; Pastrik i Maiss, 2000; Pastrik i in., 2002) oraz test ELISA (Caruso i in., 2002; Robinson-Smith i in., 1995). Do jednej z najnowszych technik detekcji infekcji latentnej należy hybrydyzacja fluorescencyjna *in situ* (FISH) z wykorzystaniem sondy 23s rRNA (Wullings i in., 1998). Ta metoda może być wykorzystywana do wykrycia patogena zarówno w tkance roślinnej, w glebie jak i w wodzie. Adaptacja powyższych metod pozwoliła skutecznie zdiagnozować i kontrolować obecność i rozprzestrzenianie się *R. solanacearum* w wielu krajach z poza Europy. Ostatnio na rynku pojawiły się zestawy do detekcji i monitorowania patogena bezpośrednio na polu. Testy te oparte są na analizach serologicznych ELISA i umożliwiły w szybki sposób zdiagnozować i kontrolować rozprzestrzenianie się choroby m. in. na plantacjach bananów, pieprzu i polach ziemniaka w Boliwii, Peru, Kenii, Tajlandii i na Filipinach.

Obecnie nie istnieją żadne środki chemiczne do zwalczania *R. solanacearum*. Wykorzystanie do zwalczania patogena lub osłabienia jego agresywności fumigantów

glebowych okazało się niewystarczające (Murakoshi i Takahashi, 1984), a zastosowanie w opryskach antybiotyków nie dało pozytywnych efektów (Frag i in., 1986). Prowadzone są próby biologicznego zwalczania *R. solanacearum* z wykorzystaniem antagonistycznego działania bakterii *Bacillus polymyxa* i *Pseudomonas fluorescens* (Aspiras i Cruz, 1985). Jedną z form zapobiegania rozprzestrzenianiu się bakterii jest wykorzystywanie certyfikowanych odmian roślin uprawnych oraz stosowanie rotacji upraw, co znacznie zmniejsza ryzyko rozniesienia i osłabia potencjał infekcyjny patogena (Autrique i Potts, 1987). Doświadczenia prowadzone w USA wykazały, że duży wpływ na zahamowanie rozwoju choroby oraz spadek aktywności *R. solanacearum* miały zmiany pH gleby poprzez zastosowanie nawozów mineralnych. W przypadku uprawy ziemniaków obniżenie pH do 4–5 w sezonie letnim, a następnie wzrost do pH 6 jesienią w istotny sposób ograniczyło liczebność populacji patogena w glebie (Smith i in., 1997).

W związku z pojawianiem się choroby kwarantannowej wywołanej przez *Ralstonia solanacearum* w krajach Wspólnoty Europejskiej podjęte zostały kroki w celu określenia rygorystycznych metod kontroli ujętych w Dyrektywie 98/57/EC z dnia 20 lipca 1998 roku (Anon., 1998), mających na celu określenie sposobu rozprzestrzeniania się patogena w obszarze epidemii oraz metod jego usuwania. Wytypowanie bakterii z obszarów epidemii dotyczyło głównie usuwania *Solanum dulcamara* — rośliny stanowiącej rezerwuuar bakterii patogenicznej i rosnącej powszechnie w pobliżu brzegów rzek i wód wykorzystywanych do nawadniania pól (Elphinstone i in., 1998; Janse i in., 1998). Systematyczne kontrole magazynowanych plonów, badania powierzchni wód irygacyjnych oraz urzędowe wydzielenie i zakaz uprawy na zarażonych bakterią polach znacznie zredukowały ryzyko rozprzestrzenienia się patogena w uprawach polowych.

Sposoby zwalczania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się *R. solanacearum* w uprawach na obszarze Polski ujęte zostały w Rozporządzeniu MRiRW z dnia 13 kwietnia 2004 roku.

LITERATURA

- Akiew E., Trevorrow P. R. 1994. Management of bacterial wilt of tobacco. In: Bacterial Wilt: The Disease and its Causative Agent, *Pseudomonas solanacearum*. A. C. Hayward and G. L. Hartman eds. CAB International, United Kingdom: 179 — 198.
- Anon. 1998. Council Directive 98/57/EC of 20 July 1998 on the control of *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al. Official J. Eur. Commun. L. 235: 1 — 39.
- Aspiras R. B., Cruz A. R. de la. 1985. Potential biological control of bacterial wilt in tomato and potato with *Bacillus polymyxa* FU6 and *Pseudomonas fluorescens*. In: Bacterial wilts diseases in Asia and the South Pacific. ACR Proceedings No. 13: 126 — 133.
- Autrique A., Potts M. J. 1987. The influence of mixed cropping on the control of bacterial blight wilt (*Pseudomonas solanacearum*). Ann. Appl. Biol. 111: 125 — 133.
- Boudazin G., Le Roux A. C., Josi K., Labare P., Jouan B. 1999. Design of division specific primers of *Ralstonia solanacearum* and application to the identification of European isolates. Eur. J. Plant Pathol. 105: 373 — 380.
- Borecki Z. 1996. Polskie nazwy chorób roślin uprawnych. Polskie Towarzystwo Fitopatologiczne, Poznań.
- Bradbury J. F. 1986. Guide to the plant pathogenic bacteria. CAB International, Wallingford, UK.
- Buddenhagen I. W., Kelman A. 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Ann. Rev. Phytopathol. 2: 203 — 230.

- Buddenhagen I. W., Sequeira L., Kelman A. 1962. Designation of races of *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 52: 726.
- Buddenhagen I. W. 1986. Bacterial wilt revisited. In: Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific: proceedings of an international workshop held at PCARRD, Los Banos, Philippines, 8–10 October 1985, edited by G. Persley. Canberra: ACIAR: 126 — 143.
- Caruso P., Morris M. T., Cambra M., Palomo J. L., Collar J., Lopez M. M. 2002. Enrichment Double-Antibody Sandwich Indirect Enzyme-linked Immunosorbent Assay that uses a specific monoclonal antibody for sensitive detection of *Ralstonia solanacearum* in asymptomatic potato tubers. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 3634 — 3638.
- Cook D., Sequeira L. 1988. The use of restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis in taxonomy and diagnosis. *Bacterial Wilt Newsletter*, ACIAR No. 4: 4.
- DEFRA. 2001. Ring rot and brown rot of potato. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). <http://www.defra.gov.uk/plant/pestnote/rot.htm>.
- Echandi E. 1991. Bacterial wilt. In: Compendium of tobacco diseases (Ed. By Shew, H. D.; Lucas, G. B.). American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, USA: 33 — 35.
- Elphinstone J. G. 1996. Survival and possible extinction of *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith in cool climates. *Potato Res.* 39: 403 — 410.
- Elphinstone J. G., Stanford H., Stead D. E. 1998. Detection of *Ralstonia solanacearum* in potato tubers, *Solanum dulcamara* and associated irrigation water. In: Bacterial wilt disease: Molecular and ecological aspects. P. Prior, C. Allen, and J. Elphinstone, eds. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany: 133 — 139.
- Elphinstone J. G., Stead D. E. 2000. Standardization of methods for detection of *Ralstonia solanacearum* in potato. *EPPO Bulletin* 30: 391 — 396.
- Farag N. S., Fawzi F. G., El-Said S. I. A., Mikhail M. S. 1986. Streptomycin in relation to potato brown rot control. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 21: 115 — 122.
- Faraq N., Stead D. E., Janse J. D. 1999. *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* race 3 biovar 2 detected in surface (irrigation) water in Egypt. *J. Phytopathol.* 147: 485 — 487.
- Fegan M., Prior P. 2005 How complex is the “*Ralstonia solanacearum* species complex”? In: Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. Allen C., Prior P., Hayward A. C. eds. American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, USA: 449 — 461.
- Graham J., Jones D. A., Lloyd A. B. 1979. Survival of *Pseudomonas solanacearum* race 3 in plant debris and in latently infected potato tubers. *Phytopathology* 69: 1100 — 1103.
- Graham J., Lloyd A. B. 1979. Survival of potato strain (race 3) of *Pseudomonas solanacearum* in the deeper soil layers. *Aust. J. Agri. Res.* 30: 489 — 496.
- Granada G. A., Sequeira L. 1983. Survival of *Pseudomonas solanacearum* in soil, rhizosphere and plant roots. *Can. J. Microbiol.* 29: 433 — 440.
- Grey B. E., Steck T. R. 2001. The viable but nonculturable state of *Ralstonia solanacearum* may be involved in long-term survival and plant infection. *Appl. Environ. Microbiol.* 67: 3866 — 3872.
- Hay R. K. M. (ed). 2001. Scientific review 1997–2000. Scottish Agricultural Science Agency, Edinburgh, Scotland.
- Hayward A. C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 29: 65 — 87.
- Hayward A. C. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. *J. Appl. Bacteriol.* 27: 265 — 277.
- Hayward A. C. 1994. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: Bacterial wilt: The disease and its Causative agent, *Pseudomonas solanacearum*. A. C. Hayward and G. L. Hartman, eds. CAB International, UK: 9 — 24.
- Hayward A. C. 1994 a. The hosts of *Pseudomonas solanacearum*. In: Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum* (Ed. By Hayward, A. C.; Hartmann, G. LCAB International, Wallingford, UK): 9 — 24.
- Janse J. D. 1996. Potato brown rot in Western Europe: history, present occurrence and some remarks on possible origin, epidemiology and control strategies. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 26: 679 — 685.
- Janse J. D., Araluppen F. A. X., Schans J., Wenneker M., Westerhuis W. 1998. Experience with bacterial brown rot *Ralstonia solanacearum* biovar 2, rase 3 in the Netherlands. In: Bacterial Wilt Disease. Molecular and

- Ecological Aspects. P. Prior, C. Allen, and J. Elphinstone, eds. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany: 46 — 152.
- Janse J. D., van den Beld H. E., Elphinstone J., Simpkins S., Tjou-Tam-Sin L. N. A., van Vaerenbergh J. 2005. Introduction to Europe of *Ralstonia solanacearum* Biovar 2, Race 3 in *Pelargonium zonale* Cuttings from Kenya. In: Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. ed. Allen C., Prior P., Hayward A. C. American Phytopathology Society, St. Paul, Minnesota, USA: 81 — 94.
- Kelman A. 1953. The bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. N. C. Agr. Res. Sta. Tech. Bull.: 99.
- Kelman A. 1954. The relationship of pathogenicity of *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on a tetrazolium medium. Phytopathology 44: 693 — 695.
- Kelman A., Hartman G. L., Hayward A. C. 1994. Introduction. In: Bacterial Wilt: The Disease and its Causative Agent, *Pseudomonas solanacearum*. A. C. Hayward and G. L. Hartman, eds. CAB International, UK: 1 — 8.
- Machmund M., Middleton K. J. 1991. Transmission of *Pseudomonas solanacearum* through groundnut seed. ACIAR Bact. Wilt News. 7: 4 — 5.
- Moffett M. L., Wood B. A., Hayward A. C. 1981. Seed and soil: sources of inoculum for the colonization of the foliage of *solanaceous* hosts by *Pseudomonas solanacearum*. Ann. Appl. Biol. 98: 403 — 411.
- Murakoshi S., Takahashi M. 1984. Trials of some control of tomato wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Bulletin of the Kanawaga Horticultural Experiment Station No. 31: 50 — 56.
- Nesmith W. C., Jenkins S. F., Jr. 1983. Survival of *Pseudomonas solanacearum* in selected North Carolina soils. Phytopathology 73: 1300 — 1304.
- Nesmith W. C., Jenkins S. F., Jr. 1985. Influence of antagonists and controlled matrix potential on the survival of *Pseudomonas solanacearum* in four North Carolina soils. Phytopathology 75: 1182 — 1187.
- OEPP/EPPO 1990 a. Quarantine procedures No. 26, *Pseudomonas solanacearum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 8: 2.
- OEPP/EPPO 1990b. Specific quarantine requirements. EPPO Technical Documents No. 1008.
- Olsson K. 1976. Experience of brown rot caused by *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith in Sweden. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 6: 199 — 207.
- Opina N., Taner F., Holloway G., Wang J.-F., Li T. H., Maghirang R., Fegan M., Hayward A. C., Krishnapillai V., Hong W. F., Holloway B. W., Timmis J. N. 1997. A novel method for development of species and strain-specific DNA probes and PCR primers for identifying *Burkholderia solanacearum* (formerly *Pseudomonas solanacearum*. Asian-Pac. J. Mol. Biol. Biotechnol. 5: 19 — 33.
- Pastrik K. H., Maiss E. 2000. Detection of *Ralstonia solanacearum* in potato tubers by polymerase chain reaction. J. Phytopathol. 148: 619 — 626.
- Pastrik K. H., Elphinstone J. G., Pukall R. 2002. Differentiation and identification of *Ralstonia solanacearum* biovars by RAPD-PCR and analysis of amplified 16S-23S ribosomal intergenic spacer region. Eur. J. Plant Pathol. 108: 831 — 842.
- Persley G. J. (ed.). 1986. Bacterial wilt disease in Asia and the South Pacific. Proceedings of an International Workshop held at PCARRD, Los Banos, Philippines, 8-10 October 1985. ACIAR Press, Canberra.
- Robinson-Smith A., Jones P., Elphinstone J. G., Forde S. M. D. 1995. Production of antibodies to *Pseudomonas solanacearum*, the causative agent of bacterial wilt. Food Agric. Immunol. 7: 67 — 79.
- Seal S. E., Jackson L. A., Young J. P. W., Daniels M. J. 1993. Differentiation of *Pseudomonas solanacearum*, *Pseudomonas syzygii*, *Pseudomonas picketti* and blood disease bacterium by partial 16S rRNA sequencing: construction of oligonucleotide primers for sensitive detection by polymerase chain reaction. J. Gen. Microbiol. 139: 1587 — 1594.
- Shekhawat G. S., Perombelon M. C. M. 1991. Factors affecting survival in soil and virulence of *Pseudomonas solanacearum*. Z. Pflanzenk. U. Pflanzenschutz. 98: 258 — 267.
- Smith I. M., McNamara D. G., Scott P. R., Holderness M. 1997. *Ralstonia solanacearum*. In Quarantine Pests for Europe 2nd edition. EPPO/CABI.
- Timms-Wilson T. M., Bryant T., Bailey M. J. 2001. Strain characterization and 16S-23S probe development for differentiating geographically dispersed isolates of the phytopathogen *Ralstonia solanacearum*. Environ. Microbiol. 3: 785 — 797.

- Turco P., Saccardi A., Piazza E., Martini G., Melegatti A., Xodo E., Gambin E. 1998. Monitoring of *Ralstonia solanacearum* in the Veneto region (Italy). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 28: 85 — 92.
- Van der Wolf J., Perombelon M. 1997. Potato brown rot in temperate regions — a review. <http://www.spud.co.uk/external/PROF/RESEARCH/scr/brownro3.htm>.
- Van Elsas J. D., Kastelein P., de Vries P. M., van Overbeek L. S. 2001. Effects of ecological factors on the survival and physiology of *Ralstonia solanacearum* bv 2 in irrigation water. Can. J. Microbiol. 47: 842 — 854.
- Van Elsas J. D., Kastelein P., van Bekkum P., van der Wolf J. M., de Vries P. M., van Overbeek L. S. 2000. Survival of *Ralstonia solanacearum* biovar 2, the causative agent of potato brown rot, in field and microcosm soils in temperate climates. Phytopathology 90: 1338 — 1366.
- Xiao L. Z., Zhu Z. D., He K. L., Zhou M. N., Lin G. F. 1983. Observations of the infected portion of mulberry bacterial wilt by scanning electron microscopy. Sci. Sericult. 9: 58 — 59.
- Wullings B. A., Van Beuningen A. R., Janse J. D., Akkermans A. D. L. 1998. Detection of *Ralstonia solanacearum*, which causes brown rot of potato, by fluorescent *in situ* hybridization with 23S rRNA-targeted probes. Appl. Environ. Microbiol. 64: 4546 — 4554.
- Yabuuchi E., Kosako Y., Yano I., Hotta H., Nishiuchi Y. 1995. Transfer of two *Burkholderia* and an *Alcaligenes* species to *Ralstonia* gen. nov.: Proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston, Palleroni and Douderoff 1973) comb. nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. nov. and *Ralstonia eutropha* (Davis 1969) comb. nov. Microbiol. Immunol. 39: 897 — 904.

TERESA PASTUSZEWSKA
SEBASTIAN BRZOZOWSKI

Pracownia Chorób i Szkodników Kwarantannowych Ziemniaka
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Bydgoszczy

Diagnostyka latentnej formy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka (*Clavibacter* *michiganensis* subsp. *sepedonicus* [Spieckermann & Kotthoff] Davies *et al.*). Test patogeniczności na bakłażanie (*Solanum melongena* L.)

**The diagnosis of latent form of potato ring rot (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*).
Pathogenicity test on eggplants (*Solanum melongena* L.)**

Obserwowano rozwój objawów bakteriozy pierścieniowej na roślinach bakłażana inokulowanych zawiesinami o zróżnicowanej liczebności komórek *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms) oraz oceniono przydatność testu biologicznego na bakłażanie do potwierdzania pozytywnych wyników testu immunofluorescencyjnego (IFAS). Przez cały okres trwania testu, na roślinach inokulowanych zawiesiną bakterii zawierającą od 10^1 jtk·ml⁻¹ do $4,8 \times 10^2$ jtk·ml⁻¹ (jednostki tworzące kolonie·ml⁻¹), nie zaobserwowano żadnych objawów choroby. Natomiast test IFAS potwierdził porażenie latentne roślin (tab. 1 i 2). Objawy obserwowano na roślinach inokulowanych zawiesiną bakterii Cms na i powyżej poziomu $9,1 \times 10^3$ jtk·ml⁻¹. Pierwsze objawy porażenia zaobserwowano na roślinach inokulowanych zawiesiną bakterii o najwyższym poziomie inokulum równym $9,1 \times 10^6$ jtk·ml⁻¹: po upływie 7 dni od momentu zakażenia, 4 z 10 roślin miały typowe objawy, natomiast po upływie 13 dni objawy wystąpiły na wszystkich roślinach.

Słowa kluczowe: bakłażan, bakterioza pierścieniowa ziemniaka, test biologiczny, test IFAS

The development of bacterial ring rot symptoms was observed on eggplants which were inoculated with different amounts of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms) and usefulness of the bioassay in eggplant seedlings was assessed for verification of the results of indirect immunofluorescence antibody staining (IFAS). Plants infected with the suspensions of bacterial cells which contained from 10 colony forming units (cfu)·ml⁻¹ to 4.8×10^2 cfu·ml⁻¹ not show any disease symptoms for over 40 days. In all cases the IFAS-test confirmed the latent infection (Table 1 and 2). The symptoms were observed on plants infected with the Cms suspension in the concentration above 9.1×10^3 cfu·ml⁻¹. The first symptoms were observed 7 days after inoculation, on 4 from 10 plants

inoculated with the highest concentration inoculum (9.1×10^6 cfu·ml⁻¹); however 13 days later the symptoms were visible on all eggplants.

Key words: bacterial ring rot of potato, bioassay, eggplant, IFAS-test

WSTĘP

Bakteria *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Spieckermann & Kotthoff) Davies *et al* (Cms) jest sprawcą jednej z ważniejszych chorób ziemniaka — bakteriozy pierścieniowej. Cechy epidemiologiczne choroby, takie jak: rozwój w systemie naczyniowym roślin, powolny rozwój objawów na roślinie i w bulwach, ich podobieństwo do objawów powodowanych przez inne czynniki, zarówno biotyczne jak i abiotyczne oraz często bezobjawowe porażenie przez Cms bardzo utrudniają diagnostykę choroby (Dykstra, 1941, 1942; Slack, 1987). Infekcja i zasiedlenie przez Cms roślin i bulw ziemniaka może być niewykryte nawet przez kilka rozmnożeń wegetatywnych (De Boer i McNaughton, 1986; Slack, 1987; Manzer i in., 1987; De Boer i in., 1992; Pastuszewska, 1999; Pastuszewska i in., 2004).

Izolacja sprawcy bakteriozy pierścieniowej i jego identyfikacja metodami tradycyjnymi są czasochłonne i trudne, ze względu na powolny metabolizm i powolny wzrost na podłożach. W wykrywaniu i identyfikacji bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* w laboratoriach fitopatologicznych najszerze zastosowanie mają metody serologiczne, a wśród nich test immunoenzymatyczny (ELISA) oraz test immunofluorescencyjny (IFAS). W Polsce obowiązuje Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 13 kwietnia 2004 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 709) w sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, które jest dostosowaniem Dyrektywy EEC (Nr 93/85) do prawa polskiego. Jest ona zgodna z procedurą rekomendowaną przez Europejską i Śródziemnomorską Organizację Ochrony Roślin (EPPO; Anonim, 1990). W pierwszym etapie wizualnie ocenia się 200 bulw z partii 25-tonowej. W kolejnym etapie przeprowadza się ekstrakcję bakterii z tkanki, pobranej z części przystolonowej bulwy, zagęszcza się zawiesinę bakterii przez wirowanie i następnie identyfikuje się patogena za pomocą testu IFAS, stosując przeciwciała poli- lub monoklonalne. Brak objawów typowych dla infekcji przy jednoczesnych pozytywnych wynikach w teście IFAS, świadczą o bezobjawowym porażeniu przez Cms. Wynik ten należy jednak potwierdzić w teście biologicznym. Najlepszą rośliną testową i swoistym podłożem umożliwiającym zwiększenie populacji Cms są rośliny bakłażana, odmiana Black Beauty. W stadium trzeciego liścia rośliny zakaża się ekstraktem z tkanki bulw ziemniaka. Po 40. dniach wzrostu roślin, ze zmacerowanej tkanki bakłażana, można izolować bakterie na podłoża mikrobiologiczne, najlepiej półselektywne (de la Cruz i in., 1992; Jansing i Rudolph, 1998). Przez kolejne pasáže można uzyskać czyste kultury Cms.

Celem pracy było śledzenie rozwoju objawów bakteriozy pierścieniowej na roślinach bakłażana inokulowanych zawiesinami o różnej liczebności bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* oraz ocena przydatności testu biologicznego na bakłażanie do potwierdzania pozytywnych wyników testu immunofluorescencyjnego.

MATERIAŁ I METODY

Uprawa oberżyny

Nasiona oberżyny (*Solanum melongena* L, odmiana Black Beauty) przed wysiewem do pasteryzowanego kompostu, zaprawiono preparatem Funaben. Siewki 14-dniowe, w fazie rozwiniętych liścieni, wysadzono po 5 sztuk w podłużnej doniczce o wymiarach 40 cm × 16 cm × 13 cm (dł. × szer. × wys.) napelnionej pasteryzowanym kompostem. Po upływie około 14 dni od przesadzenia, gdy co najmniej dwa, lecz nie więcej niż trzy liście były w pełni rozwinięte, rośliny zakażano. Przez cały czas trwania doświadczenia rośliny hodowano w pokoju wegetacyjnym w temp. 21–24°C, przy 14 godz. oświetleniu o natężeniu 2000 lux.

Kultura bakterii i sporządzenie inokulum bakteryjnego

Badania prowadzono na szczepie Cms BPR IOR 529, hodowanym przez 5 dni na agarze drożdżowo-peptonowo-glukozowym (YPGA). Przygotowano zawiesinę czystej kultury bakterii Cms w sterylnej wodzie destylowanej i ustalono spektrofotometrycznie (Shimadzu UV — 2100), przy długości fali 600 nm, zmętnienie odpowiadające około 10^8 jtk·ml⁻¹. Wykonano serię, dziesięciokrotnych rozcieńczeń inokulum, aż do uzyskania zawiesiny zawierającej 10 jtk·ml⁻¹.

Inokulacja roślin testowych

Siewki bakłazana w stadium trzeciego liścia, inokulowano zawiesinami bakterii Cms. W tym celu na każdej roślinie pomiędzy liścieniami i pierwszym liściem, za pomocą sterylno skalpela wykonywano podłużne lub lekko ukośne nacięcie o długości 0,5–1,0 cm i głębokości średnio trzy czwarte średnicy łodygi. W nacięcie łodygi wprowadzano za pomocą mikropipety 5 µl inokulum bakteryjnego (o poziomie od 10 jtk·ml⁻¹ do 10⁸ jtk·ml⁻¹). Ranę zabezpieczano sterylną wazeliną. Wykonano jednocześnie kontrolę, w której za pomocą mikropipety wprowadzono sterylną wodę destylowaną. Rośliny inkubowano przez 40 dni. Od 5. dnia rozpoczęto codzienne obserwacje roślin.

Przygotowanie prób i wykonanie testu immunofluorescencyjnego

Po zakończeniu testu biologicznego, z wszystkich roślin bakłazana, inokulowanych zawiesiną bakterii o tym samym poziomie, wykonano próby zbiorcze, które przebadano testem immunofluorescencyjnym. Rośliny ścinano, pobierano 2 cm fragmenty łodyg, tuż nad raną po inokulacji. Próbki tkanki roślin umieszczano w sterylnych, polietylenowych pojemnikach z przykrywką, zalewano 40 ml buforu fosforanowego do maceracji (PB) 0,05 M, pH 7,0 i wytrząsano przez okres 10 godzin, przy 150 obr./min. Uzyskane w ten sposób zawiesiny wirowano, a osad zawieszano w 0,5 ml buforu PB 0,01 M, pH 7,2. Przygotowane w ten sposób ekstrakty rozcieńczano dziesięcio- i stukrotnie w buforze PB 0,01 M, pH 7,2. Zarówno ekstrakty, jak i rozcieńczenia nanoszono na szkiełka wielopunktowe w ilości 20 µl na okienko, suszono powietrzem i utrwalano 95% alkoholem etylowym. Preparaty immunofluorescencyjne wykonano przy zastosowaniu poliklonalnych przeciwciał kozich (anty-Cms) i koniugatu króliczego firmy Loeve. Preparaty pokryte przeciwciałami inkubowano przez 30 min. w wilgotnej, ciemnej (dla koniugatu króliczego) komorze. Następnie przeprowadzono dwukrotne płukanie w buforze PBS 0,01 M, pH 7,2 i suszono. W ostatnim etapie na szkiełka podstawowe nanoszono roztwór glicerofosforanu

i przykrywano je szkiełkami nakrywkowymi. Preparaty przeglądano w mikroskopie fluorescencyjnym Jenalumar, przy powiększeniu 650 razy. W celu określenia liczby komórek Cms przeglądano 40 pól widzenia mikroskopu, w przypadku każdego rozcieńczenia.

WYNIKI

Pierwsze objawy porażenia zaobserwowano po upływie 7 dni od momentu zakażenia, na 4 z 10 roślin inokulowanych zawiesiną bakterii $9,1 \times 10^6$ jtk·ml⁻¹. Na najmłodszych liściach, zaobserwowano „tłuste, ciemne plamy” (rys. 1).



Rys. 1. Ciemna, tłusta plama na młodym liściu bakłażana (*Solanum melongena*) odmiana Black Beauty, 8 dni po inokulacji zawiesiną Cms $9,1 \times 10^6$ jtk·ml⁻¹

Fig. 1. Glassy, dark spot on young eggplant leaf (*Solanum melongena*) cv. Black Beauty, 8 days after inoculation with 9.1×10^6 cfu·ml⁻¹ of Cms

Tego typu symptomy, na roślinach infekowanych zawiesiną bakterii $9,1 \times 10^5$; $9,1 \times 10^4$ jtk·ml⁻¹ i $9,1 \times 10^3$ jtk·ml⁻¹, zaobserwowano po odpowiednio 11 i 14 dniach, od momentu inokulacji.

W kolejnym stadium porażenia niektóre starsze liście roślin testowych, nie zmieniając barwy blaszek, ulegały zwiotczeniu (rys. 3), natomiast inne liście na tych samych roślinach, posiadały lokalne chlorozy między nerwami (rys. 2). Rozwijające się młode liście, często ulegały charakterystycznym, jednostronnym deformacjom, połączonym z ciemniejszymi zmianami zabarwienia blaszek, opisywanymi wcześniej jako „tłuste, ciemne plamy”.

Zmiany chorobowe tego rodzaju przedstawiono na fotografii 4. Takie objawy obserwowano na roślinach, które inokulowano zawiesiną bakterii $9,1 \times 10^3$ jtk·ml⁻¹.

Zaawansowane stadium porażenia objawiało się silnymi chlorozami liści, które w miarę upływu czasu pogłębiały się, a tkanka ulegała lokalnym, nekrotycznym zmianom. W miarę wzrostu zarówno na słabo, jak i silnie porażonych roślinach bakłażana, po pewnym czasie tworzyły się liście, bez charakterystycznych objawów. Zaobserwowano, iż przy najwyższej liczebności bakterii w inokulum $9,1 \times 10^6$ jtk·ml⁻¹, niektóre rośliny testowe ulegały całkowitej nekrozie (rys. 5).



Rys. 2. Lokalne chlorozy między nerwami 20 dni od inokulacji zawiesiną Cms $9,1 \times 10^6$ jtk·ml⁻¹
Fig. 2. Interveinal chlorosis, 20 days after inoculation with 9.1×10^6 cfu·ml⁻¹ of Cms

Na roślinach inokulowanych zawiesiną komórek Cms 10 jtk·ml⁻¹ do $4,8 \times 10^2$ jtk·ml⁻¹, przez cały okres trwania testu, nie zaobserwowano żadnych objawów choroby (tab. 1), natomiast test IFAS potwierdził porażenie latentne (tab. 2). W 13. dniu trwania testu na wszystkich roślinach inokulowanych zawiesiną bakterii o najwyższej liczebności, wystąpiły objawy choroby. Obserwowano również wyraźną różnicę w intensywności porażenia roślin. Przy wyższej liczebności komórek Cms w inokulum obserwowano objawy choroby na większej liczbie liści, natomiast na roślinach zakażanych zawiesiną bakterii $9,1 \times 10^3$ jtk·ml⁻¹, stwierdzano tylko pojedyncze liście z objawami.



Rys. 3. Zwiótnienie liścia w 30 dniu od inokulacji zawiesiną $Cms\ 10^6\ jtk \cdot ml^{-1}$
Fig. 3. Wilting of eggplant leaf, 30 days after inoculation with $9.1 \times 10^6\ cfu \cdot ml^{-1}$ of *Cms*



Rys. 4. Jednostronne deformacje liścia bakłażana (*Solanum melongena*) odmiana Black Beauty
Fig. 4. Second deformation of eggplants (*Solanum melongena*) cv. Black Beauty leaf



Rys. 5. Całkowita nekrotyzacja rośliny bakłażana (*Solanum melongena*) odmiana Black Beauty
Fig. 5. Complete necrosis of eggplant (*Solanum melongena*) cv. Black Beauty

Test IFAS dla prób zbiorczych (tab. 2), w których obserwowano rośliny z objawami bakteriozy pierścieniowej (wykonany z roślin inokulowanych zawiesiną komórek Cms powyżej $4,8 \times 10^2$ jtk·ml⁻¹), potwierdził we wszystkich 4. zastosowanych poziomach inokulum, bardzo liczną obecność komórek Cms w badanej tkance, wynoszącą > 500 jednostek fluoryzujących w polu widzenia mikroskopu (jf/pwm). W przypadku prób z roślin inokulowanych zawiesiną zawierającą 10 jtk·ml⁻¹ do 10² jtk·ml⁻¹, w preparatach mikroskopowych zaobserwowano sporadyczne występowanie typowych komórek bakterii Cms, od 1 do 20 jednostek fluoryzujących (jf). Natomiast w preparacie z roślin zakażonych

zawiesiną bakterii Cms $4,8 \times 10^2$ jtk·ml⁻¹, stwierdzono powyżej 20 jf w preparacie, co odpowiada liczebności komórek $> 10^3$ jtk·ml⁻¹ ekstraktu.

Tabela 1

Rozwój objawów na roślinach bakłażana w zależności od poziomu inokulum Cms (szczep BPR IOR 529)
Symptoms development on eggplants inoculated with different numbers of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (strain BPR IOR 529) cells in inoculum

BPR IOR 529 (jtk×ml ⁻¹) (cfu × ml ⁻¹)	Liczba roślin Number of plants	Liczba roślin z objawami (dni po inokulacji) Number of plants showing symptoms (days after inoculation)					
		7	14	21	28	35	40
10	10	0	0	0	0	0	0
10 ²	10	0	0	0	0	0	0
4,8 × 10 ²	10	0	0	0	0	0	0
9,1 × 10 ³	10	0	1	2	5	6	6
9,1 × 10 ⁴	10	0	5	8	10	10	10
9,1 × 10 ⁵	10	0	3	7	8	8	8
9,1 × 10 ⁶	10	4	10	10	10	10	10
Kontrola (sterylna H ₂ O) Control (sterile water treated)	10	0	0	0	0	0	0

Tabela 2

Porównanie efektywności wykrywania Cms testem biologicznym i immunofluorescencyjnym w roślinach testowych inokulowanych zawiesiną Cms, szczep BPR IOR 529, 40 dni po inokulacji
Results of the bioassay and immunofluorescent tests on plants inoculated with the *C. m.* subsp. *sepedonicus* suspension, the strain BPR IOR 529, 40 days after inoculation

Poziom bakterii w inokulum (jtk×ml ⁻¹) Inoculum concentration(cfu× ml ⁻¹)	Liczba roślin Number of plants		Wynik testu IFAS IFAS-test results
	badanych tested	z objawami showing symptoms	
10	10	0	+
10 ²	10	0	+
4,8 × 10 ²	10	0	++
9,1 × 10 ³	10	6	+++
9,1 × 10 ⁴	10	10	+++
9,1 × 10 ⁵	10	8	+++
9,1 × 10 ⁶	10	10	+++
Kontrola (sterylna H ₂ O) Control (sterile water treated)	10	0	—

+++ Liczba bakterii ≥ 500 jf/pwm, co odpowiada $\geq 10^7$ jtk·ml⁻¹ ekstraktu

+++ Bacterial concentration ≥ 500 immunofluorescing units (ifu)/ mf (per microscope field), which means 10^7 cfu·ml⁻¹ of extracts

++ Liczba bakterii >20 jf w preparacie, co odpowiada $> 10^3$ jtk·ml⁻¹ ekstraktu

++ Bacterial concentration >20 ifu per slide, which means $> 10^3$ cfu·ml⁻¹ of extract

+ Liczba bakterii w granicach, od 1–20 w preparacie = 50 - 10³ jtk·ml⁻¹ ekstraktu

+ Bacterial concentration from 1–20 ifu per slide = 50 - 10³ cfu·ml⁻¹ of extracts

— Nie obserwowano bakterii Cms; No bacterial cells observed

DYSKUSJA

Test patogeniczny na bakłażanie, do wykrywania *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* — sprawcy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka, opisali Olsson (1976) oraz

Lelliott i Sellar (1976). Jest on rutynowo stosowany w wykrywaniu i identyfikacji Cms w celu potwierdzenia latentnego porażenia roślin ziemniaka (Dyrektywa EEC Nr 93/85, Rozporządzenie Min. Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 13 kwietnia 2006). Lelliott i Sellar (1976) w teście na bakłażanie wykrywali z łatwością jedną bulwę, z symulowanym utajonym porażeniem bakteriozą pierścieniową, zmieszaną z 99 nieporażonymi bulwami.

Powszechnie stosowaną metodą wykrywania patogena jest immunofluorescencja pośrednia (test IFAS), której techniczna granica wykrywalności zawiera się w przedziale 10^3 - 10^4 jtk·ml⁻¹ (Dyrektywa EEC Nr 93/85). Często obserwowane są w preparatach mikroskopowych pojedyncze, morfologicznie typowe, fluoryzujące komórki Cms. W takich przypadkach wynik testu IFAS traktuje się jako negatywny.

W przeprowadzonym doświadczeniu po 40. dniach testu na roślinach inokulowanych zawiesinami komórek Cms od 10 do $4,8 \times 10^2$ jtk·ml⁻¹ (tab. 1) nie zaobserwowano żadnych objawów choroby. Minimalny poziom inokulum, przy którym wystąpiły objawy choroby, to $9,1 \times 10^3$ jtk·ml⁻¹, natomiast najszybciej, bo po 7. dniach od zakażenia, symptomy choroby zaobserwowano na roślinach inokulowanych zawiesiną $9,1 \times 10^6$ jtk·ml⁻¹. Zeller i Xie (1985) obserwowali pierwsze objawy choroby w postaci chloroz, przy minimalnym poziomie inokulum 2×10^3 jtk·ml⁻¹, gdy inokulum sporządzono z czystej kultury Cms oraz przy poziomie 2×10^4 jtk·ml⁻¹, gdy bakterie mieszało z ekstraktem z tkanki ziemniaka.

Janse i Vaerenbergh (1987) badali wpływ wyższej niż optymalna (21° C) temperatury przeprowadzenia testu na wystąpienie objawów na roślinach bakłażana. Przy optymalnej temp. obserwowali objawy przy poziomie inokulum pomiędzy 5×10^3 i 5×10^4 jtk·ml⁻¹, podczas gdy rośliny rosły w temp. 28°C dopiero przy poziomie inokulum pomiędzy 5×10^5 i 5×10^6 jtk·ml⁻¹.

Po okresie trwania testu patogeniczności, liczebność bakterii w roślinach, inokulowanych zawiesiną o gęstości od 10 do 10^2 jtk·ml⁻¹, nadal pozostała poniżej progu wykrywalności testu IFAS, a w preparatach wykonanych z tych roślin obserwowano tylko nieliczne, typowe morfologicznie komórki Cms. Natomiast w roślinach inokulowanych zawiesiną bakterii zawierającą $4,8 \times 10^2$ jtk·ml⁻¹, mieszczącym się także poniżej progu wykrywalności IFAS, liczebność bakterii w tkance bakłażana wzrosła do poziomu wykrywanego IFAS (tab. 2).

Pastrik (2000) wykrywał Cms w zbiorczych próbach ziemniaków. W kilku przypadkach uzyskał negatywny wynik testu IFAS z zastosowaniem zarówno przeciwciał poli-, jak i monoklonalnych, natomiast dopiero w kolejnych retestach biologicznych (od 2 do 5) dla tych samych prób, wynik był pozytywny. Wskazane jest zatem, przeprowadzenie testu na bakłażanie dla prób, w których testem IFAS stwierdza się morfologicznie typowe fluoryzujące komórki w ilości poniżej 20 jednostek w preparacie. Przez okres 40 dni testu bakterie rozmnażają się w roślinie do poziomu możliwego do wykrycia IFAS, a w kolejnych testach biologicznych możliwe jest zaobserwowanie charakterystycznych objawów porażenia

Według Lopez i wsp. (1997, cyt. za Łojkowską, 2001) oraz Lopez i wsp. (2005) diagnostyka bakteryjnych organizmów szkodliwych w roślinach powinna polegać na zintegrowanym połączeniu izolacji, technik serologicznych, molekularnych oraz testu

biologicznego. Zdaniem autorów testy dopełniające się, poprawiają dokładność wykrywania patogenów, obniżając liczbę fałszywie pozytywnych i fałszywie negatywnych wyników. Pomimo czasochłonności i dużych kosztów zintegrowanej diagnostyki, ma ona uzasadnienie by obniżyć ryzyko rozprzestrzeniania bakteryjnych organizmów szkodliwych.

Ze względu na duże znaczenie bakteriozy pierścieniowej ziemniaka z punktu widzenia epidemiologicznego jak i fitosanitarnego można spodziewać się, że w niedługim czasie nastąpi wprowadzenie zmian w obowiązującym w krajach UE schemacie wykrywania i identyfikacji Cms i włączenie do niego metod molekularnych.

WNIOSKI

1. Diagnostyka latentnej formy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka na podstawie testu fluorescencyjnego oraz testu patogeniczności na bakłazanie nie daje pewności wykrycia wszystkich nielicznych komórek bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*.
2. Konieczne są zmiany w obowiązującej procedurze diagnozowania bakteriozy pierścieniowej ziemniaka i wprowadzenie do wykrywania i identyfikowania sprawcy choroby czulszych technik np. technik molekularnych.

LITERATURA

- Anonim. 1990. Quarantine procedure. *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*. Inspection and test methods. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 20: 235 — 254.
- 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., Van Vaerenbergh J., Stead D. E., Janse J. D., Mc Kenzie A. R. 1992. A comparative study in five laboratories on detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in potato stems and tubers. Potato Research 35: 217 — 226.
- De la Cruz A. R., Wiese M. V., Schaad N. W. 1992. A semiselective agar medium for isolation of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* from potato tissues. Plant Diseases 76: 830 — 834.
- 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.
- Janse J. D., Van Vaerenbergh J. 1987. Interpretation of the EC method for the detection of latent *Corynebacterium sepedonicum* infections in potato. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 17: 1 — 10.
- Jansing H., Rudolph K. 1998. Physiological capabilities of *Clavibacter michiganensis* subsp. *Sepedonicus* and development of a semi-selective medium. J. Plant Dis. Protection 105 (6): 590 — 601.
- Lelliot R. A., Sellar P. W. 1976. The detection of latent ring rot (*Corynebacterium sepedonicum* [Spiek. et Kottth.] Skapt. et Burkh.). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 6 (2): 101 — 106.
- Lopez M. M., Bertolini E., Caruso P., Penyalver R., Marco-Noales E., Gorris M. T., Morente C., Salcedo C., Cambra M., Llop P. 2005. Advantages of integrated approach for diagnosis of quarantine pathogenic bacteria in plant material. Phytopathologia Polonica 35: 49 — 56.
- Łojkowska E. 2001. Wykrywanie obecności czynników chorobotwórczych W: Biotechnologia roślin: diagnostyka molekularna roślin. (red. S. Malepszy), Wyd. PWN SA. Vol. 8: 462 — 485.

- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13 kwietnia 2004. W sprawie szczegółowych sposobów postępowania przy zwalczaniu i zapobieganiu rozprzestrzeniania się bakterii *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*. Dziennik Ustaw Nr.75, poz. 709.
- 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.
- Ollson K. 1976. Experience of ring rot caused by *Corynebacterium sepedonicum* in Sweden, particularly detection of the disease in its latent form. *EPPO Bull.* 6: 209 — 219.
- Slack S. A. 1987. Biology and ecology of *Corynebacterium sepedonicum*. *Am. Potato J.* 64: 665 — 669.
- Pastrik K. H. 2000. Detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in potato tubers by multiplex PCR with coamplification of host DNA. *European Journal of Plant Pathology* 106: 155 — 165.
- 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.
- Pastuszewska T., Junosza Kisielewska I., Grzech W., Brzozowski S. 2004. Rozwój bakteriozy pierścieniowej ziemniaka w rozmnożeniach wegetatywnych roślin. *Biul. IHAR* 233: 277 — 287.
- Zeller W., Xie Y. 1985. Studies on the diagnosis of bacterial ring rot of potatoes. *Phytopathologische Zeitschrift* 112: 198 — 206.

ANDRZEJ WÓJTOWICZ¹**ERICH JÖRG**²¹Instytut Ochrony Roślin, Poznań²Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR)

Rheinhausen-Nahe-Hunsrück Rüdesheimer Str. 60–68, 55545 Bad Kreuznach

Ocena wiarygodności i przydatności komputerowej symulacji rozwoju populacji stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata*) prowadzonej za pomocą programu SimLep 3

Validation and usefulness of Colorado potato beetle development simulations, performed by the system SimLep 3

W latach 2003–2005 w Instytucie Ochrony Roślin przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem była ocena wiarygodności prognoz rozwoju populacji stonki ziemniaczanej opracowanych za pomocą systemu SimLep 3. Symulacje rozwoju szkodnika z zastosowaniem systemu SimLep 3 dotyczą wybranej plantacji ziemniaka, a prowadzone są w oparciu o wyniki pomiarów temperatury oraz lustracji polowych przeprowadzonych w okresie składania pierwszych jaj. We wszystkich latach badań uzyskano całkowitą zgodność pomiędzy prognozą i rzeczywistym terminem maksymalnego nasilenia występowania larw z kategorii L₁/L₂. W dużym stopniu sprawdziły się również wyniki symulacji komputerowych dotyczące terminu wystąpienia na plantacji ziemniaka pierwszych larw L₁ i L₃. Natomiast dwukrotnie odnotowano rozbieżność pomiędzy prognozowanym i rzeczywistym okresem masowego składania jaj. Przeprowadzone eksperymenty wykazały ponadto, że ochrona ziemniaka wg zaleceń systemu SimLep 3 gwarantuje skuteczne zabezpieczenie plantacji ziemniaka przed uszkodzeniami wywołanymi żerowaniem tego szkodnika. Natomiast zabiegi zwalczania stonki ziemniaczanej prowadzone w terminie różnym od zalecanego przez program okazują się pod tym względem mniej efektywne.

Słowa kluczowe: prognozowanie, SimLep, stonka ziemniaczana

A field experiment aimed at validation of forecasts performed by the decision support system SimLep 3 was carried out in the years 2003–2005. The SimLep 3 simulates the phenological dates of Colorado potato beetle population development, taking into account air temperature and the results of field inspections performed at the beginning of eggs laying period. Each year full agreement between real and forecasted maximum abundance of young larvae date was observed. Moreover the results of simulations, describing the first appearance of larvae L₁ and L₃, were also much reliable. However in 2003 and 2005 the real maximum abundance of eggs differed with the forecasted one. The study demonstrates also that chemical treatment recommended by SimLep 3, guarantees effective protection

of potato plantations from damages caused by Colorado potato beetle. Insecticide applications carried out after these periods were less effective.

Key words: Colorado potato beetle, forecast, SimLep

WSTĘP

Komputerowy program wspomagania decyzji SimLep został opracowany w Niemczech w Instytucie Oceny Skutków Stosowania Ochrony Roślin (Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz). Służy do optymalizacji ochrony chemicznej ziemniaka przed stonką ziemniaczaną i składa się z dwóch modułów SimLep 1 i SimLep 3. Pierwszy symuluje rozwój szkodnika w regionie na podstawie analizy warunków termicznych, a drugi na wybranej plantacji ziemniaka, w oparciu o wyniki pomiarów temperatury oraz lustracji polowych przeprowadzonych w okresie składania pierwszych jaj. SimLep 1 prognozuje datę wystąpienia pierwszych chrząszczy po okresie hibernacji, datę złożenia pierwszych jaj, okres masowego składania jaj, okres wystąpienia pierwszych larw L_1/L_2 , okres masowego wystąpienia larw L_1/L_2 , datę wystąpienia pierwszych larw L_3/L_4 oraz datę wystąpienia chrząszczy drugiego pokolenia. Natomiast SimLep 3 wyznacza okres maksymalnego składania jaj, datę wystąpienia pierwszych larw L_1/L_2 , okres maksymalnego wystąpienia larw L_1/L_2 , oraz datę wystąpienia pierwszych larw L_3/L_4 (Jörg, Preiß, 2002).

Na terenie Niemiec SimLep jest obecnie wprowadzany do praktyki rolniczej. SimLep 1 znajduje zastosowanie w planowaniu lustracji polowych przez służby doradcze, a SimLep 3 jest używany przez rolników przy podejmowaniu decyzji o terminie zwalczania stonki ziemniaczanej. Upowszechnienie tego systemu w innych krajach, wymaga uprzedniego sprawdzenia jego wiarygodności w warunkach lokalnych. Celem pracy była ocena w polskich warunkach środowiskowych systemu SimLep 3, pod względem wiarygodności prognozowania kluczowych, dla ochrony ziemniaka przed stonką ziemniaczaną, faz fenologicznych tego szkodnika.

MATERIAŁ I METODY

Eksperymenty polowe przeprowadzono w latach 2003–2005, w Winnej Górze koło Środy Wlkp. w Polowej Stacji Doświadczalnej Instytutu Ochrony Roślin. Doświadczenie jednoczynnikowe założono w uprawie ziemniaków na mikro poletkach w układzie bloków losowanych w czterech powtórzeniach, a czynnikiem doświadczalnym był termin zabiegu zwalczania stonki ziemniaczanej. Na poletkach podlegających zwalczaniu szkodnika przeprowadzono jeden zabieg ochronny w dwóch różnych terminach: w dniu wyznaczonym przez program SimLep 3, oraz 14 dni później. Powierzchnia poletek wynosiła 66 m². Zwalczanie stonki przeprowadzono za pomocą preparatu Regent 200 SC z zastosowaniem opryskiwacza poletkowego firmy Wintersteiger. Oprócz zwalczania stonki, ochrona ziemniaka polegała na czterokrotnym użyciu pestycydów na wszystkich kombinacjach doświadczalnych. Jeden zabieg przeprowadzono przeciwko chwastom, a trzy przeciwko *Phytophthora infestans*. Wiarygodność prognoz uzyskanych za pomocą

programu SimLep 3, w latach prowadzenia doświadczeń, sprawdzono na podstawie wyników lustracji poletek niepodlegających ochronie ziemniaka przed stonką ziemniaczaną. Poletka traktowane insektycydem, w latach 2004 i 2005, posłużyły do oceny wpływu terminu zwalczania szkodnika na poziom uszkodzeń blaszki liściowej. Redukcję powierzchni blaszki liściowej wywołanej żerowaniem stonki ziemniaczanej oceniono po odnotowaniu wystąpienia pierwszych chrząszczy pokolenia letniego. Na każdym poletku wybrano losowo 50 roślin, które oszacowano pod względem ubytków blaszki liściowej na podstawie porównania ocenianych krzaków ziemniaka do tych, na których w trakcie prowadzenia doświadczenia nie stwierdzono obecności stonki ziemniaczanej. Ocenę ubytków powierzchni blaszki liściowej przeprowadzono posługując się skalą procentową. W roku 2005 zbadano ponadto wpływ terminu zabiegu na plon bulw ziemniaka. Uzyskane dane opracowano za pomocą analizy wariancji wyznaczając najmniejsze istotne różnice na poziomie istotności $p = 0,05$, stosując procedurę Tukeya.

WYNIKI

Charakterystyka przebiegu warunków meteorologicznych w okresie od kwietnia do lipca w latach 2003-2005

Warunki meteorologiczne w Winnej Górze w latach 2003–2005 były zróżnicowane. Rok 2003 w okresie od kwietnia do lipca, wyróżniał się niższą wilgotnością względną powietrza i mniejszą sumą opadów, niż lata 2004 i 2005. Natomiast lata 2003 i 2005 charakteryzowały się nierównomiernym rozkładem opadów w sezonie wegetacyjnym. W 2003 roku najbardziej deszczowym miesiącem okazał się lipiec, a w 2005 roku maj. Rok 2004 odznaczał się niższymi średnimi miesięcznymi temperaturami w maju, czerwcu i lipcu, od zarejestrowanych w tych miesiącach w latach 2003 i 2005. Ponadto w latach 2003–2005 odnotowano różnice w temperaturach panujących w godzinach nocnych. Najwięcej chłodnych nocy, charakteryzujących się średnią temperaturą poniżej 10°C, zarejestrowano w roku 2004, a najmniej w 2003 (tab. 1).

Tabela 1

Charakterystyka pogody w Winnej Górze w latach 2003–2005
Weather conditions in Winna Góra in 2003–2005

Miesiąc Month	Średnia miesięczna wilgotność względna powietrza (%) Mean month air humidity (%)			Średnia miesięczna temperatura powietrza (°C) Mean month air temperature (°C)			Suma miesięczna opadów (mm) Sum of month precipitation (mm)		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Kwiecień April	51	65	71	7	9	9	7	16	27
Maj May	61	71	77	15	12	14	28	44	68
Czerwiec June	55	70	69	19	16	18	12	53	4
Lipiec July	76	73	70	19	18	21	79	30	45

Rozwój populacji stonki ziemniaczanej na plantacji ziemniaka

W roku 2003 na poletkach wszystkich kombinacji doświadczalnych pierwsze złoża jaj stonki ziemniaczanej stwierdzono 3 czerwca, a maksymalne nasilenie składania jaj odnotowano trzy dni później (tab. 2). W dniu 6 czerwca zaobserwowano pierwsze larwy szkodnika, a największą liczbę larw zaliczonych do kategorii L_1/L_2 stwierdzono sześć dni później. Pierwsze larwy kategorii L_3/L_4 wystąpiły 11 czerwca, na poletkach kontrolnych, a na pozostałych jeden dzień później.

Tabela 2

Porównanie wyników symulacji komputerowej z rzeczywistymi terminami faz rozwojowych populacji stonki ziemniaczanej

Comparison of real development of Colorado potato beetle population and the results of computer simulations

Rozwój szkodnika Pest development	2003		2004		2005	
	prognoza forecast	rzeczywisty rozwój real development	prognoza forecast	rzeczywisty rozwój real development	prognoza forecast	rzeczywisty rozwój real development
Maksymalne nasilenie występowania jaj Maximum abundance of eggs	9.06-17.06	6.06	20.06-28.06	22.06	12.06-20.06	10.06
Pierwsze L_1 Appearance of L_1	4.06	6.06	18.06	16.06	12.06	7.06
Pierwsze L_3 Appearance of L_3	11.06	11.06	28.06	29.06	20.06	22.06
Maksymalne nasilenie występowania larw L_1/L_2 Maximum abundance of young larvae	12.06-19.06	12.06	28.06-5.07	29.06	20.06-27.06	22.06

W roku 2004 na poletkach kontrolnych pierwsze złoża jaj zaobserwowano 9 czerwca, a na pozostałych poletkach 7 dni później. Maksymalne nasilenie składania jaj odnotowano w dniu 22 czerwca na poletkach kontrolnych i chronionych wg programu SimLep, natomiast trzy dni później na poletkach objętych zwalczaniem stonki ziemniaczanej w terminie przypadającym dwa tygodnie po wyznaczonym za pomocą programu SimLep. Pierwsze larwy stonki ziemniaczanej zaobserwowano w dniu 16 czerwca, a największą liczbę larw zaliczonych do kategorii L_1/L_2 odnotowano 29 czerwca. Tego dnia stwierdzono również wystąpienie pierwszych larw kategorii L_3/L_4 .

W roku 2005 pierwsze złoża jaj zaobserwowano 2 czerwca a maksymalne nasilenie składania jaj oraz pierwsze larwy szkodnika odnotowano w okresie od 7 do 14 czerwca. W dniu 22 czerwca zarejestrowano maksymalne nasilenie występowania larw z kategorii L_1/L_2 oraz pierwsze larwy kategorii L_3/L_4 na poletkach kontrolnych oraz objętych zwalczaniem stonki ziemniaczanej, w terminie przypadającym dwa tygodnie po wyznaczonym za pomocą systemu SimLep 3. Natomiast na poletkach podlegających zwalczaniu szkodnika w terminie wyznaczonym za pomocą programu SimLep najwięcej larw z kategorii L_1/L_2 oraz pierwsze larwy z kategorii L_3/L_4 odnotowano 17 czerwca.

Wiarygodność prognozowania faz fenologicznych populacji stonki ziemniaczanej za pomocą programu SimLep 3

Wiarygodność prognozowania rozwoju populacji stonki ziemniaczanej, została oceniona na podstawie porównania rezultatów lustracji polowych przeprowadzonych na poletkach kontrolnych, niepodlegających zabiegom zwalczania szkodnika, z wynikami symulacji komputerowych. Pozostałe kombinacje doświadczalne z powodu sztucznej ingerencji w rozwój szkodnika, polegającej na zastosowaniu insektycydu, nie spełniają warunków pozwalających na weryfikację wszystkich faz fenologicznych wyznaczanych za pomocą programu SimLep 3. Teoretycznie na poletkach traktowanych insektycydem można sprawdzić wiarygodność symulacji komputerowych dotyczących terminu maksymalnego nasilenia występowania larw kategorii L_1/L_2 . Jednakże możliwe jest to tylko wtedy, gdy termin zabiegu zwalczania stonki ziemniaczanej przypadnie po terminie maksymalnego występowania larw kategorii L_1/L_2 . W przeciwnym wypadku nie ma pewności czy termin rzeczywisty jest zgodny z prognozowanym. Celem monitoringu rozwoju stonki ziemniaczanej na poletkach podlegających zwalczaniu szkodnika jest natomiast sprawdzenie, czy do momentu zastosowania insektycydu rozwój szkodnika na tych poletkach był zgodny z obserwowanym na poletkach kontrolnych.

W latach prowadzenia badań nie stwierdzono dużego zróżnicowania w rozwoju stonki ziemniaczanej pomiędzy poletkami kontrolnymi i podlegającymi zwalczaniu szkodnika. Większe rozbieżności stwierdzono dopiero po przeprowadzeniu zabiegów zwalczania stonki ziemniaczanej.

W roku 2003 rzeczywisty termin masowego występowania larw kategorii L_1/L_2 na poletkach kontrolnych zawierał się w terminie prognozowanym za pomocą programu SimLep 3. Trafną prognozę uzyskano również odnośnie terminu wystąpienia pierwszych larw L_1 i L_3 . Natomiast maksymalne natężenie składania jaj stwierdzono trzy dni przed okresem prognozowanym za pomocą programu (tab. 2).

W roku 2004 terminy masowego składania jaj oraz masowego występowania larw kategorii L_1/L_2 , odnotowane na poletkach kontrolnych zawierały się w terminach prognozowanych za pomocą programu SimLep 3. Różnica pomiędzy prognozowanym i rzeczywistym terminem wystąpienia larw L_3 wynosiła zaledwie jeden dzień. Natomiast dwa dni różnicy stwierdzono pomiędzy terminem wystąpienia larw L_1 na poletkach doświadczalnych i wynikiem symulacji komputerowej (tab. 2).

W roku 2005 wyniki symulacji komputerowych prowadzone w celu określenia terminów wystąpienia pierwszych larw L_3 oraz maksymalnego nasilenia występowania larw L_1/L_2 trafnie opisały rzeczywistą sytuację na poletkach doświadczalnych. Natomiast prognozy dotyczące okresu masowego składania jaj oraz wystąpienia pierwszych larw L_1 okazały się nie trafne (tab. 2).

Ocena szkodliwości stonki ziemniaczanej

W roku 2004 największe uszkodzenia roślin ziemniaka odnotowano na poletkach niepodlegających ochronie chemicznej. Redukcja powierzchni liści wywołana żerowaniem stonki ziemniaczanej na tej kombinacji wynosiła prawie 7%. Ubytki powierzchni liści oszacowane na poziomie 5% stwierdzono na poletkach opryskanych 14 dni po terminie zalecanym przez program SimLep 3. Natomiast na kombinacjach doświadczalnych

podlegających zwalczaniu stonki wg zaleceń programu SimLep 3 uszkodzenia roślin ziemniaka nie przekroczyły 1% powierzchni liści.

W roku 2005 największe ubytki w powierzchni liści ziemniaka, oszacowane na poziomie 41% stwierdzono ponownie na poletkach niepodlegających ochronie chemicznej. Redukcja powierzchni liści na kombinacji traktowanej insektycydem 14 dni po terminie zalecanym przez program SimLep 3 wynosiła 29%. Natomiast na poletkach doświadczalnych objętych zwalczaniem stonki wg zaleceń programu SimLep 3 uszkodzenia roślin ziemniaka nie przekroczyły 2% powierzchni liści.

Plon bulw ziemniaka zależnie od sposobów zwalczania stonki

W roku 2005 najwyższe plony bulw ziemniaka uzyskano na poletkach traktowanych insektycydem w terminie zalecanym przez program SimLep 3. Natomiast na poletkach kontrolnych, niepodlegających zwalczaniu szkodnika, ziemniak plonował naj słabiej. Analiza wariancji wykazała istotne różnice w plonie ziemniaka pomiędzy wszystkimi kombinacjami doświadczalnymi (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ chemicznego zwalczania stonki ziemniaczanej na plon ziemniaka Influence of chemical control of Colorado potato beetle on potato yield

Terminy zabiegów zwalczania stonki ziemniaczanej Timing of treatments against Colorado potato beetle	Plon (dt/ha) Yield [dt/ha]			
	2004		2005	
Według systemu SimLep 3 According to SimLep 3	266,7	a	253,9	a
14 dni po terminie wyznaczonym przez SimLep 14 days after SimLep recommendation	248,5	a	229,1	b
Poletka nie traktowane insektycydem Plots without treatment	204,4	b	202,7	c

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się przy $p=0,05$ według procedury Tukeya

Means within columns followed by the same letter do not differ at $p=0,05$ according to Tukey's tests procedure

DYSKUSJA

Doświadczenia przeprowadzone w Winnej Górze w latach 2003–2005 potwierdzają przydatność programu SmLep 3 do ochrony ziemniaka przed stonką ziemniaczaną. We wszystkich latach badań program prawidłowo przewidział termin maksymalnego występowania larw z kategorii L_1/L_2 , co pozwala na przeprowadzenie zabiegu ochronnego w optymalnym terminie. Stwierdzono, że w ten sposób wykonana ochrona roślin była bardziej skuteczna dla plonu w jednym z badanych lat.

Wyniki badań własnych nad wiarygodnością systemu SimLep 3 w przewidywaniu terminu maksymalnego nasilenia występowania larw L_1/L_2 nie odbiegają od rezultatów badań przeprowadzonych na terenie Włoch, gdzie stwierdzono ścisłą zgodność prognoz z wynikami rzeczywistymi. Natomiast na podstawie wyników 51 doświadczeń przeprowadzonych w latach 1999–2004 na terenie Niemiec, Włoch, Austrii, Polski i Słowenii wiarygodność prognozowania terminu masowego wystąpienia larw L_1/L_2 za

pomocą programu SimLep 3 oceniono na poziomie 86%, a w przypadku prognozowania terminu masowego składania jaj uzyskano 90% poprawnych prognoz (Preiß i in., 2005).

Doświadczenia przeprowadzone w Winnej Górze wykazały też dużą zgodność pomiędzy wynikami symulacji komputerowych oraz rzeczywistym terminem wystąpienia pierwszych larw L_1 i L_3 na plantacji ziemniaka. Natomiast prognozy okresu masowego składania jaj dwukrotnie, w latach 2003–2005, nie znalazły potwierdzenia w wynikach lustracji polowych. Koresponduje to z rezultatami badań przeprowadzonych w latach 2002–2004 na terenie Austrii, gdzie terminy masowego występowania larw, wyznaczone za pomocą programu SimLep 3, sprawdzały się częściej od prognoz dotyczących okresu masowego składania jaj. Natomiast badania niemieckie przeprowadzone w latach 1998–2001 wskazują na większą wiarygodność programu SimLep 3 w prognozowaniu okresu masowego składania jaj, niż terminu masowego występowania larw (Jörg, Preiß, 2003).

Należy jednak podkreślić, że różnice pomiędzy, wyznaczonym za pomocą programu SimLep 3, początkiem okresu składania jaj, oraz datą maksymalnego nasilenia tego procesu, odnotowane na poletkach w Winnej Górze były niewielkie i wynosiły 3 dni w roku 2003 i 2 dni w roku 2005. Ponadto ewentualne błędy w prognozowaniu terminu maksymalnego składania jaj, w przeciwieństwie do nieściśłych prognoz maksymalnego nasilenia występowania larw L_1/L_2 nie pociągają za sobą ujemnych konsekwencji w postaci nieodpowiednich terminów zabiegów zwalczania stonki ziemniaczanej.

Analiza wyników badań nad wpływem terminu przeprowadzenia zabiegu zwalczania stonki ziemniaczanej na uszkodzenia blaszki liściowej wykazały, że ochrona ziemniaka wg zaleceń systemu SimLep 3 gwarantuje skuteczne zabezpieczenie plantacji ziemniaka przed uszkodzeniami wywołanymi żerowaniem tego szkodnika. Natomiast zabiegi zwalczania stonki ziemniaczanej prowadzone po tym okresie okazują się pod tym względem mniej efektywne. Konsekwencją spóźnionego zwalczania szkodnika mogą być straty w plonie ziemniaka, co wykazano w doświadczeniu w roku 2005.

Jest to zgodne z wynikami badań Jörga i Becka (2000), w których wykazano ścisły związek pomiędzy terminem zwalczania stonki ziemniaczanej, oraz poziomem uszkodzeń blaszki liściowej i plonem bulw ziemniaka.

WNIOSKI

1. Program wspomagający podejmowanie decyzji SimLep 3 wiarygodnie określa terminy wystąpienia najważniejszych faz rozwojowych populacji stonki ziemniaczanej.
2. Zastosowanie zabiegu chemicznego zwalczania stonki ziemniaczanej w terminie wyznaczonym za pomocą programu SimLep 3 gwarantuje efektywną ochronę ziemniaka.

LITERATURA

- Jörg E., Beck W. 2000. Schädwirkung und Bekämpfung des Kartoffelkäfers. Kartoffelbau 51: 202 — 204.
 Jörg E., Preiß U. 2002. Integrierte Bekämpfung des Kartoffelkäfers basierend auf den SIMLEP-Modell. 53. Deutsche Pflanzenschutztagung Bonn 16–19 IX 2002.

- Jörg E., Preiß U. 2003. SIMLEP–Modell helfen bei der Kartoffelkäfer Bekämpfung. Kartoffelbau, 54: 196 — 199.
- Preiß U., Butturini A., Jörg E., Kleinhenz B., Schmiedt J., Wójtowicz A., Zemlijic-Yrbancic M. 2005. Validierung des Prognosemodells SIMLEP 3 in fünf Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU). Phytomedizin 35 (3): 73 — 75.

HENRYK CICHY¹**ALICJA CICHA**¹**MICHAŁ STARZYCKI**²**WOJCIECH RYBIŃSKI**³¹ Hodowla Roślin Strzelce Oddział „Małyszyn”, Gorzów Wielkopolski² Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Poznaniu³ Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

Wpływ obsady roślin na plonowanie rzepaku ozimego

The effect of plant density on yielding of winter oilseed rape

Warunki siedliskowe w sezonie 1996/1997 nie sprzyjały zimowaniu roślin rzepaku. Wykazano wpływ zróżnicowania genetycznego odmian na liczbę roślin po ostrej zimie. Stwierdzono, że występuje pozytywna korelacja pomiędzy plonem nasion a liczbą roślin na jednostce powierzchni. Plony nasion rzepaku przy obsadzie pomiędzy 10–20 roślin na 1 m² były w przypadku wielu rodów zbliżone jak przy normalnej obsadzie.

Słowa kluczowe: rzepak ozimy, obsada roślin, przezimowanie, plon nasion

The environmental conditions in the 1996/1997 vegetation period were unfavourable to overwintering of winter oilseed rape because of the severe frost in the winter. Great effects of genetic differentiation among the strains studied upon plant density estimated in the spring were observed. Positive correlation between the yield of seed and the number of plants was found. At the density of 10–20 plants on 1 m², the yields of seed in many of the oilseed rape strains were similar to that obtained at a normal density.

Key words: overwintering, plant density, seed yield, winter oilseed rape

WSTĘP

Zimotrwałość jest cechą kompleksową decydującą o stabilnych plonach rzepaku ozimego. Na zimotrwałość rzepaku wpływają: odporność na niskie temperatury i jej wahania, zdolność do hartowania i rozhartowania, odporność na wysmalanie i wymakanie, rozciągliwość korzeni oraz odporność na choroby (Dembński, 1975), odporność na anomalie pogodowe podczas zimy (Rapacz, 1999). Warunki pogodowe jesienią mają istotny wpływ na stopień rozwoju roślin. Rośliny o rozecie składającej się z 7–8 liści, pąku wierzchołkowym umieszczonym nie wyżej niż 3 cm nad powierzchnią gleby, szyjce

korzeniowej o grubości ponad 5 mm oraz korzeniu palowym o długości ponad 15 cm gwarantują dobre przezimowanie (Muśnicki, 1989).

W warunkach naturalnych Polski tylko w niektórych sezonach wegetacyjnych możliwe jest określenie zimotrwałości. Z tego względu opracowano wiele metod pośrednich i bezpośrednich określania zimotrwałości i mrozoodporności, między innymi: mrożenie w komorach chłodniczych (Muśnicki, 1963), określanie zdolności do wytwarzania pędów kwiatowych przy wysiewie wiosennym (Grabiec, 1979), test luminescencyjny (Grabikowski, Murkowski, 1984), wysiew w rejonach o częstym występowaniu ostrych zim (Szuszkiewicz, Piluk, 1996). Jednym z ważnych kryteriów potencjalnej zimotrwałości rzepaku jest rozwój przed zimą rozety liściowej (Muśnicki, 1989, Wawrzyniak i in., 1998). Powyższe metody mogą być pomocne w wycenie i selekcji nowotworzonych form rzepaku ozimego o podwyższonej zimotrwałości.

Stopień zimotrwałości rzepaku można także modyfikować poprzez odpowiednią agrotechnikę. Na tę cechę mają wpływ takie zabiegi agrotechniczne jak: termin siewu (Wałkowski i in., 1996), zagęszczenie łanu (Budzyński i in., 1984), jesienne stosowanie azotu (Budzyński, Majkowski, 1984). Mroźna zima w sezonie 1996/1997 bezpośrednio wpłynęła na selekcję materiałów hodowlanych i umożliwiła w warunkach polowych dokonanie oceny zimotrwałości (Szestawicka, Krótka, 1993).

Celem badań było określenie wpływu na plon nasion zróżnicowanej obsady roślin rzepaku ozimego po mroźnej zimie.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe z rodami i odmianami ozimego rzepaku ozimego wykonano w sezonie 1996/1997 na polach ówczesnego Zakładu Doświadczalnego Hodowli i Aklimatyzacji Roślin „Małyszyn” w Gorzowie Wlkp. w dwóch miejscowościach o zróżnicowanych glebach. W pierwszej miejscowości (Małyszyn) doświadczenia założono na glebie płowej o pH 5,6 należącej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. W drugiej miejscowości (Baczyna) doświadczenia zlokalizowano na glebie brunatnej o pH 6,2 należącej do kompleksu pszennego dobrego.

W każdej miejscowości założono 12 doświadczeń po 20 obiektów. W obu miejscowościach wysiano 20 obiektów w czterech powtórzeniach w ilości 80 sztuk nasion na 1 m². Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 8,96 m² w obu miejscowościach. Przedplonem w pierwszej miejscowości było pszenżyto ozime, a w drugiej jęczmień jary. Przedsięwzięcie stosowano 30 kg N/ha, 60 kg P₂O₅ i 140 K₂O. Wiosną stosowano azot w dwóch terminach: 100 kg po ruszeniu wegetacji i 60 kg w okresie pąkowania. Bezpośrednio po siewie stosowano Butisan 400 SC w celu ochrony rzepaku przed zachwaszczeniem. Rośliny jednoliścienne, głównie samosiewy zbóż, niszczone preparatem Targa Super. Przed kwitnieniem jednorazowo zwalczano słodyszka rzepakowego. Rzepak w obu miejscowościach zbierano jednofazowo stosując na 12 dni przed zbiorem Harvade 250 EC. Wiosną po ruszeniu wegetacji i rozpoczęciu wzrostu, określono liczbę żywych roślin na powierzchni 2,24 m² poletka w każdym powtórzeniu. W trakcie wegetacji określono także ważne cechy agronomiczne, a po zbiorze plon nasion.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rzepak ozimy, pomimo spóźnionego siewu (28.08.1996 r. — Małyszyn i 30.08.1996 r. — Baczyna) w okresie zimy wchodził dobrze wyrosnięty, o prawidłowo uformowanej rozecie liściowej. Sprzyjały temu korzystne warunki wilgotnościowo-termiczne jesienią 1996 roku. Nie stwierdzono różnic pomiędzy obiektami w obsadzie roślin przed zimą. Średnie temperatury powietrza w październiku i listopadzie zbliżone były do wieloletnich (tab. 1).

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w sezonie 1996/1997 (wg Stacji Meteorologicznej w Gorzowie Wlkp.)
Weather conditions in 1996/1997 (according to the data from the Meteorological Station at Gorzów Wlkp.)

Miesiąc Month	Temperatura Temperature (°C)			Dni z okrywą śniegową Days with snow covering
	średnia mean	najniższa lowest	najniższa na głębokości 5 cm lovest at depth 5 cm	
1996 rok — year				
VIII	18,3	7,4	—	—
IX	10,9	-1,0	5,8	—
X	9,9	-2,4	3,4	—
XI	4,7	-10,2	-0,8	4
XII	-3,7	-19,9	-9,3	4
1997 rok — year				
I	-3,4	-22,3	-9,2	6
II	3,3	-10,9	-4,9	1
III	4,6	-9,2	0,0	4
IV	5,9	-8,8	0,0	—
V	12,9	-2,4	—	—
VI	17,0	3,4	—	—

Wójtowicz i Wielebski (2000) nie stwierdzili istotnych zależności pomiędzy pokrojem roślin a ich przezimowaniem, stąd wydaje się prawdopodobne, że nawet właściwe ukształtowanie rozety liściowej rzepaku nie zapewnia prawidłowego przezimowania roślin. Znajduje to także potwierdzenie w badaniach Ogrodowczyk i wsp. (1998), gdzie zauważono, że zmiany morfologii rozety wywołane przez czynniki środowiskowe są przejściowe i nie rzutują na przyszły plon nasion. Temperatury powietrza w miesiącach zimowych i gleby na głębokości 5 cm były niższe od średniej wieloletniej (tab. 1), co przy braku okrywy śniegowej spowodowało uszkodzenia mrozowe i zróżnicowanie przezimowania badanych obiektów rzepaku ozimego. W miesiącach wiosennych i letnich rozkład temperatury i opady sprzyjały rozwojowi roślin i wysokiemu plonowaniu.

W okresie wiosennym po ruszeniu wegetacji i rozpoczęciu wzrostu, policzono rośliny na powierzchni 2,24 m², co odpowiadało jednemu rzędowi poletka. Prowadząc obserwacje na regenerujących uszkodzenia mrozowe roślinach rzepaku, stwierdzono, że dość często zamierały rośliny wykazujące wzrost na początku ruszenia wegetacji. Przyczyną tego były zamierające i zniszczone przez mróz korzenie, a wyrastające nowe z szyjki korzeniowej były zbyt słabe, aby utrzymać i zaopatrzyć w wodę szybko rosnące rośliny.

Po zimie stwierdzono istotnie zróżnicowanie liczby żywych roślin na 1 m² u badanych 240 obiektów rzepaku ozimego. W obydwóch miejscowościach, we wszystkich doświadczeniach, po zimie wystąpiło istotne zróżnicowanie liczby roślin u badanych

rodów (tab. 2). Wystąpiły różnice w liczbie żywych roślin na jednostce powierzchni w obu miejscowościach, ale reakcja poszczególnych rodów była podobna, stąd brak istotnej interakcji pomiędzy miejscowościami dla tej cechy (tab. 2). Liczba żywych roślin po zimie w przypadku niektórych rodów i tylko w Małyszynie stanowiła około połowę liczby wysianych nasion, a pozostałe rody miały ubytki roślin jeszcze większe. Liczba żywych roślin badanych rodów po ruszeniu wegetacji odnotowana w Małyszynie była wyższa, aniżeli w Baczynie, a przyczyną takiego stanu było występowanie naturalnych osłon z drzew, które hamowały silne wiatry. Takich naturalnych osłon nie było na polach w Baczynie. Liczba roślin na ocenianej powierzchni poletka w Małyszynie wahała się w zależności od badanego obiektu do 2,4 do 47,7 na 1 m², natomiast w Baczynie od 3,8 do 35,6 na 1 m² (tab. 2). Analiza wariancji badanych rodów dla średnich liczb roślin na jednostce powierzchni z obu miejscowości w przypadku trzech doświadczeń nie wykazała istotnych różnic. W tych doświadczeniach stwierdzono u niektórych rodów w zależności od miejscowości odmienne wymarzenie. Taka reakcja niektórych rodów rzepaku ozimego mogła być powodowana różnymi warunkami glebowymi w miejscowościach, jak i swoistą reakcją badanych obiektów.

Tabela 2

Liczba roślin rzepaku ozimego na 1 m² po zimie
Number of winter oilseed rape plants per 1 m², as estimated after winter

Dośw. Experiment	Liczba roślin na 1 m ² Number of plants per 1 m ²									
	Małyszyn (M)			Baczyna (B)			średnia — mean			M × B
	$\bar{x}$	min-max	NIR _{0,01} LSD _{0,01}	$\bar{x}$	min-max	NIR _{0,01} LSD _{0,01}	$\bar{x}$	min-max	NIR _{0,01} LSD _{0,01}	
D-41-1	24,4	9,4-43,5	5,10	21,2	13,3–31,4	6,20	22,8	11,4–35,3	12,02	ni**
D-41-2	29,2	12,3-42,7	5,05	20,3	7,7–30,3	5,07	24,7	16,9–32,4	ni	ni
D-41-3	26,4	2,9-41,7	7,36	22,3	7,3–31,8	6,19	24,4	5,1–35,7	16,26*	ni
D-41-4	20,2	5,0-36,4	5,77	20,5	7,9-30,2	4,74	20,3	7,4-33,3	9,65	ni
D-41-5	24,6	4,4-47,6	5,18	17,5	6,6–27,9	4,12	21,0	7,2–32,7	ni	ni
D-41-6	33,6	18,2-47,7	7,38	23,8	11,2–35,6	5,24	28,7	15,5–39,7	8,95	ni
D-41-7	26,9	5,0-45,8	6,87	14,1	3,8–25,7	3,88	20,5	4,4-34,6	10,74	ni
D-41-8	27,9	2,4-45,3	7,43	20,3	4,6-29,5	5,65	24,1	3,5-37,4	10,09	ni
D-41-9	29,4	7,6-46,5	6,90	21,4	13,7–28,4	4,79	25,4	10,7–37,5	12,19*	ni
D-41-10	31,3	22,8-43,3	6,51	15,3	10,4-19,1	3,72	23,3	17,9-30,5	ni	ni
D-41-11	22,2	7,9-33,2	5,74	16,5	9,9-24,0	4,73	19,3	11,0-28,6	7,24*	ni
D-41-12	25,8	11,8-42,3	5,22	11,5	4,4-19,3	2,72	18,6	8,1-28,9	8,59	ni

* Istotne przy $\alpha = 0,05$, Significant at $\alpha = 0.05$

**Nieistotne, Not significant

Plony nasion badanych rodów rzepaku ozimego w miejscowości Małyszyn różniły się istotnie we wszystkich doświadczeniach. Natomiast w miejscowości Baczyna w jednym doświadczeniu różnice w plonowaniu były nie istotne (tab. 3). Plon nasion rodów rzepaku ozimego w Małyszynie wahał się od 6,3 do 43,0 q/ha, a w Baczynie od 10,0 do 45,1 q/ha. Plony nasion w miejscowości Baczyna pomimo mniejszej liczby roślin na jednostce powierzchni były wyższe aniżeli w Małyszynie, na to wpływ mogła mieć jakość gleby. Występujące różnice w plonach badanych rodów związane były w znacznym stopniu z liczbą roślin na jednostce powierzchni oraz z genetycznie uwarunkowaną cechą

plenności. Średnie plony nasion badanych rodów rzepaku ozimego z obu doświadczeń były istotnie zróżnicowane. Stwierdzono istotną interakcję pomiędzy plonowaniem badanych rodów a miejscowościami, za wyjątkiem jednego doświadczenia (tab. 3). Istotna interakcja plonu nasion z miejscowościami związana była prawdopodobnie z różną reakcją badanych rodów na typ gleby i jej odczyn w miejscowościach.

Tabela 3

Plonowanie rzepaku ozimego
Yielding of winter oilseed rape

Dośw. Experiment	Plon nasion w q/ha Seed yield in q/ha									
	Małyszyn (M)			Baczyna (B)			Średnia — Mean			M × B
	$\bar{X}$	min-max	NIR _{0,01} LSD _{0,01}	$\bar{X}$	min-max	NIR _{0,01} LSD _{0,01}	$\bar{X}$	min-max	NIR _{0,01} LSD _{0,01}	
D-41-1	27,2	14,8–34,8	5,05	34,0	22,9–41,0	3,17	30,6	18,9–37,9	2,98	**
D-41-2	26,4	19,9–32,4	3,33	32,3	23,8–40,2	4,67	29,4	24,8–35,4	3,87	**
D-41-3	26,8	17,4–33,7	6,27	28,0	19,2–34,7	4,95	27,4	18,5–33,0	3,95	**
D-41-4	21,8	13,4–31,7	7,75	31,4	23,8–39,0	3,74	26,6	18,9–34,5	4,10	*
D-41-5	30,3	19,3–41,7	5,68	26,6	12,0–35,4	6,33	28,4	15,6–38,5	4,30	**
D-41-6	24,3	15,8–30,7	6,36	34,6	18,1–41,0	4,91	29,5	17,4–35,5	4,19	**
D-41-7	33,2	15,5–43,0	7,28	30,1	10,0–45,1	6,84	31,7	13,6–43,8	4,70	ni ^{xx}
D-41-8	33,2	6,3–40,7	5,65	28,7	11,3–34,3	4,23	30,9	8,8–37,5	3,69	**
D-41-9	36,2	24,3–41,0	3,54	31,1	24,2–37,8	3,34	33,7	24,2–38,8	2,90	**
D-41-10	37,3	32,1–41,6	4,03	24,0	18,1–28,4	ni	30,6	25,1–34,1	3,34	**
D-41-11	28,5	19,0–35,3	5,72	26,6	19,5–31,1	6,27*	27,5	21,2–31,9	4,33	**
D-41-12	29,0	17,8–34,6	6,19	24,0	16,3–30,4	6,13	26,5	17,1–32,2	4,22	*

* Istotne przy $\alpha = 0,05$; Significant at $\alpha = 0,05$

** Istotne przy $\alpha = 0,01$; Significant at $\alpha = 0,01$

^{xx} Nieistotne; Not significant

Wyliczone współczynniki korelacji liczby roślin po zimie w poszczególnych doświadczeniach pomiędzy miejscowościami były istotne dla większości doświadczeń. Niszczące działanie mrozu w obu miejscowościach powodowało dla większości rodów podobne ubytki roślin po zimie (tab. 4). W czterech doświadczeniach współczynniki korelacji dla wyżej wymienionej cechy były nieistotne, a wpływ na taki wynik miało odmienne przezimowanie kilku rodów w tych doświadczeniach w obu miejscowościach.

Stwierdzono istotną korelację pomiędzy wysokością plonu nasion rzepaku ozimego a liczbą roślin na jednostce powierzchni w obu miejscowościach dla większości doświadczeń (tab. 4). W większości doświadczeń plony nasion badanych rodów rzepaku ozimego w obu miejscowościach były z sobą istotnie skorelowane.

W doświadczeniach, w których stwierdzono brak istotnych różnic dla średnich liczb roślin na jednostce powierzchni w obu miejscowościach, nie występowały także istotne korelacje pomiędzy plonem nasion a miejscowościami (tab. 2, 4).

Tabela 4

Współczynniki korelacji między badanymi cechami rzepaku ozimego
Correlation coefficient between winter oil seed characters studied

Nr dośw, No. of exp.	LRM × LRB		LRM × Plon M		LRB × Plon B		Plon M × Plon B	
	r_s^x	p^{xx}	r_s	p	r_s	p	r_s	p
D-41-1	,626	,003	,868	,000	,492	,028	,766	,000
D-41-2	,217	,359	,402	,079	,529	,016	,249	,290
D-41-3	,543	,013	,658	,002	,555	,011	,520	,019
D-41-4	,727	,000	,726	,000	,681	,000	,677	,001
D-41-5	,314	,177	,651	,002	,420	,065	,761	,000
D-41-6	,721	,000	,646	,002	,744	,000	,531	,016
D-41-7	,800	,000	,777	,000	,859	,000	,862	,000
D-41-8	,810	,000	,778	,000	,713	,000	,753	,000
D-41-9	,301	,198	,664	,001	,629	,003	,486	,030
D-41-10	,330	,155	,648	,002	-,081	,733	,008	,972
D-41-11	,508	,022	,394	,085	,493	,021	,363	,115
D-41-12	,858	,000	,757	,000	,857	,000	,665	,001

^x – r_s , Rangi Spearmana; Spearman rank

^{xx} – p, Prawdopodobieństwo; Probability

LRM — Liczba roślin na m² poletka w Małyszynie, Number of plants per 1 m² at Małyszyn

LRB — Liczba roślin na m² poletka w Baczynie, Number of plants per 1 m² at Baczyna

Plon M — Plon nasion w Małyszynie, Seed yield at Małyszyn

Plon B — Plon nasion w Baczynie, Seed yield at Baczyna

Plony nasion badanych rodów rzepaku ozimego wzrastały wraz z zwiększaniem się obsady roślin (tab. 5). Obsada poniżej 5 roślin na m² powodowała silne zachwaszczenie, nierównomierne dojrzewanie i niskie plony nasion w obu miejscowościach. Lepsze przetrzymywanie i związane z tym zwiększanie się obsady roślin na jednostce powierzchni w obu miejscowościach było równoznaczne ze wzrostem plonu nasion.

Tabela 5

Plon nasion rodów rzepaku ozimego w zależności od liczby roślin po zimie
Yielding of winter oilseed rape strains depending on the plant density after winter

Liczba roślin na m ² , No. of plants per m ²	Liczba rodów No. of strains		Plon nasion q/ha — yield in q/ha			
			min–max		Średnia — Mean	
	M	B	M	B	M	B
< 5	6	4	6,3–23,1	10,0–16,3	14,8	13,6
5,1–10	11	22	14,5–24,3	11,3–29,8	18,9	21,0
10,1–15	17	41	13,4–33,3	18,1–36,0	22,3	25,5
15,1–20	25	81	15,8–32,4	19,9–39,4	26,0	29,1
20,1–25	36	45	16,8–38,0	26,3–45,1	28,8	32,4
25,1–30	48	35	21,3–40,7	25,7–44,2	32,1	34,0
30,1–35	43	11	18,1–42,9	31,3–41,0	32,3	36,2
35,1–40	31	1	22,5–43,0	40,4	32,4	40,4
40,1–45	18	—	22,6–41,7	—	34,5	—
> 45	5	—	29,9–40,5	—	36,2	—

M — Małyszyn; B — Baczyna, Miejscowości; Sites

Rzepak ozimy posiada znaczne zdolności adaptacyjne i obniżenie zagęszczenia roślin do 40 sztuk na powierzchni 1 m² może spowodować obniżenie plonu od 5% do 8% (Wielebski, Wójtowicz, 1998). W przeprowadzonych doświadczeniach stwierdzono, że

plon nasion przy podobnej obsadzie roślin na jednostce powierzchni był wyższy w miejscowości Baczyna, która charakteryzuje się lepszymi glebami (tab. 5).

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że jeżeli liczba żywych roślin rzepaku ozimego po mroźnej zimie waha się w granicach od 10 do 20 roślin na m² i rośliny są rozmieszczone równomiernie, to plantację taką można pozostawić do zbioru. Dodatkowo stwierdzono u niektórych obiektów zdolności adaptacyjne wyrażające się wysokim plonem nasion przy obniżonej obsadzie roślin (tab. 5).

WNIOSKI

1. Badane materiały hodowlane rzepaku ozimego różniły się istotnie liczbą obsady roślin po zimie — wiosną 1997 roku.
2. Plony nasion badanych obiektów rzepaku ozimego różniły się istotnie, a warunki glebowe w miejscowościach miały istotny wpływ na ich wysokość.
3. Stwierdzono istotną korelację pomiędzy liczbą roślin na jednostce powierzchni a plonem nasion oraz pomiędzy plonami nasion badanych obiektów w miejscowościach.
4. Liczba roślin po zimie od 10 do 20 sztuk na 1 m² pozwala na osiągnięcie wysokiego plonu nasion wielu rodów rzepaku ozimego.
5. W miejscowości o słabszej glebie zmniejszona liczba roślin na jednostce powierzchni w większym stopniu wpływała na obniżenie poziomu plonowania.

LITERATURA

- Budzyński W., Wróbel E., Majkowski K. 1984. Wpływ zagęszczenia roślin na zimowanie i plonowanie rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. Zesz. Probl. IHAR. Rośliny Oleiste, Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, rok 1983, IHAR Radzików: 180 — 196.
- Budzyński W., Majkowski K. 1984. Wpływ nawożenia azotem na zimotrwałość i plonowanie odmian rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. Zesz. Probl. IHAR. Rośliny Oleiste, Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, rok 1983, IHAR Radzików: 209 — 227.
- Dembiński F. 1975. Rośliny oleiste. PWRiL, Warszawa, wydanie III poprawione.
- Grabiec B. 1979. Testowanie zimotrwałości rzepaku ozimego metodą wysiewu na wiosnę. Zesz. Probl. IHAR. Rośliny Oleiste, Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, lata 1977–1979, IHAR Radzików: 125 — 128.
- Grabkowski E., Murkowski A. 1984. Zmodyfikowany test luminescencyjny oceniający mrozoodporność rzepaku. Zesz. Probl. IHAR. Rośliny Oleiste, Wyniki badań nad rzepakiem ozimym, rok 1983, IHAR Radzików: 125 — 128.
- Muśnicki Cz. 1963. Metoda badań mrozoodporności roślin uprawnych w Instytucie Hodowli Roślin Niemieckiej Akademii Nauk Rolniczych w Bernburgu (Saale). Post. Nauk Rol. 3 (81): 133 — 152.
- Muśnicki Cz. 1989. Charakterystyka botaniczno-rolnicza rzepaku ozimego i jego plonowania w zmiennych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Roczn. AR Poznań Rozpr. Nauk. 191: 4 — 154.
- Ogrodowczyk M., Spasibionek S., Krzymański J. 1998. Różnice w rozwoju przed zimą korzeni i rozet rodów rzepaku podwójnie ulepszanego. Rośliny Oleiste XIX (2): 399 — 412.
- Rapacz M. 1999. Co można zrobić, aby poprawić zimotrwałość rzepaku ozimego — próba podpowiedzi ze strony fizjologii roślin. Rośliny Oleiste XX (1): 19 — 28.
- Szestawicka B., Krótka K. 1993. Badanie wybranych metod oceny zimotrwałości i selekcja genotypów rzepaku ozimego o zwiększonej zimotrwałości. Postępy Nauk Rolniczych, 4/245: 67 — 78.
- Szuszkiewicz W. W., Piluk J. 1996. Wyniki prac hodowlanych nad wytworzeniem odmian rzepaku ozimego o podwyższonej zimotrwałości. Rośliny Oleiste XVII (1): 113 — 117.

- Wałkowski T., Lewandowska A. 1996. Wpływ ilości wysiewu nasion na przezimowanie i plonowanie rzepaku ozimego w warunkach produkcyjnych z lat 1984–1986 i 1992–1995. *Rośliny Oleiste* t. XVII, z. 1: 241 — 248.
- Wawrzyniak M., Piętka T., Krótka K. 1998. Morfologia a zimotrwałość i plenność rodów hodowlanych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego. *Rośliny Oleiste* XIX (2): 633 — 637.
- Wielebski F., Wójtowicz M. 1998. Zagęszczenie roślin w łanie jako istotny element kształtowania plonu nasion odmian populacyjnych i odmiany mieszańcowej rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, t. XIX, z. 2: 645 — 651.
- Wójtowicz M., Wielebski F. 2000. Wpływ warunków siedliskowych na jesienny rozwój oraz przezimowanie dwóch odmian rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste* t. XVIII, z. 1: 179 — 186.

KRZYSZTOF KLIMONTKrajowe Centrum Roślinnych Zasobów Genowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Wpływ biostymulacji światłem lasera na wartość siewną nasion i plon wybranych roślin uprawnych

The effects of biostimulation by laser irradiation on sowing value of seeds and yield of some crop plants

Badano wpływ światła lasera na wartość siewną nasion soi odm. Mazowia, lucerny mieszańcowej odm. Radius, kapusty białej odm. Kamienna Głowa, kalafiora odm. Pionier GOF, papryki słodkiej odm. Zorza, pietruszki korzeniowej odm. Berlińska PNE, marchwi jadalnej odm. Perfekcja GOF i cebuli zwyczajnej odm. Wolska jak również na plon korzeni marchwi jadalnej i główek cebuli zwyczajnej. Nasiona poddano obróbce promieniami lasera helowo-neonowego (He-Ne) emitującego wiązkę promieni czerwonych o długości fali 632,8 nm i mocy 4 mW/cm². W badaniach zastosowano 5 wariantów naświetleń: wariant kontrolny (bez biostymulacji) i 4 warianty z biostymulacją (krotność naświetleń: 2, 4, 6 i 8). W laboratorium określono: energię i zdolność kiełkowania oraz procent nienormalnie kiełkujących, twardych i martwych nasion wszystkich badanych gatunków roślin. W polu określono produktywność roślin z poletka oraz obsadę roślin na 1 m² (marchew, cebula). Wszystkie dawki przedsiewnego naświetlania nasion istotnie wpłynęły na przyrost masy główek cebuli zebranych z mikropoletek, a w przypadku marchwi podobnie działały na przyrost masy korzeni dawki 2-krotna i 4-krotna. Wszystkie warianty przedsiewnego naświetlania poprawiały wartość siewną nasion wszystkich badanych gatunków roślin. Ponad to wpływały na wzrost energii i zdolności kiełkowania tylko nasion cebuli i papryki, powodując jednoczesny ubytek udziału siewek anormalnych cebuli. Natomiast dawki 2-krotna i 4-krotna wpływały na poprawę zdolności kiełkowania nasion kalafiora i marchwi, a 4-krotna obniżała wartość tej cechy w przypadku pietruszki. Wartość siewna badanych gatunków nasion poddawanych obróbce promieniami lasera była zróżnicowana i zależała od gatunku rośliny i krotności naświetleń.

Słowa kluczowe: laser, nasiona, przedsiewna biostymulacja, wartość siewna nasion

The effects of biostimulation by laser light on sowing value of seeds in soybean cv. Mazowia, lucerne cv. Radius, white cabbage cv. Kamienna Głowa, cauliflower cv. Pionier GOF, sweet paprika cv. Zorza, root parsley cv. Berlińska PNE, carrot cv. Perfekcja GOF and onion cv. Wolska, as well as on yield of carrot root and onion bulbs, were evaluated. Irradiation with divergent He-Ne laser light at wave length of 632.8 nm and a power density of 4mW/cm² was applied in four variants: 2, 4, 6 and 8 doses. No treatment variant was a control. The numbers of seeds germinating normally and abnormally as well as the proportions of hard and dead seeds were estimated. All the irradiation doses significantly increased the yield of onion bulbs harvested from micro-plots. The effects of carrot treatment upon root

yield from plot were similar at two- and four-fold doses. All variants of pre-sowing irradiation positively affected the seeds of onion and paprika, improving their germination energy and capacity. Moreover, the treatment resulted in decreased proportion of abnormal seedlings in onion. The two-fold and four-fold doses improved seed germination capacity in cauliflower and carrot. In contrast, seed vitality lowered in parsley when irradiated at the four-fold dose. The results show that the effects of biostimulation by laser light depended on plant species and irradiation dose.

Key words: laser, pre-sowing biostimulation, seeds, sowing value

WSTĘP

Światło lasera oddziałuje na procesy metaboliczne roślin i aktywność fotosyntezy. Można więc mówić o istnieniu w roślinie systemu energetycznego, który pochłania, przekształca, magazynuje i wykorzystuje energię fotonów światła lasera He-Ne. Oprócz energii zmagazynowanej w białkach, węglowodanach i ATP, każda roślina ma znaczny zasób energii zgromadzonej w całej strukturze pod postacią tzw. „bioplazmy”. Właśnie podniesienie potencjału energetycznego „bioplazmy” daje efekt stymulacji nasion (Inyushin, 1977; Gładyszewska i in., 1998). Doniesienia zagraniczne wskazują, że przedsiewna biostymulacja nasion promieniami lasera pozytywnie oddziałuje na procesy wzrostu i rozwoju roślin uprawnych, szczególnie dotyczy to warzyw, a w mniejszym stopniu zbóż i okopowych (Inyushin, 1977; Shepard i Chubey, 1990). W warunkach glebowo-klimatycznych Polski kilku badaczy odnotowało, że nasiona zbóż przedsiewnie biostymulowane promieniami lasera wydają wyższe plony w porównaniu do nie biostymulowanych (Dziamba i Koper, 1992; Rybiński i in., 1993; Drozd, 1994; Klimont, 2002). Wyniki innych badań wskazują, że z przedsiewnie naświetlanych nasion roślin strączkowych wyrastają rośliny wyżej plonujące w porównaniu do wariantu kontrolnego (Podleśny, 1998; Podleśny i Podleśna, 1998; Klimont, 2001). Liczne dane literaturowe wskazują na fakt, że światło lasera pozytywnie oddziałuje na wschody polowe nasion zbóż (Drozd i Szajsner, 1997; Klimont, 2002), roślin strączkowych (Podleśny, 1998; Klimont i in., 1999; Klimont, 2001) i warzywnych (Wilde i in., 1969; Gładyszewska, 1999; Szyrmer i Klimont, 1999; Klimont i in., 1999; Klimont, 2002 a). Przedsiewna biostymulacja nasion jęczmienia wpływa również na zawartość białka, skrobi i włókna w ziarniakach zebranych z roślin wyrosłych z biostymulowanych nasion (Klimont, 2002).

Celem badań było określenie wpływu przedsiewnej biostymulacji nasion światłem lasera He-Ne na produktywność roślin i wartość siewną nasion wybranych gatunków roślin uprawnych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Laboratorium Technologicznym IHAR w Sandomierzu w latach 1999–2000. Obiektem badań były nasiona roślin rolniczych i warzywnych: soi odm. Mazowia, lucerny mieszańcowej odm. Radius, kapusty białej odm. Kamienna Głowa, kalafiora odm. Pionier GOF, papryki słodkiej odm. Zorza, pietruszki korzeniowej odm. Berlińska PNE, marchwi jadalnej odm. Perfekcja GOF i cebuli zwyczajnej odm. Wolska. Nasiona wykorzystywane w badaniach były zaprawiane przez producenta. W każdym roku

przewodzenia eksperymentu naświetleniu poddawano nasiona badanych gatunków wyprodukowane przez tego samego producenta i w tym samym stopniu kwalifikacji, tj. pochodzące ze zbiorów 1998 oceniano w 1999 roku, a ze zbiorów w 1999 roku oceniano w 2000 roku. Nasiona wymienionych gatunków roślin naświetlano promieniami lasera helowo-neonowego (He-Ne), który emituje promienie czerwone o długości fali 632,8 nm. Gęstość powierzchniowa mocy rozbieżnej wiązki lasera w miejscu kontaktu z nasionami wynosiła 4 mW/cm² (przy założeniu, że czas naświetleń nasion był równy ok. 0,1 s). Naświetlanie nasion następowało podczas ich swobodnego spadku w obszarze wiązki rozbieżnej lasera. W badaniach wykorzystano urządzenie konstrukcji Kopera i Dygdały (1994). W doświadczeniu zastosowano 5 wariantów: bez naświetlania (wariant kontrolny) i 4 naświetlania (krotność naświetleń 2, 4, 6 i 8).

Doświadczenie podzielono na część laboratoryjną (I) i polową (II).

- I. W warunkach laboratoryjnych określono energię i zdolność kiełkowania oraz procent nasion nienormalnie kiełkujących, twardych i martwych wszystkich badanych gatunków roślin na bibule wg ISTA (1996).
- II. Drugą część biostymulowanych nasion, ale tylko marchwi jadalnej i cebuli zwyczajnej przeznaczono do wysiewu w warunkach polowych. Doświadczenie polowe założono w Obrazowie k. Sandomierza jako dwa oddzielne doświadczenia (marchew i cebula) metodą bloków losowanych w czterech powtórzeniach, powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 1 m².

Doświadczenie założono na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu, kompleks pszenney bardzo dobry, pH 6,2, zawartość próchnicy w warstwie ornej 2,90%. Warzywa każdego roku uprawiano w stanowisku po grochu. Po zbiorze wykonywano orkę i bronowanie, wysiewano nawozy fosforowo-potasowe w ilościach: 80 kg/ha P₂O₅ i 160 kg/ha K₂O. Wiosną po doprowadzeniu pola i wniesieniu 120 kgN/ha obsiewano ręcznie poletka marchwi w ilości 180 kiełkujących nasion na 1 m² i cebuli 150 kiełkujących nasion na 1 m², corocznie w optymalnych terminach agrotechnicznych dla badanych gatunków. Po wschodach oceniano obsadę roślin na poletku. W czasie wegetacji poletka pielęgnowano ręcznie. Zbiór główek cebuli dokonywano ręcznie po zaschnięciu szczypioru, a korzenie marchwi wykopywano i ogławiano z liści przed nastaniem przymrozków. Po zbiorze ważono główki cebuli i korzenie marchwi celem określenia produktywności z każdego poletka.

Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań były zróżnicowane i wpływały na uzyskiwane corocznie wyniki (tab. 1). Pierwszy rok badań (1999) był chłodny i niezbyt obfitych w opady w czasie wiosny, co nie sprzyjało wschodom nasion i skutkowało niewielką obsadą roślin i niską produktywnością z poletka. O wiele korzystniejszym rokiem do uprawy marchwi i cebuli w warunkach klimatyczno-glebowych Sandomierszczyzny okazał się drugi rok badań (2000) z wysoką temperaturą w kwietniu i maju, przekroczonym majem i wysokimi opadami w miesiącach letnich, co przy niewysokich temperaturach powietrza w tym okresie sprzyjało uzyskiwaniu wysokich plonów marchwi i cebuli.

Obliczenia statystyczne wykonano metodą analizy wariancji a istotności oceniano testem Tukeya przy NIR ($\alpha = 0,05$).

Tabela 1

Przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji marchwi cebuli w latach 1999–2000
Meteorological conditions during the growing seasons 1999–2000

Miesiąc Month	Średnia miesięczna temperatura (°C) Average monthly temperature (°C)		Suma opadów (mm) Rainfall (mm)	
	1999	2000	1999	2000
Marzec — March	5,0	3,5	10,9	47,9
Kwiecień — April	10,1	12,5	78,0	38,5
Maj — May	12,9	15,5	30,6	54,0
Czerwiec — June	18,1	16,3	165,0	65,1
Lipiec — July	20,1	16,7	94,7	201,1
Sierpień — August	17,4	18,7	39,1	50,2
Wrzesień — September	15,9	12,1	13,2	50,8
Październik — October	8,1	11,7	45,8	11,9

WYNIKI

Produkcyjność roślin, obsada roślin

Analizując średni plon korzeni marchwi z mikropoletka (produkcyjność), stwierdzono, że 2- i 4-krotna dawka użyta do przedsiewnego naświetlania nasion wpłynęła istotnie na podniesienie wartości tej cechy. Natomiast 6-krotna obróbka nasion marchwi światłem lasera nie wpływała istotnie na wielkość plonu korzeni, a dawka 8-krotna istotnie obniżała plon w stosunku do wariantu kontrolnego (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ biostymulacji lasera na plon korzeni marchwi i główek cebuli (1999–2000)
The effect of laser biostimulation on yield of carrot and onion (1999–2000)

Krotność naświetleń Doses of irradiation	Plon korzeni marchwi (kg/m ²) Yield of carrot roots (kg/m ²)	Plon główek cebuli (kg/m ²) Yield of onion bulbs (kg/m ²)
0 — kontrola (control)	4,09	4,05
2	5,39	4,91
4	4,59	4,56
6	3,90	4,57
8	3,42	4,89
NIR ($\alpha = 0,05$) — LSD ($\alpha = 0,05$)	0,34	0,27

Wszystkie warianty przedsiewnego naświetlania nasion cebuli istotnie wpływały na wzrost plonu główek w odniesieniu do kontroli. Największy średni plon z mikropoletka (1 m²) uzyskano po zastosowaniu 2- i 8-krotnej dawki energii lasera: odpowiednio 4,91 kg/m² i 4,89 kg/m², a więc wzrost plonu o 21,2 i 20,8%, mniejszy plon stwierdzono po dawce 6 i 4-krotnej, odpowiednio 4,57 kg/m² i 4,66 kg/m², powodując wzrost plonu o 12,8 i 12,7% w stosunku do plonu kontrolnego (4,05 kg/m²), (tab. 2).

Niezależnie od dawek energii lasera obydwie badane gatunki warzyw tj. marchew i cebula wydały największy plon w 2000 roku, odpowiednio 4,71 i 5,37 kg/m² istotnie mniejszy niż w 1999 roku, gdzie plon wynosił 3,84 i 3,82 kg/m².

Współdziałanie między latami i dawkami promieniowania laserowego w przypadku plonu marchwi i cebuli okazało się statystycznie istotne (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ biostymulacji lasera na plon korzeni marchwi i główek cebuli w zależności od roku zbioru (kg/m²)

The effect of laser biostimulation on yield of carrot and onion depending on the year of harvest (kg/m²)

Lata Years	Plon korzeni marchwi (kg/m ²) Yield of carrot roots (kg/m ²)	Plon główek cebuli (kg/m ²) Yield of onion bulbs (kg/m ²)
1999	3,84	3,82
2000	4,71	5,37
NIR ($\alpha = 0,05$) — LSD ($\alpha = 0,05$)	0,31	0,25
NIR ($\alpha = 0,05$) dla interakcji: lata $\times$ dawka promieniowania = 0.20 (plon marchwi i cebuli)		
LSD ($\alpha = 0,05$) for interaction: years $\times$ doses of irradiation = 0.20 (yield of carrot and onion)		

Obsada roślin cebuli rosła istotnie pod wpływem każdej z dawek energii światła laserowego, którym poddano nasiona. Dwukrotna i czterokrotna dawka promieniowania laserowego stymulowała wschody polowe nasion marchwi, istotnie wpływając na wzrost obsady roślin w odniesieniu do wariantu kontrolnego 110 szt./m², odpowiednio do 156,2 i 125,3 szt./m², dawka sześciokrotna nie różnicowała istotnie obsady 105,2 szt./m², a ośmiokrotna istotnie obniżała wartość tej cechy 90,7 szt./m², przy NIR $_{\alpha = 0,05} = 7,7$.

Wpływały na nią również zmienne warunki pogodowe w latach badań.

Wartość siewna nasion

Przedśiewna biostymulacja nasion badanych roślin wpłynęła na zróżnicowanie ich energii kiełkowania (tab. 4 i 5).

Tabela 4

Wpływ biostymulacji światła lasera na wartość siewną nasion soi i lucerny mieszańcowej (1999–2000)
The effect of laser biostimulation on seed value of soybean and lucerne (1999–2000)

Krotność naświetleń Doses of irradiation	Cecha — Trait									
	energia kiełkowania first count (%)		zdolność kiełkowania final count (%)		nasiona nienormalnie kiełkujące abnormally germinating seeds (%)		nasiona twarde hard seeds (%)		nasiona martwe dead seeds (%)	
	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L
0 — kontrola (control)	50,8	61,2	89,5	67,2	9,0	7,6	0,0	22,2	1,5	3,0
2	61,0	62,2	90,7	67,0	7,8	6,0	0,0	23,2	1,5	3,8
4	62,2	62,5	89,0	68,5	9,0	6,2	0,0	23,5	1,5	2,3
6	69,2	60,5	88,8	67,5	10,2	7,0	0,0	22,5	1,0	3,0
8	65,2	65,5	90,0	72,8	8,8	5,8	0,0	19,1	1,2	2,3
NIR ($\alpha = 0,05$)	7,2		r.n.; n. s.		4,8		r.n.; n. s.		r.n.; n. s.	
LSD ($\alpha = 0,05$)	r.n.; n. s.		r.n.; n. s.		r.n.; n. s.		r.n.; n. s.		r.n.; n. s.	

S — Soja odm. Maziowa; soybean var. Mazowia
r.n. — Różnica nieistotne

L — Lucerna odm. Radius; Lucerne var. Radius
n.s. — No significant differences

Tabela 5

Wpływ biostymulacji lasera na wartość siewną nasion kapusty białej, kalafiora, papryki słodkiej, pietruszki korzeniowej, marchwi jadalnej i cebuli zwyczajnej (1999–2000)

The effect of laser biostimulation on seed value of white cabbage, cauliflower, sweet paprika, root parsley, carrot and onion (1999–2000)

Krotność naświetleń Doses of irradiation	Cecha Trait																							
	energia kiełkowania first count (%)						zdolność kiełkowania final count (%)						nasiona nienormalnie kiełkujące abnormally germinating seeds (%)						nasiona martwe dead seeds (%)					
	Kp.	Kl.	Ppr	Ptr	M	C	Kp.	Kl.	Ppr	Ptr	M	C	Kp.	Kl.	Ppr	Ptr	M	C	Kp.	Kl.	Ppr	Ptr	M	C
0 — kontrola control	86,0	76,0	24,2	56,0	56,2	56,5	87,2	81,5	54,0	68,5	64,8	60,9	6,2	6,2	6,0	5,2	5,8	11,8	6,5	12,2	36,5	27,5	29,4	28,2
2	85,5	81,2	36,0	52,5	57,8	62,5	88,8	86,8	56,2	67,8	73,8	66,5	6,0	7,0	9,5	5,8	4,2	6,2	5,2	6,2	31,2	26,4	22,0	27,2
4	84,0	79,5	31,5	53,2	59,8	61,2	89,8	89,0	57,5	62,5	69,8	68,0	5,0	5,0	7,0	4,2	3,8	6,0	5,2	6,0	35,5	33,3	26,4	26,0
6	87,0	78,5	36,5	52,2	59,0	63,0	88,0	82,5	64,0	63,2	64,2	67,5	7,0	6,5	8,0	5,0	5,8	3,8	5,0	11,0	27,0	31,8	30,0	28,8
8	85,8	76,5	29,0	56,8	56,8	64,5	89,0	82,2	54,8	65,5	61,5	67,0	6,5	7,2	9,5	4,5	6,8	7,5	4,5	10,6	30,5	30,0	32,7	26,8
NIR ($\alpha = 0,05$)	r.n.	4,5	3,8	r.n.	r.n.	4,2	r.n.	5,1	6,3	5,8	4,8	5,2	r.n.	r.n.	1,7	r.n.	1,6	2,0	1,9	1,8	3,1	3,4	r.n.	r.n.
LSD ($\alpha = 0,05$)	n.s.			n.s.	n.s.		n.s.						n.s.	n.s.		n.s.							n.s.	n.s.

Kp — Kapusta biała odm. Kamienna głowa; White cabbage var. Kamienna głowa

r.n. — Różnica nieistotna

n.s. — No significant difference

Kl — Kalafior odm. Pionier GOF; cauliflower var. Pionier GOF

Ppr — Papryka słodka odm. Zaorza; sweet paprika var. Zorza,

Ptr — Pietruszka korzeniowa odm. Berlińska PNE; Root parsley var. Berlińska PNE

M — Marchew jadalna odm. Perfekcja GOF; Carrot var. Perfekcja GOF

C — Cebula zwyczajna odm. Wolska; Onion var. Wolska

W przypadku soi, papryki i cebuli wszystkie dawki promieniowania laserowego powodowały istotny wzrost energii kiełkowania nasion w stosunku do wariantu kontrolnego, w przypadku kalafiora tylko dawka podwójna wpływała na istotny wzrost wartości tej cechy. Naświetlanie nasion lucerny, kapusty, pietruszki i marchwi zróżnicowanymi porcjami promieniowania laserowego nie zmieniało istotnie ich energii kiełkowania.

Zdolność kiełkowania nasion cebuli istotnie wzrastała pod wpływem wszystkich dawek energii lasera, marchwi i kalafiora wskutek dawek niższych, tj. 2- i 4-krotnej a papryki i lucerny dawek wyższych, tj. odpowiednio 6- i 8-krotnej (tab. 4 i 5). Nasiona soi i kapusty nie zmieniały istotnie zdolności kiełkowania pod wpływem wszystkich wariantów promieniowania laserowego, natomiast nasiona pietruszki obniżyły istotnie zdolność kiełkowania po ich naświetleniu dawką 4-krotną.

Procentowy udział nasion nienormalnie kiełkujących i martwych zależał od gatunku rośliny i krotności naświetlania energią lasera (tab. 4 i 5). Wszystkie dawki promieniowania laserowego istotnie obniżały procentowy udział nasion cebuli kiełkujących nienormalnie, dawki 2- i 4-krotna istotnie obniżały wartość tej cechy w przypadku marchwi. Nasiona soi, lucerny, kapusty, kalafiora i pietruszki nie reagowały zmianą wartości tej cechy pod wpływem każdej z dawek światła lasera. Natomiast wszystkie dawki energii lasera, z wyjątkiem 4-krotnej, powodowały istotny wzrost udziału siewek papryki kiełkujących nienormalnie. Jednocześnie wymienione dawki powodowały istotny spadek udziału nasion martwych tego gatunku. Każda dawka promieniowania laserowego skutkowała także obniżeniem procentowego udziału nasion martwych kapusty i kalafiora, (8-krotna — kapusta, 2- i 4-krotna — kalafior). Pod wpływem 4- i 6-krotnego naświetlania światłem lasera nasion pietruszki odnotowano istotny wzrost udziału nasion martwych. (tab. 5) Zmienne dawki promieniowania laserowego różnicowały (nieistotnie) procentowy udział nasion twardych lucerny (tab. 4).

DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że przedsięwzięta biostymulacja nasion cebuli z użyciem każdej z dawek powodowała, że wyrosłe z nich rośliny wydawały wyższy plon niż rośliny kontrolne, natomiast w odniesieniu do marchwi były to dawki 2 i 4 krotna. W przypadku obydwu gatunków wynik ten wydaje się zależeć od lepszych wschodów polowych i wyższej obsady roślin na 1 m², które wyrosły z naświetlanych nasion. Szczególnie dotyczy to cebuli gdzie poprawa wschodów w stosunku do kontroli okazała się istotna statystycznie. Również naświetlane laserem nasiona marchwi istotnie lepiej wschodziły w polu, ale tylko pod działaniem dawek niskich, tj. 2 i 4 krotnej, natomiast dawka 6 krotna nie zmieniała wartości tej cechy, a 8-krotna istotnie obniżała jej wartość. Podobną poprawę wschodów polowych, ale w przypadku łubinu obserwował Podleśny (1999). Odnotował on również związany z tym przyrost plonu suchej masy części nadziemnej roślin wyrosłych z naświetlanych nasion. Natomiast Zubal (1990) dzięki przedsięwziętej biostymulacji wykazał wprawdzie poprawę wschodów nasion grochu, ale bez powiązania z plonem a więc inaczej niż wskazują wyniki niniejszego eksperymentu.

Badania własne autora pokazały, że przedsiewna biostymulacja nasion pozytywnie oddziaływała na przyrost plonu fasoli i grochu (Klimont, 2001), jęczmienia jarego (Klimont, 2002), pomidorów i ogórków (Klimont, 2002 a) oraz szarłatu krwistego (Klimont i in., 1999 a; Klimont, 2002 b)). Pod wpływem wszystkich aplikowanych dawek światła laserowego wzrastała energia i zdolność kiełkowania nasion cebuli i papryki z kolei dawki niższe, 2 i 4-krotne stymulowały zdolność kiełkowania nasion kalafiora i marchwi. Przedsiewna biostymulacja nasion wszystkich badanych gatunków różnicowała procentowy udział nasion anormalnych i martwych wpływając na ich vitalność, dotyczy to szczególnie spadku udziału siewek anormalnych cebuli i marchwi a wzrasta ich udział w przypadku papryki, także obniża się procentowy udział nasion martwych kalafiora i papryki a wzrasta procentowa ich zawartości w przypadku pietruszki. Badania własne dotyczące wpływu światła lasera na wartość siewną fasoli (Szyrmer, Klimont, 1999) wykazały, że wyższe dawki energii lasera powodowały istotny wzrost zdolności kiełkowania nasion, lecz nie był on równoznaczny z poprawą wschodów polowych. Natomiast w niniejszych badaniach wszystkie dawki energii wpływają istotnie na poprawę obsady cebuli i nie istotnie różnicują obsadę marchwi. Z kolei w innych badaniach (Klimont, 2001) efekt naświetlania promieniami lasera nasion fasoli i grochu przy ocenie zdolności kiełkowania zależał od krotności naświetleń badanych odmian i warunków agrometeorologicznych. Podobne wyniki wykazano naświetlając przedsiewnie ziarno jęczmienia jarego (Klimont, 2002), dwóch odmian pomidorów i ogórka (Klimont, 2002 a), naświetlanie nasion szarłatu krwistego wpłynęło na wzrost ich energii i zdolności kiełkowania powodując tendencję do zwiększenia obsady, co skutkowało wzrostem plonu nasion (Klimont i in., 1999 a), podobnie jak w przypadku wzrostu plonu główek cebuli w niniejszych badaniach.

WNIOSKI

1. Wszystkie dawki przedsiewnego naświetlania nasion wpłynęły na istotny przyrost masy główek cebuli zebranych z mikropoletek, a w przypadku marchwi podobnie oddziaływały na przyrost masy korzeni dawki 2- i 4-krotna.
2. Zastosowane warianty przedsiewnego naświetlania poprawiały wartość siewną nasion. Wzrost energii i zdolności kiełkowania wykazały nasiona cebuli i papryki, jednocześnie odnotowano obniżenie udziału anormalnych siewek cebuli. Natomiast dawka 2 i 4-krotna wpływała na poprawę zdolności kiełkowania nasion kalafiora i marchwi, 6-krotna papryki, jednocześnie 4-krotna dawka promieniowania laserowego obniżała zdolność kiełkowania pietruszki.
3. Wartość siewna badanych nasion poddanych obróbce promieniami lasera była zróżnicowana i zależała od gatunku rośliny i krotności naświetleń.

LITERATURA

- Drozd D. 1994. The effect of laser radiation on spring wheat properties. *Inter. Agrophys* 8: 209 — 219.
- Drozd D. Szajsner H. 1997. Laboratoryjna ocena wczesnych faz rozwojowych pszenicy jarej poddanej działaniu promieniowania laserowego. *Biul. IHAR* 204: 187 — 190.

- Dziamba J., Koper R. 1992. The influence of laser irradiation of seeds on crop of spring wheat seeds. *Fragm. Agron.* I (33): 88 — 93.
- Gładyszewska B., Koper R., Kornarzyński K. 1998. Technologia i efekty przedsiewnej laserowej biostymulacji nasion ogórków. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 454: 213 — 219.
- Gładyszewska B. 1999. Ocena wpływu przedsiewnej laserowej biostymulacji nasion pomidorów na proces ich kiełkowania. Rozprawa doktorska. AR, Lublin: 1 — 115.
- Inyushin W. M. 1977. Technika laserowa w służbie rolnictwa. Próba nowych zastosowań generatora kwantowego optycznego. *Nowe Rolnictwo* 21/22: 21 — 26.
- International Seed Testing Association. 1996. International Rules For Seed Testing. *Seed Sci. Technol.* 24, Supplement: 335 pp.
- Klimont K., Rafalski A., Szyrmer J., Łucka L., Wiśniewska I. 1999. Biostymulacja nasion promieniami lasera. Materiały VIII Ogólnopolskiego Zjazdu Naukowego — Hodowla roślin ogrodnich u progu XXI wieku. AR Lublin: 223 — 226.
- Klimont K., Rafalski A., Wiśniewska I. 1999a. The influence of laser biostimulation on the yield and seed quality of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.). *Proceedings of 22nd EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting October 17–21. St. Petersburg*: 118 — 122.
- Klimont K. 2001. Wpływ światła lasera na plon roślin i wartość siewną nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) i grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). *Biul. IHAR* 217: 263 — 277.
- Klimont K., 2002. Wpływ naświetlania laserem nasion na plon ziarna i wartość siewną jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.).
- Klimont K., 2002 a. Badanie biostymulacji laserem na wartość siewną nasion i plon roślin pomidora (*Lycopersicon esculentum* Mill.) i ogórka (*Cucumis sativus* L.). *Biul. IHAR* 223/224: 257 — 266.
- Klimont K. 2002 b. Wpływ światła lasera na plon roślin i jakość nasion szarłatu krwistego (*Amaranthus Cruentus* L.). *Biul. IHAR* 223/224: 249 — 255.
- Koper R., Dygdała Z. 1994. Urządzenia do obróbki przedsiewnej nasion promieniem laserowym. Patent. U.P.R.P. Nr 162598.
- Podleśny J. 1998. Wpływ przedsiewnego traktowania nasion promieniami laserowymi na rozwój i plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*). *Pam. Puł.* 113: 73 — 84.
- Podleśny J., Podleśna A. 1998. The effect of pre-swing treatment of seeds by laser light on morphological features formation and faba bean yielding. *Inter. Conf. on Agricultural Energizing, Oslo, Part II*: 967 — 969.
- Rybiński W., Patyna H., Przewoźny T. 1993. Mutagenic effect of laser and chemical mutagens in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Genet. Pol.* 34: 337 — 343.
- Sheppard C., Chubey B. B. 1990. Radiation hormesis of field-seeded broccoli, parsnip and cauliflower. *Can. J. Plant Sci.* 70 (I): 369 — 373.
- Szyrmer J., Klimont K. 1999. Wpływ światła lasera na jakość nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biul. IHAR* 210: 165 — 168.
- Wilde W. H. A., Parr W. H., Mc Peale D. W. 1969. Seeds bank in laser light. *Laser Focus* 5 (23): 41 — 42.
- Zubal P. 1990. Effect of laser treatment of seeds on yield of cereals and leguminous. *Vedecke Prace*, 23: 141 — 156.

MAŁGORZATA WYRZYKOWSKA**CZESŁAW STANKIEWICZ**

Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa

Akademia Podlaska w Siedlcach

Wielowymiarowa analiza zmienności cech rolniczych różnych form lucerny mieszańcowej (*Medicago sativa ssp. media*)

A multidimensional analysis of variability in agronomic traits for different forms of lucerne (*Medicago sativa ssp. media*)

W doświadczeniu badano różne formy lucerny mieszańcowej: o szczytowym kwiatostanie, przedłużonym kwitnieniu, rozgałęzionych kwiatostanach i długogroniaste; pochodzące z kolekcji Zakładu Genetyki IHAR Radzików. Celem opracowania była analiza zmienności plonowania nasiennego i cech fenotypowych składających się na składowe plonu nasion, 17 form lucerny mieszańcowej. Zastosowano analizę składowych głównych. Do podziału obiektów na grupy jednorodne pod względem 11 cech zastosowano hierarchiczną metodą skupień z użyciem metody k-średnich i odległości euklidesowej. Podzielono badaną kolekcję lucerny mieszańcowej na dwie wyraźne odrębne grupy fenotypowe. Cechami najbardziej różnicującymi badane obiekty były: plon i liczba nasion z pędu oraz średnie liczby nasion z grona i strąka. Przedstawiono charakterystykę statystyczną wydzielonych grup. Na tej podstawie sporządzono ideotyp formy o wysokim plonie nasion.

Słowa kluczowe: lucerna, plon nasion, analiza składowych głównych, analiza skupień, zróżnicowanie fenotypowe

The genetic lucerne forms included in the studies were characterized by: top-inflorescence, prolonged florescence, branched inflorescence or long clusters. The forms came from the collection maintained at the Department of Genetics, IHAR Radzików. The aim of the paper was to analyze 17 forms of lucerne for seed yielding and phenotypic characters, which were typical of the seed crop. The principal component analysis was applied. In order to divide the accessions into homogeneous groups in respect of the level of 11 traits, the hierarchical cluster analysis was applied (both with the k-mean and the Euclidean distance methods). The agglomeration of the lucerne forms into two distinct phenotypic groups was revealed. The most pronounced differences between the groups were found in the following traits: seed crop, number of seeds in one shoot average number of seeds from a cluster, and average number of seeds from a pod. The statistical characteristic of the distinguished groups was done. Based on the results, an ideotype of the form yielding at a level has been defined.

Key words: lucerne, seed yield, principal component analysis, cluster analysis, phenotypic diversity

WSTĘP

Uzyskanie wysokoplennych odmian lucerny charakteryzujących się również wysokim plonem nasion możliwe jest, między innymi, dzięki wykorzystaniu w kreowaniu nowych form, cech budowy i właściwości kwiatostanu jak również cechy samokończenia wzrostu. W Katedrze Hodowli Roślin i Nasiennictwa Akademii Podlaskiej w Siedlcach rozpoczęto prace hodowlane nad materiałem wyjściowym lucerny mieszańcowej o samokończącym się wzroście, przedłużonym kwitnieniu, rozgałęzionych kwiatostanach i długich gronach; pochodzącym z kolekcji Zakładu Genetyki IHAR Radzików. Prace selekcyjne i badanie stabilności cech są zadaniami bardzo trudnymi i często opartymi na intuicji hodowcy. Lucerna, jako roślina obcopolna i wieloletnia, u której plon właściwy zielonej masy czy też nasion uzyskuje się dopiero w drugim i następnych latach uprawy, jest obiektem trudnym do badania stabilności. Wykrycie pewnych wspólnych, nieznanych czynników powodujących istnienie zależności między zmiennymi, czy inaczej mówiąc przedstawienie tych obserwowanych zmiennych w postaci mniejszej liczby nieobserwowalnych („ukrytych”) zmiennych zwanych czynnikami (Morrison, 1990) można wykorzystać w podziale (selekcji) materiału wyjściowego na grupy jednorodne o charakterystycznym dla każdej z nich układzie cech. Oparte na analizie wielowymiarowej wczesne rozpoczęcie selekcji i izolacja płciowa wydzielonych grup może przyczynić się do przyspieszenia prac hodowlanych. W niniejszym opracowaniu przeprowadzono wstępną analizę wielowymiarową kolekcji 17 form genetycznych lucerny mieszańcowej pod względem plonowania nasiennego i cech składających się na strukturę plonu nasion. Celem badań było wykrycie cech, które charakteryzują się największą mocą dyskryminacyjną w tej kolekcji lucerny oraz podział badanych form na grupy o dużym podobieństwie wielocechowym. Będzie to podstawą selekcji grup pojedynków o najlepszej produktywności nasiennej.

MATERIAŁ I METODY

W doświadczeniu, w układzie całkowicie losowym, badano różne formy genetyczne lucerny mieszańcowej. Materiał badawczy stanowiły biotypy (formy) lucerny otrzymane z Zakładu Genetyki IHAR w Radzikowie koło Warszawy, od dr. Zbigniewa Bodzona.

Badano:

- linie wyprowadzone z materiału hodowlanego odmiany Radius oznaczane jako Rah100, selekcionowane na długie grona — formy „Lp” (ang. long pedunde). Potomstwo niestabilne, rozszczepiające się, obejmujące formy: 5*, 6, 7, 8 (*oznaczenia hodowlane).
- linie S₁, selekcionowane na cechę długiej żywotności kwiatów — formy „L.v” (ang. long viability). Obejmuje formy: 14, 17, 23, 25.
- linie S₁, selekcionowane na cechę samokończenia — formy „tf” (ang. terminal flower). Obejmuje formy o numerach: 1, 2, 11, 13, 19, 21, 22.
- rody odznaczające się rozgałęzionymi gronami „wiechy” — formy „br” (ang. branched raceme). Ekspresja cechy od bardzo wyraźnej do ledwo zauważalnej, nawet

na jednym osobniku, silnie modyfikowana przez warunki środowiska (temperatura i długość dnia). Obejmuje formy pojedynków: 28 i x.

Charakterystyka biotypów sporządzona została na podstawie danych udostępnionych przez ich pierwotnego właściciela i polowych obserwacji autorów. Ze względu na małą ilość nasion, ich twardość oraz nieznane energię i siłę kiełkowania zastosowano siew gniazdowy (2003 r.) na podłożu ogrodniczym w donicach bez dna, które umieszczono w szklarni. Gleba na zagonach szklarniowych należy do gleb kulturoziemnych typu hortisoli i charakteryzuje się wysoką zasobnością w składniki pokarmowe oraz pH w 1 mol KCl·dm⁻³ — 6,6. Szklarnia w okresie jesiennym, zimowym i w okresie wegetacji, pozbawiona była dachu i dlatego warunki zimowania i rozwoju roślin zbliżone były do naturalnych. Oceny roślin dokonano w latach 2004 i 2005, obejmujących pierwszy i drugi roku użytkowania. Z każdego gniazda pobrano losowo 15 pędów. Zebrane pędy potraktowano jako pojedynki, zachowując informację o ich wspólnym pochodzeniu (linie, rody) poprzez podział na grupy hodowlane o numerach odpowiadających kolejnym gniazdom wysianych nasion. Materiał roślinny opracowano biometrycznie uwzględniając: długość pędu, liczbę węzłów na pędzie, liczbę gron na pędzie, MTN, plon nasion z pędu. Charakterystyka biometryczna gron znajdujących się na poszczególnych pędach wymagała wyznaczenia wartości średnich dla następujących cech: długość osadki grona, długość części produktywnej grona, liczby nasion w gronie, liczby nasion w strąku, liczby strąków w gronie. Uzyskane w pomiarach biometrycznych wyniki opisujące różnorodność badanego materiału wyjściowego lucerny, opracowano statystycznie wyznaczając dla każdej z cech ocenę podstawowych charakterystyk zmienności takich, jak średnia, wartość minimalna i wartość maksymalna oraz współczynnik zmienności. Przeprowadzono analizę wielowymiarową, w której zastosowano analizę składowych głównych. Jako taksonomiczną miarę podobieństwa między obiektami wybrano odległości euklidesowe i pogrupowano obiekty podobne wielocechowo za pomocą analizy skupień metodą k-średnich. Opisy stosowanych tutaj metod statystycznych i ich zastosowania podano w pracach Sieczko i wsp. (2004), Liu i wsp. (2004), Kesek i wsp. (2004), James (2000), Rojas i wsp. (2000), Ostasiewicz (1999), Zeven i wsp. (1999), Mądry (1993), Marek (1989). Analizę składowych głównych wykonano na podstawie macierzy współczynników korelacji **R** dla średnich z dwu lat i jedenastu rozpatrywanych cech. Wyznaczono oceny wartości własnych $\hat{\lambda}_i$ macierzy korelacji **R** oraz odpowiadające im oceny wektorów własnych **q_i**. Obliczono współczynniki korelacji prostej $r_{\hat{z}_i x_j}$ między *i*-tą składową główną, a *j*-tą cechą obserwowaną, korzystając ze wzoru (Sieczko i in., 2004):

$$r_{\hat{z}_i x_j} = \frac{q_{ij} \sqrt{\hat{\lambda}_i}}{S_j^2}$$

gdzie: S_j^2 jest oceną wariancji *j*-tej cechy x_j (*j*-tym elementem na przekątnej macierzy kowariancji **S** q_{ij} są elementami *i*-tego wektora własnego dla *j*-tej cechy obserwowanej x_j , $j = 1, \dots, p$).

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu Statistica.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza jednowymiarowa zmienności cech genotypowych nie zawsze daje odpowiedź na ważne pytania hodowcy. Proste stwierdzenia, iż badane obiekty różnią się lub nie pod względem kolejnych cech, bez uwzględnienia związków między tymi cechami, zubaża wnioski i może opóźniać postęp prac hodowlanych. Metody wielowymiarowe są stosowane z powodzeniem w ocenie zmienności genotypowej populacji roślin rolniczych (Kubicka i in., 2004; Kuriata i in., 2004; Mądry, 1993; Szczepaniak, 2003; Noffsinger, 2000; Pietrzykowski, 2004; Sieczko i in., 2004; Tyrka, Mikulski, 2004; Ronfort i in., 1998) i ogrodniczych (Ukalska i in., 2004). Badania wielowymiarowe różnorodności biologicznej stosowane są również w hodowli i ocenie zmienności lucerny, lecz najczęściej w badaniach wykorzystujących markery genetyczne, analizę DNA i podobieństwo chromosomów (Bauchan i in., 2003; Jenczewski i in., 1999; Bena i in., 1998; Baraccia i in., 1997).

Tabela 1

Zmienność cech u badanych form lucerny mieszańcowej (2004–2005)
Variability of traits in the lucerne forms (2004–2005)

Cecha Trait	Średnia Mean	Minimum Minimum	Maksimum Maximum	Współczynnik zmienności [%] Coefficient of variation
Długość pędów (cm) Shoot length (cm)	83,9	41 ^{22*}	169 ⁷	21
Liczba węzłów na pędzie (szt.) Number of knots on a shoot	18,25	8 ^{14,28}	30 ²⁵	22
Liczba gron na pędzie (szt.) Number of clusters on a shoot	50,0	7 ²¹	326 ¹¹	85
Średnia liczba strąków w gronie (szt.) Average number of pods in a cluster	11,7	3,1 ²⁵	26,9 ⁸	34
Długość osadki grona (cm) Cluster torus length (cm)	4,9	2,2 ⁸	11,1 ^{14,7}	28
Długość części produktywnej grona (cm) Cluster productive part length (cm)	2,8	0,92 ¹⁹	8,96 ¹⁴	45
Średnia liczba nasion w gronie (szt.) Average number of seeds in a cluster	17,9	0,5 ²⁵	108 ⁶	78
Średnia liczba nasion w strąku (szt.) Average number of seeds in a pod	1,4	0,13 ²⁵	9,0 ⁶	75
Liczba nasion z pędu (szt.) Number of seeds from a shoot	720	5,0 ²⁵	3639 ²⁸	78
MTN (g) Thousand seeds weight (g)	1,96	1,0 ²⁵	4,3 ²²	19
Plon nasion z pędu (g) Seed crop from a shoot (g)	1,38	0,3 ⁵	7,88 ²⁸	80

*Numery oznaczają formy genetyczne, z której pochodzi pojedynek o skrajnej wartości cechy

* Numbers mean the genetic forms from which the individual showing an extremal value of the trait has been derived

W badanej kolekcji lucerny mieszańcowej największą zmiennością (tab. 1) odznaczały się cechy charakteryzujące produktywność nasienną roślin lucerny: średnia liczba nasion w gronie, średnia liczba nasion w strąku, liczba nasion z pędu, plon nasion z pędu oraz liczba gron na pędzie. Najczęściej minimalne wartości badanych cech charakteryzowały pędy z grupy nr 25. Najwyższe wartości cech zanotowano u form o numerach: 6, 28, 14, 7.

Analiza składowych głównych (tab. 2) pozwala na stwierdzenie, że dwie pierwsze składowe wyjaśniły łącznie 57,5% ogólnej wieloczechowej zmienności badanych form genetycznych lucerny. Średnia liczba nasion w gronie, średnia liczba nasion w strąku, liczba nasion z pędu oraz plon nasion z pędu, najsilniej skorelowane z pierwszą składową główną, najsilniej i wyraźnie różnicują badane grupy jednorodne. W drugiej składowej głównej największą moc dyskryminacyjną wykazują: długość grona i jego części produktywnej.

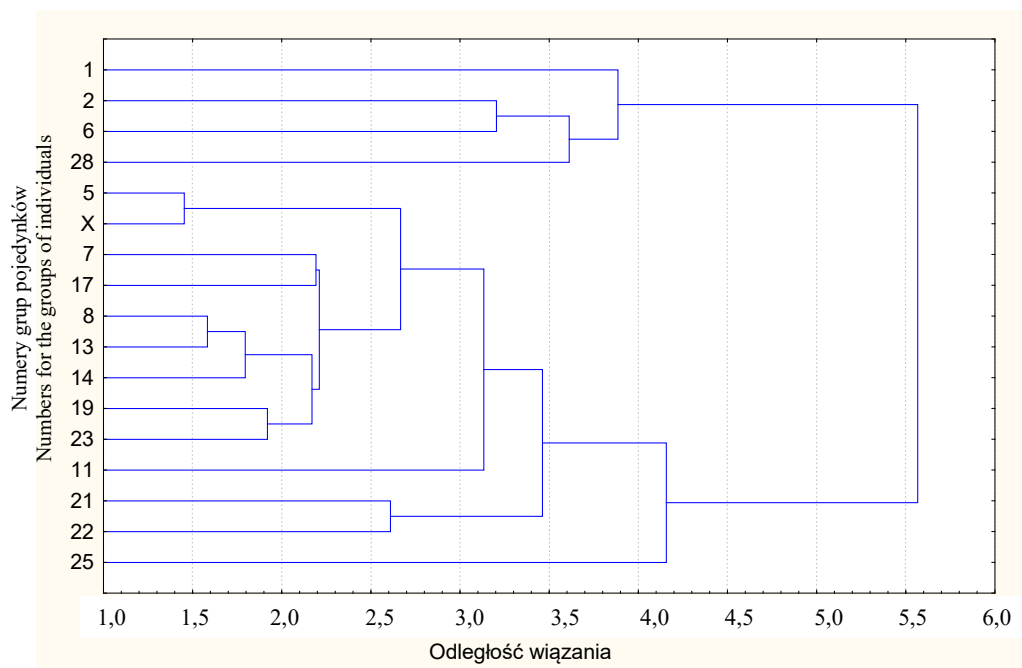
Tabela 2

Wartości własne $\hat{\lambda}_i$ dla dwóch składowych głównych oraz współczynniki korelacji $r_{\hat{z}_i x_j}$
 Eigenvalue $\hat{\lambda}_i$ for two main components and correlation coefficients $r_{\hat{z}_i x_j}$

Cecha Trait	Składowa 1, $\hat{z}_1$ Component 1, $\hat{z}_1$	Składowa 2, $\hat{z}_2$ Component 2, $\hat{z}_2$
	correlation coefficients $r_{\hat{z}_1 x_j}$	correlation coefficients $r_{\hat{z}_2 x_j}$
Długość pędów Shoot length	0,313	0,411
Liczba węzłów na pędzie Number of knots on a shoot	-0,044	0,631
Liczba gron na pędzie Number of clusters on a shoot	0,337	0,116
Średnia liczba strąków w gronie Average number of pods in a cluster	0,683	-0,14
Długość osadki grona Cluster torus length	0,031	0,888
Długość części prod. grona Cluster productive part length	0,007	0,918
Średnia liczba nasion w gronie Average number of seeds in a cluster	0,919	-0,147
Średnia liczba nasion w strąku Average number of seeds in a pod	0,837	0,128
Liczba nasion z pędu Number of seeds from a shoot	0,947	0,064
MTN Thousand seed weight	0,183	0,124
Plon nasion z pędu Seed crop from a shoot	0,934	0,088
Wartości własne $\hat{\lambda}_i$ — Eigenvalue $\hat{\lambda}_i$	$\hat{\lambda}_1 = 4,03$	$\hat{\lambda}_2 = 2,30$
Procent wyjaśnionej wieloczechowej zmienności obiektów Percentage of elucidated multifactor variability of objects	36,6	20,9

Na podstawie diagramu (rys. 1) można stwierdzić, iż badane grupy form można podzielić na dwa skupienia. Pierwsze z nich obejmuje formy o numerach: 1, 2, 6, 28. W drugim skupieniu znajdują się pozostałe grupy pojedynków. Należy zwrócić uwagę na widoczną odrębność grupy o numerze 25. Średnie wartości cech dla poszczególnych skupień znajdują się w tabeli 3. Cechami różnicującymi badane grupy form są: średnia

liczba nasion w strąku i gronie, plon i liczba nasion z pędu; cechy wyznaczone już wcześniej w analizie składowych głównych.



Rys. 1. Diagram dla 17 form lucerny
Fig. 1. Cluster analysis for the 17 lucerne forms

Pędy o wysokiej produktywności nasiennej (średnio 1,96 g nasion z pędu) zawiązywały na pędzie średnio 1063 nasion (tab. 3). Ich strąki wiązały po 2,0 nasion a w gronie było ich średnio 22,8. O dodatniej zależności między plonowaniem nasiennym lucerny a liczbą nasion zawiązywanych w gronie donosi Staszewski (1975), Puzio-Idźkowska (1993). We wcześniejszych pracach współautorki niniejszego opracowania (Wyrzykowska, 2004) znajduje potwierdzenie zależność, iż rośliny lucerny dobrze plonujące nasienie wiążą dużo nasion na pędzie i w gronie.

Dobrze plonujące rośliny z grupy 1 i 2 są formami samokończącymi. W polu zaobserwowano, że są to typowe formy lucerny mieszańcowej, a ich kwitnienie było opóźnione w stosunku do innych roślin o ok. 2 tygodnie. Formy grupy 6. to przedstawiciele genotypów długogroniastych. Cecha ta, jak widać, nie zawsze wpływa korzystnie na produktywność nasienną, pozostałe grupy pojedynków (5,7,8) wydały niski plon nasion. Rośliny na polu miały długie grona, które były bardzo często ubogie w strąki, czego nie stwierdzono w grupie 6. Mała zbitość grona może być spowodowana słabszym wiązaniem nasion (pogoda, owady, krótka żywotność kwiatów) lub ich obłamywaniem w czasie zbioru. Grupa 28 to przedstawiciel roślin o wiechowatych gronach. W tej grupie były pędy

o największych: plonie i liczbie nasion. U roślin na polu rozgałęzienie gron było słabo zaznaczone, ale grona były dość zbite.

Tabela 3

Średnie wartości badanych cech dla skupień
Average values for the tested traits in agglomerations

Cecha Trait	Średnie wartości cech dla skupienia nr 1 Average values for agglomeration traits number 1	Średnie wartości cech dla skupienia nr 2 Average values for agglomeration traits number 2	Poziom istotności różnic między skupieniami Significance of differences between agglomerations
Długość pędów (cm) Shoot length (cm)	84,1	83,3	0,48
Liczba węzłów na pędzie (szt.) Number of knots on a shoot	16,9	19,1	0,42
Liczba gron na pędzie (szt.) Number of clusters on a shoot	57,9	46,0	0,03
Średnia liczba strąków w gronie (szt.) Average number of pods in a cluster	12,2	11,5	0,35
Długość osadki grona (cm) Cluster torus length (cm)	4,8	5,1	0,69
Długość części produktywnej grona (cm) Cluster productive part length (cm)	2,6	3,1	0,74
Średnia liczba nasion w gronie (szt.) Average number of seeds in a cluster	22,8	12,9	0,01
Średnia liczba nasion w strąku (szt.) Average number of seeds in a pod	2,0	1,26	0,01
Liczba nasion z pędu (szt.); Number of seeds from a shoot	1063	470	0,01
MTN (g) Thousand seeds weight (g)	1,74	1,82	0,77
Plon nasion z pędu (g); Seed crop from a shoot (g)	1,96	0,9	0,01

Na podstawie uzyskanych wyników, do dalszej hodowli wybrano formy: 1, 2, 6, 28. Ich wartość hodowlana została potwierdzona w dwóch latach użytkowania. Następnym etapem hodowli będzie rozmnożenie w izolacji i sprawdzenie ich produktywności nasiennej oraz paszowej w następnych latach i miejscowościach.

WNIOSKI

1. Stosowane metody taksonomiczne: metoda składowych głównych, odległości euklidesowych i grupowania metodą k-średnich udzielały ogólnie podobnych, ale również wzajemnie uzupełniających się informacji. Dzięki temu uzyskaliśmy wykaz cech różnicujących istotnie badaną kolekcję wyjściową lucerny, ich podział na skupienia jak również średnie wartości cech w każdym skupieniu.
2. W przestrzeni dwóch pierwszych składowych głównych, ogólna wielocechowa zmienność badanych grup form, została wyjaśniona w 57,5%. Z pierwszą składową główną najsilniej skorelowane były średnia liczba nasion w gronie i strąku oraz liczba

- i plon nasion z pędu; z drugą: długość grona i jego części produktywnej. Są to cechy o największej mocy dyskryminacyjnej.
3. Zastosowanie metody analizy wielowymiarowej, pozwoliło na podział badanej kolekcji lucerny na dwie grupy jednorodnej o wyraźnym zróżnicowaniu produktywności nasiennej i cech charakteryzujących plon nasion. Pierwsze skupienie charakteryzujące się wysoką produktywnością nasienną obejmuje grupy pojedynków o różnym pochodzeniu, oznaczone numerami 1 i 2 (linie samokończące), 6 (linia selekcyjowana na długie grona), 28 (ród z cechą „wiechowatych” gron).
 4. Wyselekcjonowane pojedynki o wysokiej produktywności nasiennej (średnio 1,96 g nasion z pędu) charakteryzowały się: średnio 1063 nasionami na pędzie, średnio 2,0 nasionami w strąku i zawiązywały 22,8 nasion w gronie.

LITERATURA

- Baraccia G., Falcinelli M., Papa R., Pellicoro A., Tavoletti S., Veronesi F. 1997. Genomic variability estimation and agronomic evaluation of cultivated lucerne populations of central Italy. Proceedings of the 20th Meeting of EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, Radzików, Poland, 7–10 October 1996: 48 — 56.
- Bauchan G. G., Campbell A., Hossain M. A. 2003. Comparative chromosome banding studies of nondormant alfalfa germplasm. *Crop Sci.* 43: 2037 — 2042.
- Bena G., Prosperi J.M., Oliveri I., Lejeune B. 1998. Molecular Phylogeny of the Genus *Medicago*. Taxonomic and Evolutionary Implications. North American Alfalfa Improvement Conference, <http://genes.alfalfa.ksu.edu/98Reports.html>.
- James, G., Hastie, T., Sugar, C. 2000. A principal component models for sparse functional data. *Biometrika* 87: 587 — 602.
- Jenczewski E., Prosperi J. M., Ronfort J. 1999. Evidence for gene flow between wild and cultivated *Medicago sativa* (*Leguminosae*) based on allozyme markers and quantitative traits. *Am. J. Bot.* 86: 677 — 687.
- Kesek M., Jernberg T., Lindahl B., Xue J., Englund A., 2004. Principal component analysis of the T wave in patients with chest pain and conduction disturbances. *Pacing and Clinical Electrophysiology*. 27: 1378 — 1387.
- Kubicka H., Mądry W., Sieczko L., Komar A., Puchalski J. 2004. Wielowymiarowa analiza różnorodności genotypowej linii wsobnych żyta ozimego (*Secale cereale* L.) dla cech rolniczych i fenologicznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 497 (2): 375 — 390.
- Kuriata R., Kadłubiec W., Bulińska-Radomska Z., Adamczyk J. 2004. Ocena genetycznego zróżnicowania linii wsobnych kukurydzy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 497 (2): 399 — 404.
- Liu L., Kakihara E., Kato M. 2004. Characterization of six varieties of *Cucumis melo* L. based on morphological and physiological characters, including shelf-life of fruit. *Euphytica* 135: 305 — 313.
- Marek T. 1989. Analiza skupień w badaniach empirycznych. *Metody SAHN*. PWN, Warszawa: 23 — 24.
- Mądry W. 1993. Studia statystyczne nad wielowymiarową oceną zróżnicowania cech ilościowych w kolekcji zasobów genowych zbóż. Wyd. SGGW, Warszawa, Rozprawy Naukowe i Monografie.
- Morrison D. F. 1990. Wielowymiarowa analiza statystyczna. PWN, Warszawa.
- Noffsinger S. L., Huyghe Ch., Santen E. 2000. Analysis of grain-yield components and inflorescence levels in winter-type white lupin. *Agron. J.* 92: 1195 — 1202.
- Ostasiewicz W. (red.). 1999. Statystyczne metody analizy danych. Wyd. A. E. im. O. Lange, Wrocław.
- Pietrzykowski R. 2004. Wykorzystanie nowej wielowymiarowej metody statystycznej do badania zmienności somaklonalnej na przykładzie żyta ozimego (*Secale cereale* L.). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 497: 495 — 502.

- Puzio-Idźkowska M. 1993. Odziedziczalność niektórych cech determinujących plon nasion lucerny mieszańcowej (*Medicago media* L.) odmiany Warmińska. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LVIII, 223: 317 — 323.
- Rojas W., Barriga P., Figueroa H. 2000. Multivariate analysis of the genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. Plant Genet. Res. Newsletter 122: 1623 — 1627.
- Ronfort J., Jenczewski E., Bataillon T., Rousset R. 1998. Analysis of population structure in autotetraploid species. Genetics 150: 921 — 930.
- Sieczko L., Mądry W., Zieliński A., Paderewski J., Urbaś-Szwed K. 2004. Zastosowanie analizy składowych głównych w badaniach nad wielocechową charakterystyką zmienności genetycznej w kolekcji zasobów genowych pszenicy twardej (*Triticum durum* L.). Colloquium Biometryczne 34: 223 — 239.
- Staszewski Z. 1975. Lucerny. PWRiL Warszawa: 354 s.
- Szczepaniak M. 2003. Krytyczne studia taksonomiczne nad *Elymus repens* (L.) Gold. Zastosowania metod statystycznych w badaniach naukowych. Kraków: http://www.statsoft.pl/czytelnia/badania_naukowe/d1biolmed/krytycznestudia.pdf
- Tyrka M., Mikulski W. 2004. Porównanie zmienności fenotypowej i genotypowej odmian i linii pszenicy zwyczajnej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 497: 613 — 620.
- Ukalska J., Skórniak-Pokarowska U., Masny A. 2005. Ocena zróżnicowania wielocechowego w kolekcji odmian truskawki (*Fragaria* × *Ananassa*): cechy plonu owoców i jego jakości. Colloquium Biometryczne 34 a: 181 — 194.
- Wyrzykowska M. 2004. Analiza zależności między czynnikami plonotwórczymi, plonem nasion i plonem zielonej masy u lucerny (*Medicago* sp. L.). Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 497: 627 — 635.
- Zeven A. C., Waning J., Hintum T., Singh S. P. 1999. Phenotypic variation in a core collection of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Netherlands. Euphytica 109: 93 — 106.

JOANNA MARCINKOWSKA¹JAROSŁAW KUCZKOWSKI²¹ Katedra Fitopatologii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa² 63-450 Sobótka, woj. Wielkopolskie

Porażenie wybranych odmian wąsolistnych grochu siewnego przez patogeny w zależności od zwartości ładu

Infection of some semi-leafless field pea cultivars by pathogens depending on plot density

W latach 2001–2003 na polach Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian COBORU w Kościelnej Wsi (woj. Wielkopolskie) badano wpływ rozmieszczenia roślin w łanie na porażenie 6 odmian wąsolistnych grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) przez patogeny grzybowe i wirusowe. Nasilenie obserwowanych chorób było niskie, ponieważ warunki atmosferyczne do ich rozwoju były niekorzystne, zwłaszcza w suche lata 2002 i 2003. *Peronospora viciae* f.sp. *pisi*, sprawca mączniaka rzekomego, porażał rośliny we wszystkie lata badań. Nasilenie mączniaka rzekomego grochu zależało od lat i zagęszczenia roślin w łanie i było najwyższe spośród innych obserwowanych chorób. *Botrytis cinerea*, grzyb wywołujący szarą pleśń różnych gatunków roślin, notowany był w latach 2001 i 2002. W tych samych sezonach wegetacji wystąpiła zgorzelowa plamistość grochu zwana askochytozą, a powodowana przez 3 gatunki grzybów: *Mycosphaerella* (*Didymella*) *pinodes*, *Ascochyta pisi* i *Phoma pinodella*. Zgorzel podstawy łodyg i korzeni, wywołowaną przez różne gatunki z rodzaju *Fusarium*, zanotowano w okresie wegetacji lat 2002 i 2003. Jedynie w 2002 roku stwierdzono rośliny zawirusowane.

Słowa kluczowe: groch siewny, gęstość siewu, rozstawa rzędów, odmiany, patogeny, nasilenie porażenia

The influence of sowing density and row spacing on fungal and viral diseases development was studied on six semi-leafless field pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. The experiments were carried out at the Experimental Station for Cultivar Testing in Kościelna Wieś (Wielkopolska region of central-western Poland) in the years 2001–2003. Intensity of the diseases was generally low, due to the weather conditions, particularly in the dry seasons of 2002 and 2003. The *Peronospora viciae* f.sp. *pisi* caused the most intense infection, compared with other diseases, and was present in all years of study. Development of downy mildew, caused by this fungus, was dependent on plot density, cultivar and growing season. Grey mold, caused by *Botrytis cinerea*, was recorded in the years 2001 and 2002. In the same seasons, the ascochyta blight occurred, caused by three species of fungi: *Mycosphaerella* (*Didymella*) *pinodes*, *Ascochyta pisi* and *Phoma pinodella*. Root rot caused mainly by *Fusarium* ssp. was observed in 2002 and 2003. The viral diseases occurred on peas only in the season of 2002.

Key words: field pea, row spacing, sowing density, cultivars, pathogens, intensity of infection

WSTĘP

Porażenie roślin w polu zależy nie tylko od podatności odmian, ale od warunków atmosferycznych i siedliskowych, związanych ze sposobem (Nadolnik i in., 2000) i terenem (typ gleby, położenie i ukształtowanie pola) uprawy. Badano już wpływ takich czynników agrotechnicznych jak: przedplon (Korbas i Remlein, 1996), nawożenie (Jajor i Wałkowski, 1996; Szukała i in., 1997), płodozmian (Czajka i Cwalina, 1997; Kurowski i in. 2002) na występowanie chorób pszenicy, rzepaku, łubinu białego, buraka oraz grochu. Zależność pomiędzy gęstością siewu, a porażeniem roślin oceniono w ostatnich latach dla rzepaku (Jajor i Wałkowski, 1996) i bobiku (Nadolnik i in., 2000). Dla grochu Fordoński i in. (1988) zaobserwowali jedynie negatywny wpływ gęstości siewu nasion na wyłęganie roślin. Ze względu na brak danych odnośnie wpływu gęstości siewu grochu na nasilenie chorób na roślinach podjęto badania nad porażeniem najnowszych odmian grochu siewnego przez występujące na nim patogeny.

MATERIAŁY I METODY

Doświadczenia prowadzono w latach 2001–2003 w Kościelnej Wsi na glebie zaliczanej do autogenicznych, rząd brunatnoziemne, typ brunatna właściwa, podtyp brunatna wylugowana, wytworzona z pyłów zwykłych, zaległa na glinie średniej, kompleksu pszennego dobrego, klasy III A i III B. Zasobność gleby w podstawowe składniki pokarmowe wahała się od średniej do bardzo wysokiej, a odczyn gleby był lekko kwaśny. Nasiona przed wysiewem zaprawiono zaprawą Sarfun T 65 DS. w ilości 400 g na 100 kg nasion oraz nawozem donasiennym Primus P w dawce 250 g na 100 kg nasion. Nawóz zastosowano celem uzyskania największych wschodów. Nasiona wysiewano w kolejnych latach w dniach: 5, 3 i 1 kwietnia, zawsze po pszenicy jarej (cykl pięcioletniego zmianowania — pszenica jara, groch siewny, rzepak ozimy, pszenica ozima, burak cukrowy). Po siewie (2–3 dni) stosowano herbicydy, a w końcu maja i tuż przed kwitnieniem nawozy dolistne. Co 2–3 tygodnie przed kwitnieniem opryskiwano grochy insektycydami zwalczającymi mszyce.

Doświadczenia założono metodą podbloków losowanych, w czterech powtórzeniach. Badano wpływ: rozstawy rzędów (12,5 i 25,0 cm), gęstości wysiewu (75, 100, 125 nasion na 1 m²), odmiany (Agra, Brutus, Pomorska, Profi, Ramrod i Tarchalska) i lat na porażenie roślin grochu.

Porażenie roślin oceniano jednorazowo w fazie przekwitania grochu, tj. 3 lipca 2001, 18–19 czerwca w 2002 i 2003 roku. Nasilenie chorób liści pochodzenia grzybowego i wirusowego określano w stopniach skali (1–9) przyjętej przez COBORU, w której 9 oznaczało brak porażenia, a 1 — bardzo duże (Wiatr, 1998). Porażenie podstawy łodyg i korzeni podano w procentach roślin w stosunku do faktycznej obsady.

Wyniki poddano analizie statystycznej z zastosowaniem wariancji wieloczynnikowej wykonanej testem Fischera. Przedziały ufności obliczono na podstawie testu T Studenta, zgodnie z metodyką doświadczeń polowych. Najniższą różnicę udowodnioną (NRU) oceniano na poziomie ufności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

W okresie badań grochy porażone były przez *Peronospora viciae* (Berk.) Casp. f.sp. *pisi*, sprawcę mączniaka rzekomego grochu; *Mycosphaerella pinodes* (Berk. et Blox.) Vesterg. syn. *Didymella pinodes* (Berk. et Blox.) Petrak (anamorfa: *Ascochyta pinodes* L.K. Jones), *Ascochyta pisi* Lib. i *Phoma pinodella* (L.K Jones) Morgan-Jones et Burch, sprawców zgorzelowej plamistości grochu; *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (anamorfa: *Botrytis cinerea* Pers.) powodującego szarą pleśń różnych gatunków roślin; gatunki z rodzaju *Fusarium* wywołujące zgorzel podstawy łodyg i korzeni, a także przez różne wirusy (tab. 1). Nasilenie obserwowanych chorób różnicowało się trochę w zależności od badanych czynników, ale ogólnie było niskie, zwłaszcza w suche okresy wegetacji lat 2002 i 2003 (tab. 2; rys. 1 i 2).

Tabela 1

Porażenie roślin grochu przez różne patogeny w zależności od badanych czynników (średnie dla czynników i lat)

Pea infection by pathogens depending on the tested factors (means for factors and years)

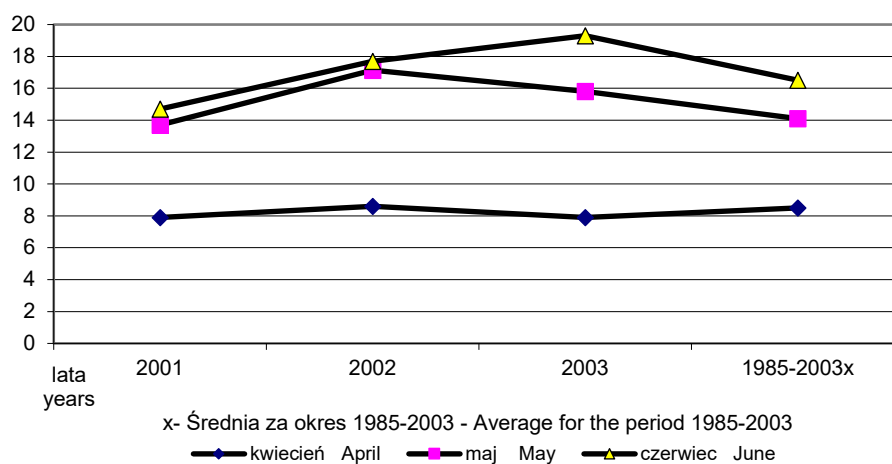
Badany czynnik Tested factor	Stopień porażenia (1–9) przez: Infection degree (1–9) by:				Procent porażonych roślin przez <i>Fusarium</i> spp. Percent of infected plants by <i>Fusarium</i> spp.
	A	B	C	D	
Rozstawa rzędów — Row spacing					
12,5	7,1	8,4	7,8	8,4	0,3
25,0	7,1	8,5	7,9	8,6	0,4
NUR — LSD	r.n. — n.s.	r.n. — n.s.	r.n. — n.s.	r.n. — n.s.	r.n. — n.s.
Odmiany — Cultivars					
Agra	7,5	8,8	8,0	8,3	0,1
Brutus	8,1	8,2	8,0	8,0	0,2
Pomorska	6,8	8,5	7,5	8,7	0,3
Profi	6,8	8,4	7,9	8,8	0,6
Ramrod	6,5	8,4	7,8	8,5	0,6
Tarchalska	7,0	8,4	7,9	8,7	0,3
NUR — LSD	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1
Liczba wysianych nasion na 1 m ² — Number of sown seeds per 1 m ²					
75	7,2	8,5	7,9	8,5	0,5
100	7,2	8,4	7,8	8,4	0,3
125	6,9	8,4	7,8	8,6	0,3
NUR — LSD	0,2	r.n. — n.s.	r.n. — n.s.	r.n. — n.s.	0,1
Lata badań — Study years					
2001	5,9	8,0	7,7	9,0	0
2002	8,1	8,9	8,0	8,5	0,5
2003	7,4	9,0	9,0	—	0,3
NUR — LSD	0,4	0,1	0,1	—	0,1

Legenda: A - *Peronospora viciae* f. sp. *pisi*; B - *Botrytis cinerea*; C — sprawcy zgorzelowej plamistości grochu; fungi responsible for pea ascochyta blight; D — różne wirusy; various viruses; NUR — Najmniejsza Udowodniona Różnica przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (LSD — Lowest Significant Difference for $\alpha = 0.05$); r.n. — różnica nieudowodniona (n.s. — nonsignificant difference)

Tabela 2

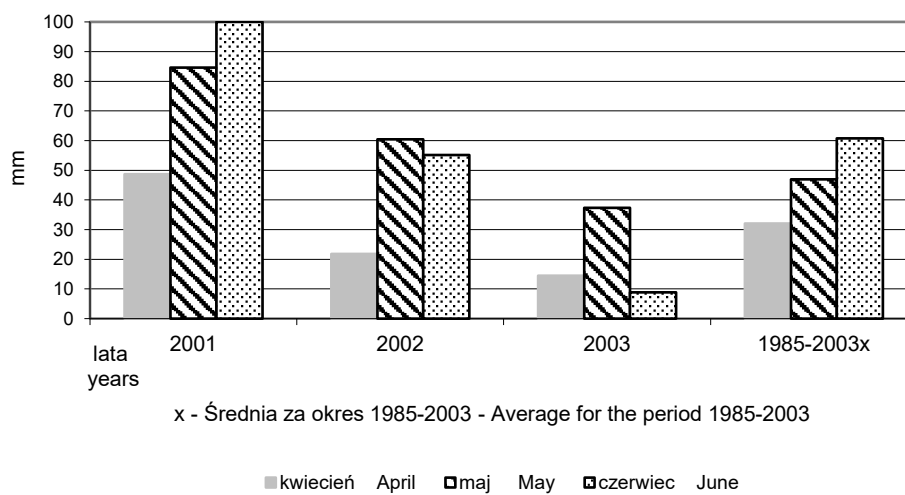
Warunki meteorologiczne od siewu do zakończenia kwitnienia grochu
Weather conditions from sowing day to blooming end of pea

Wyszczególnienie Item	Lata — Years		
	2001	2002	2003
Liczba dni ww. okresu — Days number	89	80	76
Średnia dobowa temp. powietrza (°C) — Average day air temperature(°C)	12,5	14,4	13,1
Suma opadów (mm) — Rainfall total (mm)	233	135	58
Liczba dni z opadami — Number of days with rainfall	36	28	26



Rys. 1. Temperatura powietrza w stopniach (°C)

Fig. 1. Air temperature (°C)



Rys. 2. Opady

Fig.2. Rainfall

Porównywane w badaniach rozstawy rzędów, w jakie wysiewano nasiona (12,5 i 25,0 cm) nie miały istotnego wpływu na zróżnicowanie porażenia roślin (tab. 1), podobnie jak gęstość wysiewu dla trzech z pięciu występujących sprawców chorób (tab. 1). Badane odmiany istotnie różniły się nasileniem porażenia przez obserwowane patogeny (tab. 1). Stwierdzono również statystycznie udowodnione różnice w porażeniu przez niektóre patogeny w zależności od roku, w którym przeprowadzono doświadczenia (tab. 1).

Mączniak rzekomy występował we wszystkie lata obserwacji w najwyższym nasileniu spośród notowanych chorób (tab. 1). W poszczególnych latach stwierdzono istotne zróżnicowanie porażenia odmian przez *P. viciae* f. sp. *pisi* (tab. 3). Największe nasilenie choroby wystąpiło w najbardziej wilgotnym i chłodniejszym 2001 roku, które to warunki sprzyjały rozwojowi mączniaka rzekomego. Najmniej porażoną odmianą była Brutus, zaś do najbardziej chorych zaliczono Ramrod, Profi i Pomorską.

Tabela 3

Porażenie odmian grochu (stopnie 1–9) przez *Peronospora viciae* f. sp. *pisi* i *Botrytis cinerea* w latach 2001–2003 (średnie dla odmian)
Pea cultivars infection (degrees 1–9) by *Peronospora viciae* f. sp. *pisi* and *Botrytis cinerea* during the years 2001–2003 (means for cultivars)

<i>Peronospora viciae</i> f. sp. <i>pisi</i>				<i>Botrytis cinerea</i>		
odmiana — cultivar	rok — year	2001	2002	2003	2001	2002
Agra		6,5	8,3	7,7	8,6	9,0
Brutus		8,0	8,4	8,0	7,5	9,0
Pomorska		5,3	7,4	7,8	8,1	9,0
Profi		5,3	8,7	6,5	7,8	8,9
Ramrod		4,8	7,9	6,8	7,9	8,9
Tarchalska		5,3	8,0	7,8	8,0	8,9
NRU						
LSD		0,7	0,4	0,6	0,4	r.n. — n.s.

B. cinerea zanotowano na roślinach grochu w dwóch sezonach wegetacji (tab. 1 i 3). Porażenie przez tego grzyba było słabe, przy tym wyższe w wilgotniejszym 2001 roku, w którym to stwierdzono statystycznie udowodnione zróżnicowanie w porażeniu odmian. Najslabiej reagowała na patogena odmiana Agra, a najsilniej Brutus. W 2002 roku badane odmiany wykazały śladowe występowanie szarej pleśni.

Zgorzelowa plamistość grochu wystąpiła w 2001 roku w bardzo małym nasileniu, ale zróżnicowanym statystycznie dla odmian (tab. 1 i 4).

Najbardziej porażona była Pomorska, a najmniej Agra i Brutus. W następnym roku zanotowano śladowe wystąpienie choroby, a w 2003 w ogóle jej nie zaobserwowano.

W wilgotnym 2001 roku nie zanotowano roślin z objawami zgorzeli podstawy łodyg i korzeni (tab. 1 i 4). W kolejnych dwóch latach obserwacji schorzenie to występowało, ale na nielicznych roślinach, od 0,1 do 1,0 procenta, średnio 0,6 w stosunku do obsady na poletku.

Rośliny zawirusowane wystąpiły sporadycznie i tylko w 2002 roku (tab. 1).

Tabela 4

Porażenie odmian grochu w latach 2001–2003 przez sprawców zgorzelowej plamistości grochu w skali 1-9 oraz procent porażonych roślin przez sprawców zgorzeli podstawy łodyg i korzeni (średnie dla odmian)

Pea cultivars infection by ascochyta blight fungi, degrees 1-9, and percent of infected plants by root rot fungi in the years 2001–2003 (means for cultivars)

Sprawcy zgorzelowej plamistości grochu Ascochyta blight fungi			Sprawcy zgorzeli podstawy łodyg i korzeni Root rot fungi	
odmiana — cultivar	rok — year	2001	2002	2003
Agra		7,9	8,0	0,2
Brutus		8,0	8,0	0,3
Pomorska		7,1	8,0	0,2
Profi		7,8	8,0	0,8
Ramrod		7,7	8,0	0,8
Tarchalska		7,8	8,0	0,5
NRU — LSD		0,5	r.n. - n.s.	0,2

DYSKUSJA

Na grochu siewnym w obserwowanych okresach wegetacji stwierdzono występowanie już wcześniej notowanych chorób, zarówno grzybowych (Czyżewska, 1978; Marcinkowska, 1997 a, b; 2002), jak i wirusowych (Fiedorow, 2001), ale w małym nasileniu lub jedynie sporadycznie.

Uzyskane wyniki są kolejnym dowodem dominującego znaczenia opadów, a zatem teoretycznej “kropli wody”, czyli 100% wilgotności względnej powietrza w spowodowaniu infekcji, i w konsekwencji rozwoju mączniaka rzekomego, szarej pleśni i zgorzelowej plamistości, chorób grzybowych nadziemnych części roślin. W trzy letnim okresie obserwacji notowano tym wyższe porażenie grochów przez sprawców wymienionych chorób im więcej opadów występowało w okresie wegetacji. I tak, najwilgotniejszy był rok 2001 i wówczas notowano wyższe nasilenie omawianych chorób niż w pozostałych sezonach. W najsuchszym 2003 roku szara pleśń i zgorzelowa plamistość w ogóle nie znalazły warunków do rozwoju. Zależność rozwoju chorób grochów od warunków atmosferycznych udowodniana była w różnych badaniach (Hagedorn, 1974; Filipowicz i Różnowicz, 1991; Marcinkowska, 1996, 1997 c, 2002). Podobne zależności odnoszą się do innych gatunków roślin i grzybów. I tak, Jajor i Wałkowski (1996) w okresie wysokich opadów deszczu zauważyli silniejsze porażenie rzepaku przez grzyby, a Nowakowska i wsp. (1997) stwierdzili decydujący wpływ warunków pogodowych na porażenie buraka cukrowego przez *Cercospora beticola*.

Silniejsze porażenie gęściej posianych grochów zostało tylko statystycznie dowiedzione dla *P.viciae* f.sp. *pisi* przy dwóch, a nie trzech kombinacjach. Dla różnej rozstawy rzędów nie zaobserwowano udowodnionego zróżnicowania porażenia przez żadnego patogena, a więc nawet przez sprawcę mączniaka rzekomego, choroby, która występowała we wszystkie okresy wegetacji i to w nasileniu wyższym od innych notowanych chorób. Jednak nasilenie mączniaka rzekomego, chociaż było najwyższe w okresie badań, to osiągało zazwyczaj stopień słaby, w porównaniu do epidemicznego występowania choroby

np. w sezonie 1996 i 1997 (Marcinkowska, 1997 c). Wydaje się, że wpływ badanych czynników agrotechnicznych na porażenie roślin uwydatniłby się bardziej przy silniejszym niż obserwowane nasileniu chorób. Nieliczne są jednak badania odnośnie zagęszczenia łanu jako czynnika agrotechnicznego wpływającego na nasilenie chorób. Nadolnik i wsp. (2000) nie stwierdzili istotnych różnic w porażeniu strąków bobiku przez grzyby patogeniczne, gdy zastosowali różne gęstości siewu i rozstawę rzędów. W badaniach własnych podobnie nieistotne było zróżnicowanie porażenia przez większość patogenów. Natomiast Jajor i Wałkowski (1996) zaobserwowali, zależnie od gęstości siewu, zróżnicowane porażenia rzepaku przez *Phoma lingam* i *Cylindrosporium concentricum*, ale nie przez *Alternaria* spp. Należy podkreślić, iż postawione w celu pracy zadanie jest trudne do rozwiązania, gdyż na nasilenie występowania chorób w łanie wpływają też i inne warunki środowiskowe.

Otrzymane wyniki wskazują także na podatność najnowszych genotypów grochu siewnego względem najważniejszych patogenów obserwowanych na polach uprawnych w Polsce, zwłaszcza gatunku specyficznego dla grochu, jakim jest *P.viciae* f.sp. *pisi*. Brutus okazał się najmniej porażaną odmianą, podczas gdy Agra nieco bardziej, ale zaatakowana była słabiej niż pozostałe 4 odmiany. Marcinkowska (1997 c) już wcześniej zaobserwowała małą podatność Agry.

LITERATURA

- Czajka W., Cwalina B. 1997. Porażenie rzepaku ozimego przez patogeny w zależności od płodozmianów. *Postępy w Ochronie Roślin* 37 (2): 357 — 359.
- Czyżewska S. 1978. Przegląd zagadnień związanych z odpornością grochu na porażenie przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. *Biul. Branż. Hodowli Roślin* 3 (4): 31 — 38.
- Fiedorow Z. 2001. Najważniejsze choroby wirusowe roślin strączkowych. *Mat. Konf. "Agrofagi roślin strączkowych i motylkowych drobnonasiennych"*. IOR Poznań, 17–18 stycznia 2001.:
- Filipowicz A., Różnowicz M. 1991. Plonowanie oraz zdrowotność niektórych odmian i rodów hodowlanych grochu (*Pisum sativum* L.). *Hod. Rośl. Nasien.* 1: 24 — 27.
- Fordoński G., Gronowicz Z., Paprocki S. 1988. Wpływ ilości wysiewu na plon i wartość pokarmową nowych odmian grochu siewnego. *Zeszyty Nauk. A.R.T. Olsztyn, s. Agricultura* 45: 157 — 165.
- Hagedorn D. J. 1974. Recent pea anthracnose and downy mildew epiphytotics in Wisconsin. *Plant Dis. Rep.* 58 (3): 226 — 229.
- Jajor E., Wałkowski T. 1996. Porażenie odmian rzepaku przez choroby grzybowe w aspekcie wybranych czynników agrotechnicznych. *Postępy w Ochronie Roślin* 36 (2): 192 — 194.
- Korbas M., Remlein D. 1996. Wpływ wybranych czynników agrotechniczno-przyrodniczych na występowanie chorób podstawy źdźbła w Polsce. *Postępy w Ochronie Roślin* 36 (2): 199 — 201.
- Kurowski T. P., Cwalina-Ambroziak B., Sadowski T. 2002. Płodozmian jako czynnik różnicujący nasilenie chorób grochu polnego (*Pisum sativum* L.). *Acta Agrobot.* 55 (1): 173 — 183.
- Marcinkowska J. 1996. Wystąpienie mączniaka rzekomego grochu w różnych rejonach Polski. *Symp. "Nowe kierunki w fitopatologii"*. Kraków, 11–13 września 1996: 103 — 106.
- Marcinkowska J. 1997 a. Zdrowotność grochu uprawianego na suche nasiona. *Biul. IHAR* 201: 279 — 287.
- Marcinkowska J. 1997 b. Diagnostyka sprawców zgorzelowej plamistości grochu. *Biul. IHAR* 203: 219 — 227.
- Marcinkowska J. 1997 c. A response of the new Polish dry pea genotypes to *Peronospora viciae* f.sp. *pisi*. *Pl. Breed. Seed Sci.* 41 (1): 51 — 59.
- Marcinkowska J. 2002. Foliar diseases of *Pisum sativum* L. in Poland. *Pl. Breed. Seed Sci.* 46 (1): 49 — 54.

- Nadolnik M., Dłużniewska J., Kulig B. 2000. Choroby grzybowe bobiku w zależności od odmiany, gęstości siewu i sposobu uprawy. *Postępy w Ochronie Roślin* 40 (2): 602 — 604.
- Nowakowska H., Piszczek J. J., Włodarski J. 1997. Porażenie odmian buraka cukrowego przez *Cercospora beticola* w 1995 i 1996 roku w różnych rejonach uprawy. *Postępy w Ochronie Roślin* 37 (2): 340 — 342.
- Szukała J., Collins D., Reeves W. 1997. Wpływ zawartości fosforu w glebie i nasionach na porażenie łubinu białego *Pleiochaeta setosa*. *Postępy w Ochronie Roślin* 37 (2): 206 — 209.
- Wiatr K. 1998. *Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych*. 1. Rośliny rolnicze. 1.2. Strączkowe. Wydanie I, Słupia Wielka, 33 s.

TADEUSZ ŁUCZKIEWICZ**JERZY NAWRACAŁA****MAŁGORZATA STRYBE****KAROLINA SATKIEWICZ**

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin

Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

Analiza genetyczna kilku cech ilościowych związanych z regeneracją lniarki siewnej (*Camelina sativa* L.) w warunkach kultur *in vitro*

Genetic analysis of several quantitative traits linked with regeneration of false flax (*Camelina sativa* L.) in *in vitro* tissue cultures

Sześć zróżnicowanych genotypów lniarki siewnej (*Camelina sativa* L.), pochodzących z kolekcji europejskich skrzyżowano diallelicznie (typ II Griffinga). Z roślin mieszańców F₁ oraz rodziców, wyszczepiono na pożywkę indukującą regenerację roślin (MS + 1mg/l BAP) eksplantaty liścieniowo-hypokotylowe. Po ośmiu tygodniach kultury oceniano masę wytworzonej tkanki kalusowej i zregenerowanych części roślin, liczbę zregenerowanych pędów, długość pędów i liczbę liści na pędach. Obliczenia wykonano programem DGH2 (Kala i in., 1996). Stwierdzono, że regeneracja roślin przebiegała drogą organogenezy pośredniej. Z jednego eksplantatu zregenerowało średnio od 2,8 do 5,8 pędów, najwięcej z mieszańców kombinacji krzyżówkowej linia 4 × linia 13. Najdłuższe były pędy zregenerowane z eksplantatów linii 15 (4,3 cm). Ocena GCA wykazała, że linia 15 zwiększała w mieszańcach długość zregenerowanych pędów, linia 13 zwiększała istotnie liczbę liści na pędzie, natomiast linia 9 zmniejszała masę kalusa i zregenerowanych części rośliny. Odziedziczalność w szerokim sensie i wąskim sensie była bardzo niska — dla długości pędów wynosiła odpowiednio 0,57 i 0,04 oraz dla liczby liści na pędach 0,38 i 0,15. Istotne efekty dominowania wykazano dla długości pędu.

Słowa kluczowe: lniarka, kultury *in vitro*, ogólna zdolność kombinacyjna, odziedziczalność

Diallel crosses (Griffing's type II) between six different genotypes of false flax (*Camelina sativa* L.) originated from European collections were done. Explants (hypocotyl-cotyledon parts) from F₁ hybrids and parental plants were placed on induction medium (MS + 1 mg/l BAP). After 8 weeks of the *in vitro* culture maintenance, a number of shoots regenerated from each explant, number of leaves per explant, length of shoots as well as weight of callus and of the regenerated parts of plant were determined. It was found that the shoots regenerated by indirect organogenesis process. From one explant 2.8–5.8 shoots were regenerated. The highest number of shoots were obtained with hybrid plants of the line 4 × line 13 cross. The longest shoots (4.3 cm) were regenerated from the explants of line 15. Analysis of general combining ability showed that line 15 affected in hybrid plants the increase

in length of regenerated shoots, line 13 — the increase in number of leaves on shoots, and line 9 — the decrease in weight of callus and of the regenerated parts of plant. Heritability both in broad and narrow sense was very low: 0.57 and 0.04 for the length of shoots, and 0.38 and 0.15 for the number of leaves per shoot, respectively. Effects of domination were found to be significant for the length of shoots.

Key words: false flax, in vitro culture, general combining ability, heritability

WSTĘP

Lnianka siewna (*Camelina sativa* L.) jest jedną z najstarszych roślin uprawnych, charakteryzującą się wieloma zaletami, które czynią z niej roślinę atrakcyjną dla rolnictwa. Między innymi można ją uprawiać na glebach piaszczystych, zdegradowanych, na których inne gatunki oleiste zawodzą, dobrze znosi wiosenne przymrozki w porównaniu z innymi jarymi gatunkami oleistymi. Lnianka siewna daje dobrej jakości, szybko schnący olej techniczny, który służy do wyrobu farb olejnych i lakierów (Krzymański, 1961). Dzięki wspaniałej równowadze korzystnych kwasów tłuszczowych szczególnie omega kwasów tłuszczowych, które korzystnie wpływają na czynności serca oraz obniżają zawartość cholesterolu we krwi, olej z lnianki może konkurować z innymi, wysokiej jakości olejami jadalnymi dostępnymi na naszym rynku. Nieliczne prace nad tym gatunkiem sprawiają, że pełny potencjał rolniczy i hodowlany tego gatunku nie jest jeszcze dostatecznie poznany. Gatunek jest słabo opracowany pod wieloma względami m.in. w kulturach *in vitro* nie dopracowano się efektywnych metod regeneracji (Zandecka-Dziubak i Łuczkiwicz, 1999 i 2000). Oprócz składu pożywki na efektywność regeneracji ma w dużym stopniu wpływ genotyp rośliny. Niewiele jest jednak prac dotyczących dziedziczenia cech związanych z regeneracją roślin w kulturach *in vitro*. Badania takie wykonane na podstawie krzyżowań diallelicznych przeprowadzono u pszenicy (Ekin i Konzak, 1994), ryżu (Imuta i in., 1991), lucerny (Kielly i Bowley, 1997) i soi (Roy i Maloo, 2001). Najczęściej oceniano zdolność genotypów do tworzenia kalusa (Kielly i Bowley, 1997) i regeneracji pędów (Sparrow i in., 2004).

W prezentowanej pracy podjęto próbę oceny ogólnej i specyficznej zdolności kombinacyjnej oraz oszacowania odziedziczalności niektórych cech obserwowanych podczas regeneracji roślin lnianki siewnej.

MATERIAŁ I METODY

Genotypy rodzicielskie do krzyżowania wybrano, na podstawie 3-letnich doświadczeń polowych, ze zgromadzonej w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Poznaniu kolekcji 29 europejskich jarych form (odmian i rodów) lnianki siewnej (*C. sativa* L.). Sześć zróżnicowanych pod względem analizowanych cech ilościowych genotypów krzyżowano diallelicznie (model II wg Griffinga, 1956). Nasiona mieszańców F₁ (15 kombinacji krzyżówkowych) oraz form rodzicielskich odkażano przez 5 min. w ACE (substancja czynna 5% roztwór podchlorynu sodu), przepłukano 3-krotnie w wodzie destylowanej i wyłożono na bibułę filtracyjną na płytkach Petri'ego. Kiełkowanie przeprowadzono w pokoju hodowlanym w temperaturze 26°C, przy 16 h fotoperiodzie i natężeniu światła wynoszącym 3800 luxów. Z czterodniowych siewek

wycinano eksplantaty liścieniowo-hypokotylowe, które umieszczano na pożywce MS (Murashige i Skoog, 1962) z dodatkiem 1 ml/l BAP (6-benzylaminopuryna) (Zandacka-Dziubak, 2000). Z każdego genotypu na pożywkę wyłożono 30 eksplantatów, które po 23 dniach hodowli przenoszono na pożywkę o tym samym składzie. Po 6 tygodniach przeprowadzono obserwacje dotyczące liczby pędów zregenerowanych z eksplantatu, liczby liści na zregenerowanych pędach, długości pędów oraz łącznej masy kalusa i zregenerowanych części roślin. Obliczenia średnich wartości cech, analizę wariancji, istotność efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) oraz odziedziczalność w szerokim i wąskim sensie obliczono programem DGH2 (Master i Jinks, 1982; Kala i in., 1996).

WYNIKI I DYSKUSJA

Przebieg regeneracji

Tkanka kalusowa zaczęła się rozwijać na wszystkich eksplantatach, w dolnej części segmentu hypokotylowego po 7 do 12 dni inkubacji w pokoju hodowlanym.

Tabela 1

Zmienność analizowanych cech lniarki siewnej w warunkach kultur *in vitro* u genotypów rodzicielskich oraz mieszańców pokolenia F₁ krzyżówek diallelicznych
Variability of analyzed traits of false flax in *in vitro* culture of parental genotypes and F₁ progeny from diallel crosses

Genotyp Genotype	Liczba pędów zregenerowanych/ eksplantat Number of shoots regenerated per explant			Liczba liści / eksplantat Number of leaves per explant			Długość pędu Length of shoots (cm)			Masa kalusa i zregenerowanych części rośliny Weight of callus and regenerated parts of plant (g)		
	P	$\bar{x}$	W	P	$\bar{x}$	W	P	$\bar{x}$	W	P	$\bar{x}$	W
20	1–11	5,1	54,0	3–58	30,1	34,9	1,1–7,0	3,0	51,9	0,5–2,1	0,7	94,0
20×9	1–7	4,0	38,0	7–49	22,8	32,1	1,2–6,1	3,5	38,2	0,1–0,7	0,4	40,3
20×15	1–10	3,9	74,8	5–73	23,6	58,1	1,0–5,3	2,5	51,8	0,1–1,1	0,5	70,9
20×4	1–12	5,1	49,2	3–54	23,1	23,7	1,1–4,5	2,5	38,2	0,2–1,0	0,4	54,0
20×29	1–9	4,1	45,7	9–56	28,9	21,2	2,1–6,1	3,6	29,8	0,1–1,2	0,5	61,2
20×13	1–8	4,8	52,0	7–75	30,9	34,4	1,2–6,3	3,6	38,3	0,1–1,7	0,7	67,3
9	1–8	3,8	56,5	3–46	19,8	31,6	0,5–7,2	2,6	67,4	0,1–1,8	0,4	105,9
9×15	1–8	4,3	52,3	8–65	31,0	34,2	1,1–8,0	3,8	46,9	0,1–2,1	0,6	69,7
9×4	1–7	2,8	62,3	6–42	17,1	46,0	1,0–4,5	2,3	41,8	0,1–0,6	0,3	62,4
9×29	1–9	3,3	74,3	10–61	23,2	39,1	1,2–9,1	4,1	40,3	0,1–1,3	0,4	82,5
9×13	1–9	3,8	55,7	8–69	24,1	28,2	1,0–5,3	2,7	38,7	0,1–0,8	0,3	64,8
15	2–14	5,1	58,9	11–65	30,3	33,1	2,3–9,0	4,3	44,0	0,1–2,9	0,8	87,2
15×4	1–10	3,5	62,5	4–55	21,3	38,0	1,1–6,0	3,0	46,2	0,1–1,2	0,5	68,6
15×29	1–7	3,6	39,7	13–48	24,0	31,8	1,9–5,2	3,4	27,6	0,2–0,8	0,4	44,3
15×13	1–7	2,8	52,6	10–52	23,0	33,6	1,4–5,4	3,0	46,7	0,1–2,3	0,5	95,2
4	1–7	4,3	37,5	4–44	22,9	20,9	1,3–6,3	3,1	42,0	0,1–0,9	0,4	50,7
4×29	1–12	4,4	64,7	4–63	25,3	36,0	1,1–5,2	2,7	49,0	0,1–2,5	0,6	96,6
4×13	4–9	5,8	25,8	15–53	35,9	21,7	2,2–7,1	3,8	32,4	0,2–1,1	0,6	38,6
29	1–7	3,5	48,8	4–46	21,0	40,4	1,1–6,6	2,7	47,2	0,2–3,3	0,8	107,5
29×13	1–12	4,6	61,5	8–71	36,5	25,8	1,9–4,3	3,0	25,7	0,1–3,5	0,6	111,1
13	2–13	4,7	67,1	8–65	33,4	30,5	1,3–5,0	3,0	36,3	0,1–2,8	0,8	101,6

W — Współczynnik zmienności; Coefficient of variability

P — Przedział; Range

Jej wzrost nie był intensywny. Tworzenie pędów odbywało się z części liścieniowej eksplantatu, już po dwóch tygodniach hodowli obserwowano początki wzrostu pędu i liści. Podobny przebieg regeneracji u lniarki obserwowała Zandecka-Dziubak (2000). Tworzące się pędy przenoszono na świeże pożywki. Po 6 tygodniach z jednego eksplantatu zregenerowało średnio w zależności od genotypu od 2,8 do 5,8 pędów (tab. 1). Najwięcej pędów zregenerowały eksplantaty z mieszańców kombinacji krzyżówkowych 4×13 i 20×4 , a następnie form rodzicielskich nr 15 i 20 (tab. 1). Współczynnik zmienności dla liczby zregenerowanych pędów wahał się od 25,8 do 74,8%. Na zregenerowanych pędach, mających bardzo krótkie międzywęzła, obserwowano dużą liczbę liści. W konsekwencji z jednego eksplantatu wyrastało ponad 30 liści (tab. 1). Zmienność liczby liści wytworzonych na pędach zregenerowanych z jednego eksplantatu była najmniejsza z obserwowanych cech. Najdłuższe były pędy zregenerowane z eksplantatów genotypu nr 15 (4,3 cm), natomiast wśród mieszańców najdłuższe pędy obserwowano na eksplantatach z kombinacji krzyżówkowej 9×29 (tab. 1). Cecha ta charakteryzowała się zmiennością podobną jak zmienność liczby liści (25,7–67,4%). Średnia masa wytworzonych pędów i liści wraz z tkanką kalusową wahała się od 0,3 do 0,8 g i była cechą o największej zmienności (tab. 1).

GCA i SCA

Właściwy dobór komponentów rodzicielskich do krzyżowań jest jednym z warunków zapewniających skuteczność hodowli. Oszacowanie zdolności kombinacyjnej ułatwia ten wybór, zwiększając prawdopodobieństwo uzyskania wartościowego potomstwa. (Lone i in., 1993). Przeprowadzona ocena efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej wykazała, że większość efektów GCA była nieistotna statystycznie (tab. 2).

Tabela 2

Efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) dla sześciu genotypów rodzicielskich lniarki siewnej (*Camelina sativa* L.)

Effects of general combining ability (GCA) for six parental genotypes of false flax (*Camelina sativa* L.)

Genotyp Genotype	Liczba pędów zregenerowanych na eksplantat Number of shoots regenerated per explant	Liczba liści na eksplantat Number of leaves per explant	Długość pędu Length of shoot	Masa kalusa i zregenerowanych części rośliny Weight of callus and regenerated parts of plant
20	0,43	-0,08	-0,81	0,01
9	-0,42	-2,61	-0,08	-0,11*
15	-0,22	-1,52	0,35**	0,02
4	0,21	-0,73	-0,10	-0,05
29	-0,25	0,41	-0,64	0,06
13	0,25	4,53**	-0,03	0,08

** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$ Significant at $\alpha = 0,01$

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$ Significant at $\alpha = 0,05$

Dodatknie efekty GCA odnotowano jedynie dla linii 15 i 13. Mieszańce, których jednym z komponentów rodzicielskich była linia 15, miały zwiększoną długość zregenerowanych pędów, a mieszańce, których jednym z komponentów rodzicielskich była linia 13,

charakteryzowały się zwiększoną istotnie liczbą liści na pędzie. Ujemne efekty GCA wykazano w przypadku linii 9 dla masy kalusa i zregenerowanych części rośliny (tab. 2).

Spośród piętnastu mieszańców, aż dla jedenastu kombinacji krzyżówkowych efekty SCA były nieistotne (tab. 3). Dodatkowo efekty SCA zostały oszacowane dla mieszańca z kombinacji krzyżówkowej linia 9 × linia 15 w przypadku liczby liści oraz dla mieszańca z kombinacji krzyżówkowej linia 4 × linia 13 w przypadku długości zregenerowanego pędu. Ujemnymi wartościami SCA dla liczby zregenerowanych pędów charakteryzował się mieszaniec z kombinacji krzyżówkowej linia 15 × linia 13. Natomiast dla liczby liści z eksplantatu ujemne efekty SCA wykazano u mieszańca linia 20 × linia 15. U żadnego mieszańca pokolenia F₁ nie stwierdzono istotnych statystycznie efektów SCA dla masy kalusa i zregenerowanych części roślin (tab. 3).

Tabela 3

Efekty specyficznej zdolności kombinacyjnej (SCA) dla piętnastu mieszańców pokolenia F₁ krzyżówek diallelicznych roślin lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.)
Effects of specific combining ability (SCA) for fifteen F₁ hybrids of false flax (*Camelina sativa* L.) diallel crosses

Genotyp Genotype	Liczba — Number		Długość pędu Length of shoot	Masa kalusa i zregenerowanych części rośliny Weight of callus and regenerated parts of plant
	pędów zregenerowanych eksplantat of shoots regenerated per explant	liści na eksplantat of leaves per explant		
20×9	-0,13	-0,11	0,45	-0,04
20×15	-0,43	-13,83**	-1,02	-0,10
20×4	0,33	-1,74	-0,53	-0,07
20×29	0,25	2,91	0,56	-0,15
20×13	-0,05	0,85	0,47	0,05
9×15	0,82	9,53*	0,35	0,17
9×4	-1,16	-5,21	-0,68	-0,10
9×29	-0,14	-0,20	1,07	-0,08
9×13	-0,15	-3,46	-0,39	-0,19
15×4	-0,62	-1,80	-0,40	-0,01
15×29	-0,05	-0,54	-0,10	-0,23
15×13	-1,35*	-5,65	-0,57	0,14
4×29	0,27	0,02	-0,31	0,13
4×13	1,17	6,51	0,77*	0,04
29×13	0,43	5,96	-0,13	-0,03

** Istotne na poziomie $\alpha = 0,01$ Significant at $\alpha = 0.01$

* Istotne na poziomie $\alpha = 0,05$ Significant at $\alpha = 0.05$

Odziedziczalność

Obliczono odziedziczalność dla dwóch cech: długości zregenerowanych pędów i liczby liści na pędach. Odziedziczalność w szerokim sensie dla długości pędów wynosiła 0,57 oraz dla liczby liści na pędach 0,38. Odziedziczalność w wąskim sensie była bardzo niska dla długości pędów wynosiła 0,04, a dla liczby liści na pędzie 0,15. Dla pozostałych cech nie określono wartości odziedziczalności ze względu na duży błąd spowodowany zbyt dużą zmiennością danej cechy ilościowej. Nie wykazano także addytywnego działania genów. Jedyne istotne efekty dominowania oszacowano dla długości pędu.

WNIOSKI

1. Z wyszczepionych eksplantatów regeneracja pędów następowała drogą organogenezy pośredniej. Wytworzone pędy były krótkie z dużą liczbą liści.
2. Cechy ilościowe analizowane w warunkach kultur *in vitro* charakteryzowały się dużą zmiennością, a największą łączną masą kalusa i zregenerowanych części rośliny.
3. Ocena GCA wykazała, że jedynie linia 15 zwiększała w mieszańcach długość zregenerowanych pędów, a linia 13 zwiększała istotnie liczbę liści na pędzie.
4. Dodatkowo, istotne efekty specyficznej zdolności kombinacyjnej odnotowano u jednego mieszańca w przypadku liczby liści na eksplantat oraz u jednego mieszańca w przypadku długości zregenerowanego pędu.
5. Analiza genetyczna cech ilościowych związanych z regeneracją roślin w kulturach *in vitro* może być utrudniona ze względu na dużą zmienność otrzymywanych wyników, a także ze względu na możliwość wystąpienia zmienności somaklonalnej i epigenetycznej.

LITERATURA

- Ekiz H., Konzak C. F. 1994. Preliminary diallel analysis of anther culture response in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Breed.* 113: 47 — 52.
- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Aust. J. Biol. Sci.* 9: 463 — 492.
- Imuta I., Kikuchi F., Namai H., Ukai Y. 1991. Diallel analysis of callus formation ability in anther culture of rice. *Jpn. J. Breed.* 41: 153 — 162.
- Kala R., Chudzik H., Dobek A., Kielczewska H. 1996 DGH2.
- Kielly G. A., Bowley S. R. 1997. Quantitative genetic analysis of *in vitro* callus proliferation in alfalfa. *Can. J. Plant Sci.* 77 (2): 225 — 229.
- Krzymański J. 1961. Chromatograficzne określenie zmian składu kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego i lniankowego w wyniku ozimizacji. *Hod. Rośl. Aklim. T. 5 Z. 6*: 799 — 807.
- Matter K., Jinks J. L. 1982. *Biometrical genetics*. 3rd ed. Chapman and Hall, London.
- Murashige T., Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473 — 497.
- Roy P. K., Maloo S. R. 2001. Diallel study on some *in vitro* callus traits of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Genet. Breed.* 55 (4): 357 — 362.
- Sparrow P., Townsend T., Morgan C., Dale P., Arthur A., Irwin J. 2004. Genetic analysis of *in vitro* shoot regeneration from cotyledonary petioles of *Brassica oleracea*. *Theor. Appl. Genet.* 108 (7): 1249 — 1255.
- Zandecka-Dziubak J. 2000. Regeneracja roślin *Camelina sativa* L. w kulturach *in vitro*. Praca doktorska. AR w Poznaniu.
- Zandecka-Dziubak J., Łuczkiwicz T. 1999. Regeneracja pędów z segmentów hypokotylowych lnianki siewnej *Camelina sativa* L. w kulturach *in vitro*. *Rośliny Oleiste. Oilseed Crops*, XX (2): 631 — 636.
- Zandecka-Dziubak J., Łuczkiwicz T. 2000. Efektywność embriogenezy somatycznej w kulturach *in vitro* lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.). *Rośliny Oleiste. Oilseed Crops*, XXI (2): 615 — 620.

DANUTA MARTYNIAKSamodzielna Pracownia Traw i Roślin Motylkowatych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Reakcja odmian *Festuca rubra* L. na zróżnicowaną gęstość siewu w uprawie na nasiona i na trawniki

**The reaction of cultivars of *Festuca rubra* L. to different sowing rates in cultivation
for seed and for turf**

Celem pracy była próba ustalenie optymalnej obsady roślin i właściwej ilości wysiewu kostrzewy czerwonej, w oparciu o MTN, w uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym. Materiał do badań stanowiły cztery odmiany gazonowe *Festuca rubra* różniące się masą tysiąca nasion. Zastosowano trzy normy wysiewu: W₁ — zbliżony do stosowanego w praktyce, W₂ — średni, 500 nasion /m² i W₃ — minimalny, 250 nasion /m². W latach 2002–2004 przeprowadzono dwa doświadczenia polowe w uprawie na nasiona oraz w użytkowaniu trawnikowym. Dokonano analizy wpływu liczby roślin (obsady) na ich krzewienie i inne cechy nasienne i gazonowe wpływające na plon nasion i wartość trawnikową. W uprawie na nasiona najkorzystniejszy był wysiew W₂, a dla form rozłogowych nawet W₃. Przy mniejszej obsadzie roślin uzyskiwano wyższe plony nasion dzięki lepszemu krzewieniu (nawet do 30 pędów przypadających na roślinę) i wyższej MTN. W użytkowaniu trawnikowym wysiew nasion można zmniejszyć 3–4-krotnie (nawet do 50 kg/ha), zwłaszcza dla form kępowych. Trzeba jednak liczyć się z mniejszym zadarnianiem w pierwszym roku użytkowania, które jednak w latach następnych jest znacznie lepsze.

Słowa kluczowe: *Festuca rubra* L., obsada roślin, odmiany, pędy generatywne i wegetatywne, plon nasion, użytkowanie trawnikowe, MTN, krzewienie, zadarnianie

The purpose of the work was determination of optimal density of plants and proper sowing rates of red fescue, on the basis of thousand seed weight (TSW), in cultivation for seed and for turf. In two experiments, conducted in the seasons of 2002–2004, the influence was studied of planting density on tillering and other characters determining seed yield and turf quality. The material consisted of four turf cultivars with different TSW. Three rates of sowing were applied: W₁ — maximal, close to that used in practice, W₂ — average (500 seeds per m²) and W₃ — minimal, 250 seeds per m². For seed yield, the best was the W₂ density and for creeping forms even the W₃. At the most loose sowing higher seed yield was obtained due to better tillering (up to 30 shoots per plant) and higher TSW. For turf establishment, sowing can be decreased up to 50 kg/ha (three- or fourfold), especially for chewing forms of red fescue. It should be considered, that turf compactness can be lower in the first season, but much better in the following years.

Key words: cultivars, density of plants, *Festuca rubra* L., turf maintenance, seed yield, seeding rate, tillering, TSW

WSTĘP

Kostrzewa czerwona należy w Polsce do gatunków traw o dużym znaczeniu gospodarczym. Jest zarówno trawą gazonową, darniotwórczą, jak i pastewną Rutkowska i Hempel, 1986). Nadaje się do zadarniania, trawników sportowych i dekoracyjnych także skarp, poboczy dróg i autostrad (Rutkowska i Hempel, 1986) oraz terenów o trudnych warunkach siedliskowych (Sawicki, 1994; Goliński, 2000). Stąd rosnące znaczenie jej nasiennictwa w Polsce podobnie, jak w całej Europie. Pod względem areалу uprawy, gatunek ten zajmuje w krajach Unii Europejskiej trzecie miejsce spośród traw, pod względem zapotrzebowania rynku na nasiona (Smith, 1996). Plony nasion kostrzewy czerwonej na plantacjach w Polsce kształtują się od 0,6 dt do 0,8 dt z ha, zależnie od przebiegu pogody w latach. Uzyskiwane plony nasion są dwukrotnie mniejsze od plonów osiągniętych w niektórych krajach zachodnich. Wpływ na plonowanie nasienne plantacji ma także technologia uprawy (Goliński, 2000). Stosowana w Polsce norma wysiewu kostrzewy czerwonej, nie wynika z obsady roślin, lecz z nadmiernej ilości wysiewanych nasion i nie uwzględniając masy tysiąca nasion. Dotychczas najczęściej przyjmuje się ilość wysiewu „zwyczajowo”, według zasady „na zapas”, a więc przeważnie za dużo. Tymczasem obsada roślin związana ściśle z ilością wysiewu, jest zasadniczym i wyjściowym elementem doskonalenia technologii, na co szczególną uwagę zwrócił Falkowski (1996), a ostatnio Kitczak i Czyż (2001), Martyniak i Martyniak (2002), Martyniak (2005).

Celem pracy było poznanie granicznej i próba ustalenia optymalnej obsady roślin kostrzewy czerwonej oraz właściwej, w oparciu o masę tysiąca nasion, ilości wysiewu w uprawie na nasiona oraz w zakładaniu trawników.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły cztery odmiany gazonowe kostrzewy czerwonej o różnej masie tysiąca nasion (MTN); dwie polskie: (Nimba — kępowa, Areta — rozłogowa) oraz dwie zagraniczne (Barcrown NL — kępowa; Salsa F — rozłogowa) (tab. 1). Wyniki pochodzą z dwóch doświadczeń polowych: nasiennych i trawnikowych, w trzyletnim użytkowaniu, założonych w 2002 roku w Radzikowie według metodyki badań COBORU (Domański in., 1979) i IHAR (Prończuk, 1993).

W doświadczeniu nasiennym nasiona wysiewano ręcznie pięć rzędów, w rozstawie rzędów 20 cm, na poletkach 2 m², rozmieszczonych w układzie losowanych podbloków, w 3 powtórzeniach. Zastosowano trzy normy wysiewu odpowiadające, następującej teoretycznej obsadzie roślin na 1 m² (TLR), zależnie od MTN odmiany: wysiew W₁ — 10 kg/ha zbliżony do stosowanego w praktyce (od 771 do 1145 nasion na 1 m² zależnie masy tysiąca nasion odmiany), W₂ — średni (4,4–6,5 kg) — 500 nasion i W₃ — minimalny (2,2–3,3 kg) — 250 nasion (tab. 1). Przy faktycznym wysiewie w polu ilość nasion skorygowana została o wyniki laboratoryjnej zdolności kiełkowania.

W 20 dni po wysiewie, dokonano w polu precyzyjnego liczenia faktycznej liczby roślin (FLR) w rzędku na 0,5 m bieżącego, zaś w następnych latach liczono kwiatostany, na trzech losowo wybranych, tych samych, rzędach o długości 0,5 m, na każdym poletku tuż przed zbiorem nasion. W latach zbioru określano też: plon nasion (cecha główna) na poletku w dt z ha oraz liczbę pędów generatywnych (LPG) w przeliczeniu na 1 m² powierzchni i przypadających na roślinę (stosunek liczby pędów do liczby roślin) oraz wysokość roślin. Ponadto wyliczano „połowy wskaźnik wschodów” (PWW) w oparciu o teoretyczną liczbę nasion na 1 m² (wynikającą z wartości siewnej oznaczonej na kielkowniku) i faktyczną liczbę roślin w polu na 1 m² (Martyniak, 2001).

Ocenę instalacji roślin w roku siewu wykonano za pomocą „wskaźnika instalacji roślin” (WIR) opartego na ich obsadzie i rozkrzewieniu jesienią (Martyniak i Żyłka, 2001). Krzewienie analizowano na podstawie liczby pędów wegetatywnych przypadających na roślinę.

Współczynnik rozmnażania (WR) wyliczono ze stosunku nasion zebranych (plonu) do wysianych (Martyniak i Żyłka, 2001).

Doświadczenie trawnikowe, założono w warunkach nasłonecznionych, jako trawnik rekreacyjno-ozdobny o umiarkowanym sposobie użytkowania „Relax”, metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Nasiona traw wysiewano ręcznie w wilgotną, odleżaną glebę na powierzchni poletka 1 m² (1 m × 1 m), na głębokość 0,5 cm. Zastosowano trzy normy wysiewu, wynikające z założonej obsady roślin na 1 m² i MTN (tab. 1): wysiew najwyższy W₁ zbliżony był do stosowanego w praktyce i wynosił 200 kg na 1 ha, co skutkowało obsadą (zależnie od MTN) skrajnie od 22900 (Barcrown) do 1542 (Areta) nasion na 1 m². Średni W₂ — 100 kg stanowił połowę W₁ dla odmiany Areta z obsadą 7710 nasion na 1 m², a minimalny W₃ — 50 kg, tj. ¼ dla tej odmiany, co stanowiło obsadę 3855 nasion. Ilość wysiewu W₂ wahała się więc zależnie od MTN odmian, skrajnie 67–100 kg, a W₃ 34–50 kg nasion na ha, co dla wszystkich odmian stanowiło obsadę odpowiednio 7710 i 3855 nasion na 1 m². Po 20 dniach od wysiewu dokonano liczenia faktycznej obsady roślin (FLR) na powierzchni 100 cm² w trzech losowo wybranych miejscach na poletku i określono połowy wskaźnik wschodów (PWW).

Wartość trawnikową oceniano na podstawie dwóch podstawowych cech gazonowych: ogólnego aspektu estetycznego (OA) i zadarnienia (ZA). Oceniano trzy razy w roku (wiosna, lato, jesień) w skali bonitacyjnej 9-stopniowej (od 1 do 9), przy czym im wyższa wartość liczbowa, tym lepsza była wartość ocenianej cechy. Ogólny aspekt estetyczny trawnika uznano za cechę główną, decydującą o jego wyglądzie i jakości.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej testując dla wybranych cech istotność różnic (NIR) oraz wyliczając współczynniki korelacji liniowej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Obsada roślin a ilość wysiewu

Obsada (zagęszczenie) roślin traw była „w określonych granicach” zależna od ilości wysiewu, co potwierdzono już wcześniej w literaturze (Jelinowska, 1988; Smith, 1996).

Uzyskane wyniki wskazują i potwierdzają też przyjętą w niniejszych badaniach hipotezę o równoległym, wpływie na obsadę masy tysiąca nasion — MTN (tab. 1).

Tabela 1

Teoretyczna obsada roślin i normy wysiewu badanych odmian gazonowych *Festuca rubra* L. w uprawie na nasiona i na trawniki
Theoretical density of plants and seeding rates for cultivars of *Festuca rubra* L. in cultivation for seeds and turf maintenance

Odmiana Cultivar	MTN ¹⁾ TSW (g)	Wysiew Seeding	Na nasiona For seeds		Na trawnikach For turf	
			TLR ²⁾ na 1 m ² TLR ²⁾ per 1 m ²	wysiew seeding rate (kg/ha)	TLR ²⁾ na 1 m ² TLR ²⁾ per 1 m ²	wysiew nasion; seeding rate (kg/ha)
Nimba (k)	1,042	W ₁	960	10,0	19200	200
		W ₂	500	5,2	7710	80
		W ₃	250	2,6	3855	40
Barcrown (k)	0,873	W ₁	1145	10,0	22900	200
		W ₂	500	4,4	7710	67
		W ₃	250	2,2	3855	34
Areta (r)	1,273	W ₁	771	10,0	15420	200
		W ₂	500	6,5	7710	100
		W ₃	250	3,3	3855	50
Salsa (r)	0,994	W ₁	1006	10,0	20120	200
		W ₂	500	5,0	7710	76
		W ₃	250	2,5	3855	39

(k) Kępowa; Chewings; (r) Rozłogowa; Strong creeping

¹⁾ MTN — Masa Tysiąca Nasion, Weight Thousand Seeds (WTS)

²⁾ TLR — Teoretyczna liczba roślin / 1 m²; Theoretical plants density per 1 m²

Przy jednakowym, stosowanym w praktyce, wysiewie ilościowym wszystkich odmian kostrzewy czerwonej (najczęściej 10 kg/ha), różnice teoretycznej obsady roślin (TLR) dla odmian o skrajnej MTN (Areta i Barcrown) były znaczne i dochodziły do 50%, zarówno przy uprawie na nasiona jak i w użytkowaniu trawnikowym. Natomiast odwrotnie, przyjmując „z góry” określoną obsadę roślin na jednostce powierzchni i uwzględniając różną MTN odmian ich wysiew znacznie się zróżnicował. Na przykład przy przyjętej jako optymalnej, teoretycznej obsadzie 500 roślin na 1 m² w uprawie na nasiona, wysiew — W₂ skrajnie wahał się dla odmian od 6,5 do 4,4 kg/ha, zaś przy użytkowaniu trawnikowym przy obsadzie W₂ ok. 7,7 tys. roślin od 100 do 67 kg. Przy założeniu optymalnej obsady roślin, w nowoczesnej technologii uprawy kostrzewy czerwonej decydujące znaczenie ma MTN. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy w swoich badaniach nad kostrzewą czerwoną i życicą trwałą (Kiteczak i Czyż, 200), Martyniak i Żyłka, 2001).

Na faktyczną liczbę roślin w polu (FLR) znaczny wpływ, oprócz ilości jednostkowej wysianych nasion (TLR), miał polowy wskaźnik wschodów (PWW). Dotyczy to zarówno trzech norm wysiewu jak i odmian (tab. 2). Przy rzadszym siewie i niższej liczbie roślin wschody wszystkich odmian w polu w stosunku do określonych w warunkach laboratoryjnych, były wyraźnie lepsze; średnio dla odmian o 8,5% przy W₂ i o 15,0% przy W₃, w stosunku do poziomu wschodów W₁ — 30% PWW. Duże różnice były też między odmianami, wynikające z biologicznie różnej ich zdolności wschodów w warunkach

połowych niż na kielkowniku. Były one u odmiany Barcrown ok. 10%, a u Salsy aż ok. 20% wyższe, niż u pozostałych dwu odmian, u których wschody w polu (PWW) kształtowały się na poziomie ok. 30%.

Tabela 2

Plon nasion i wybrane cechy nasienne badanych odmian gazonowych *Festuca rubra* L. przy różnej obsadzie roślin i ilości wysiewu (średnio z 2 lat użytkowania)
Seed yield and some selected seed traits of the investigated cultivars *Festuca rubra* L. at different plant densities and seeding rates (means for 2 years of maintenance)

Wysiew Sowing dose	Odmiana Cultivar	FLR ¹⁾ 1 m ² per 1m ²	PWW ²⁾ %	LPG ³⁾		DLK	MTN TSW	Plon nasion Seed yield	WR ⁴⁾	
				na 1m ² per 1m ²	na roślinie per plant				rzeczy- wisty real	względny ⁵⁾ relative %
W ₁	Nimba	233	24,3	4295	18,4	8,6	1,145	13,5	135	100
	Barcrown	342	29,8	4025	11,8	9,4	1,144	14,2	145	100
	Areta	209	27,1	3300	15,8	13,3	1,765	22,6	225	100
	Salsa	398	39,5	3805	9,6	12,5	1,387	18,7	187	100
	średnio mean	295,5	30,2	3856	13,0	11,0	1,360	17,2	173	—
W ₂	Nimba	164	32,8	4460	27,2	9,7	1,264	14,1	275	190
	Barcrown	208	41,6	4190	20,1	9,6	1,160	17,1	388	289
	Areta	161	32,2	3100	19,2	14,5	1,794	19,2	295	131
	Salsa	241	48,2	3915	16,2	12,5	1,427	19,6	392	210
	średnio mean	193,5	38,7	3916	20,2	11,6	1,411	17,5	338	—
W ₃	Nimba	180	72,0	3680	23	9,7	1,412	11,7	558	385
	Barcrown	124	49,6	3840	30,9	10,4	1,340	14,5	573	424
	Areta	132	52,8	2785	21,1	15,7	1,841	20,6	624	277
	Salsa	166	66,4	4205	25,3	13,2	1,480	19,7	784	419
	średnio mean	113,0	45,2	3627	30,1	12,3	1,528	16,7	635	—
Średnia Mean	Nimba	159	43,0	4145	21,6	9,3	1,274	13,1	326	—
	Barcrown	224	40,0	4018	17,9	9,8	1,215	15,3	365	—
	Areta	151	37,4	3062	18,3	14,5	1,800	20,8	381	—
	Salsa	168	44,3	3975	14,8	12,7	1,431	19,4	454	—
NIR — LSD _{0.05} ^I		31,7	—	449	3,24	1,38	0,2161	3,15	—	—
NIR — LSD _{0.05} ^{II}		43,2	—	392	2,68	1,17	0,1375	1,83	—	—

¹⁾FLR — Faktyczna obsada roślin w polu; Real plants density on 1 m²

²⁾PWW — Polowy wskaźnik wschodów; Field emergence index

³⁾LPG — Liczba pędów generatywnych; Number of generative tillers

DLK — Długość kwiatostanu; Length of panicle

⁴⁾WR — Współczynnik rozmnażania; Coefficient of multiplication

⁵⁾W stosunku do W₁; In relation to W₁ ^I NIR dla odmian; LSD for cultivars; ^{II} NIR dla wysiewu; LSD for sowing

Wpływ obsady na plonowanie nasienne

Liczba (obsada) roślin, nie tylko kostrzewy czerwonej i innych gatunków traw w ogóle była w Polsce stosunkowo rzadko przedmiotem szczegółowych badań. Wyjściowym elementem technologii uprawy traw na nasiona uważano dotychczas liczbę pędów generatywnych na jednostce powierzchni (Mejer, 1984; Falkowski i in., 1996; Goliński, 2000). W badaniach własnych obsada roślin potraktowana jako odrębny czynnik plonotwórczy wpływała na plon w sposób pośredni, poprzez oddziaływanie na inne cechy plonotwórcze (tab. 2). Generalnie mniejsza faktyczna obsada roślin (195 na 1 m²) przy W₂,

która była średnio dla odmian o 35% niższa przy wysiewie W_1 stosowanym w praktyce (295 roślin na 1 m^2), nie wpłynęła na spadek plonu. Zaznaczyła się nawet tendencja do zwiększenia plonu. Przy ekstremalnym obniżeniu ilości wysiewu w kombinacji W_3 , gdzie faktycznie w polu (FLR) było tylko 113 roślin na 1 m^2 , czyli około 1/3 obsady W_1 , co prawda nastąpiła zniżka plonu, ale nie istotna. Zatem odnotowano, że odmiany rozłogowe (Areta, Salsa) przy małej obsadzie roślin (W_3) (do pewnych granic) wykazały się wysokim plonowaniem nasiennym, zaś u form kępowych graniczną okazała się obsada roślin przy wysiewie średnim (W_2), przy której uzyskano najwyższe plony.

Analiza statystyczna w postaci współczynników korelacji nie wykazała jednak wyraźniejszej zależności między obsadą roślin, a plonowaniem (tab. 4). Prowadzi to do wniosku o bezpośrednim wpływie na wzrost plonu innych cech nasiennych plonotwórczych, kształtowanych przez zmianę obsady roślin.

Cechy nasienne a plenność

Jednym z głównych nasiennych parametrów plonotwórczych w trawach uważa się liczbę pędów generatywnych na jednostce powierzchni (Falkowski i in., 1996; Hampton, 1997; Hare, 1993; Żyłka i in., 2001). Stwierdzono, że zmniejszenie ilości wysiewu i obsady roślin o ok. połowę (W_2) w stosunku do stosowanego dotychczas w praktyce (W_1) spowodowało nieznaczne (o ok. 4%) zmniejszenie liczby pędów generatywnych na 1 m^2 (tab. 2). Nawet przy skrajnej czterokrotnie niższej obsadzie roślin (W_3) liczba tych pędów zmniejszyła się zaledwie o ok. 20%. Było to skutkiem silniejszego krzewienia się roślin wraz z ich mniejszą obsadą i rzadszym siewem. Liczba pędów przypadających na roślinę wzrosła bowiem przy wysiewie W_2 prawie 50% w stosunku do W_1 , a przy W_3 o najmniejszej liczbie roślin na jednostce powierzchni uległa podwojeniu (tab. 2). Dodatnią współzależność liczby pędów na roślinie z plonem nasion potwierdziły także istotne współczynniki korelacji, w przeciwieństwie do współzależności wielkości plonu i liczby pędów generatywnych na jednostce powierzchni (tab. 4). Podobne wyniki uzyskali inni autorzy (Martyniak, 2002; Jelinowska, 1988). Oprócz liczby pędów generatywnych, o wielkości plonu nasion decydują dwie inne cechy nasienne, mimo znacznego, wręcz skokowego obniżenia obsady roślin. Wskutek „rozrzedzenia” obsady roślin zwiększała się sukcesywnie długość wiechy (o 5% przy W_2 i 11% przy W_3 w stosunku do W_1 oraz „dorodność” nasion — MTN (odpowiednio o 4 i 12%). W konsekwencji spowodowało to ok. 10% wzrost masy plonu przy obsadzie W_2 i ponad 20% przy W_3 . Wyliczone statystycznie dodatnie zależności plonu od długości kłosa i masy nasion (tab. 4).

Wpływ obsady roślin /zagęszczenia pędów na jakość trawnika

Wykonane po raz pierwszy w kraju tak zaprojektowane badania wpływu liczby (obsady) roślin na wartość użytkową trawnika wykazują, że w przypadku kostrzewy czerwonej wszystkie badane odmiany, korzystnie reagują na obniżenie ilości wysiewu i obsady roślin (tab. 3). Reakcja odmian kostrzewy czerwonej była ogólnie podobna jak w przypadku ich uprawy nasiona (tab. 3). Dwukrotne zmniejszenie obsady roślin było przeważnie korzystniejsze niż nadmierny siew stosowany w praktyce (rys. 1). Wschody roślin przy rzadszym siewie były lepsze przy W_2 o ok. 14%, a przy W_3 — 16%. Ogólnie wschody w użytkowaniu trawnikowym przy siewie rzutowym, były zdecydowanie lepsze niż przy „rzędownym” siewie w uprawie na nasiona, a wskaźnik wschodów (PWW) wahał się zależnie od kombinacji przeważnie od 70–

90% w pierwszym przypadku, zaś w drugim najczęściej średnio od 30 do 45%. Zanotowano też różnice między odmianami, niezależnie od ilości wysiewu; przy czym średnio najwyższym wskaźnikiem charakteryzowała się odmiana Salsa (prawie 90%), a najniższym Barcrown (niecałe 80%).

Tabela 3

Wartość trawnikowa badanych odmian *Festuca rubra* L. przy różnej ilości wysiewu (średnio z 2 lat użytkowania)
Value of the examined cultivars of *Festuca rubra* L. under different sowing doses (means for 2 years of maintenance)

Wysiew Sowing	Odmiana Cultivar	FLR ¹⁾ na 1 m ² FLR ¹⁾ per 1 m ²	PWW ²⁾ (%)	ZA ³⁾	OA ⁴⁾
W ₁	Nimba	14330	74,6	8,3	7,8
	Barcrown	14300	62,4	8,5	7,9
	Areta	12030	78,0	6,5	5,9
	Salsa	15770	78,4	8,0	7,6
	średnio mean	14107	73,4	7,8	7,3
W ₂	Nimba	6530	84,7	8,8	8,4
	Barcrown	6670	86,5	8,8	8,3
	Areta	6770	87,8	6,4	6,0
	Salsa	7070	91,7	8,5	8,1
	średnio mean	6760	87,7	8,1	7,7
W ₃	Nimba	3170	82,2	8,4	8,1
	Barcrown	3500	90,9	8,9	8,6
	Areta	3500	86,5	6,1	5,9
	Salsa	3730	96,7	8,4	7,6
	średnio mean	3475	89,1	8,0	7,6
W ₁ — W ₃	Nimba	8010	80,5	8,5	8,1
	Barcrown	8157	79,9	8,7	8,3
	Areta	7433	84,1	6,3	5,9
	Salsa	8857	88,9	8,3	7,8
NIR — LSD _{0,05} ^I		1261	—	—	0,93
NIR — LSD _{0,05} ^{II}		519	—	0,88	0,75

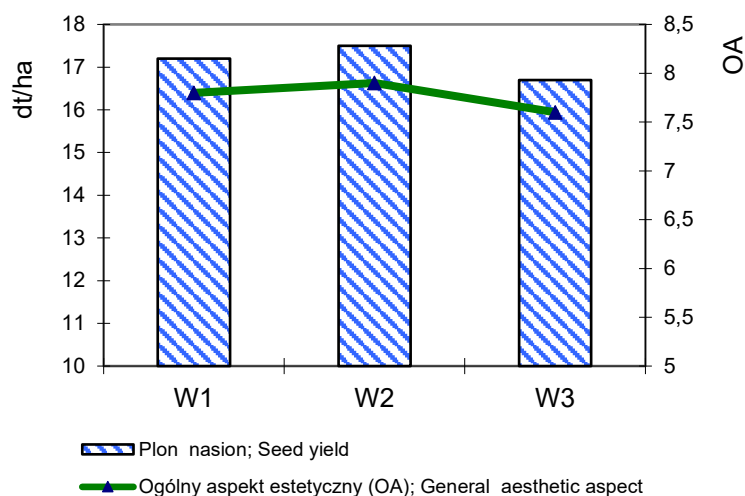
¹⁾FLR — Faktyczna liczba roślin w polu na 1 m²; Real plants density in field on 1 m²,

²⁾PWW — Polowy wskaźnik wschodów; Field emergence index

³⁾ZA — Zadarnienie; Compactnes; ⁴⁾OA — Ogólny aspekt estetyczny; General aesthetic aspect

NIR — LSD^I - Dla odmian; For cultivars, NIR — LSD^{II} Dla wysiewu; For sowing

Obniżenie ilości wysiewu i obsady roślin o połowę w kombinacji W₂ powodowało u wszystkich odmian poprawę (o ok. 5%) ogólnego aspektu estetycznego trawnika, który stanowi o jego wartości użytkowej. Nawet czterokrotne zmniejszenie liczby roślin (W₃) nie obniżyło wartości OA u żadnej z odmian w stosunku do stosowanej w praktyce (W₁), zaś u odmiany Barcrown wygląd ogólny trawnika był nawet lepszy w stosunku do W₂. Odmiana ta cechowała się jednocześnie najwyższą wartością OA niezależnie od obsady roślin (średnia ocena 8,3). Bardzo podobne wyniki uzyskano dla oceny zadarnienia (ZA), które w znacznym stopniu wpływa na ogólny aspekt estetyczny trawnika (OA).



Rys. 1. Wpływ liczby (obsady) roślin na plon nasion i wartość trawnikową *Festuca rubra* L. (średnio z lat i odmian)

Fig.1 Influence of real plant density on seed yield and turfgrass quality of *Festuca rubra* L. (means for years and cultivars)

Tabela 4

Zależność cech głównych (plonu nasion i ogólnego aspektu estetycznego) z wybranymi cechami użytkowymi *Festuca rubra* L. przy różnej ilości wysiewu
Relationships of the main traits (seed yield and general aesthetic aspect) with some selected traits of *Festuca rubra* L. at different sowing doses

Cechy użytkowe Traits	Współczynniki korelacji dla wysiewu Correlation coefficient for sowing dose		
	W ₁	W ₂	W ₃
Plon nasion — w uprawie na nasiona Seed yield — in cultivation for seeds			
Wschody roślin w polu fields emergence plants	-0,142	0,454*	0,531**
Liczba pędów generatywnych na 1 m ² Number of generative tillers per 1 m ²	0,1612	0,148	0,325*
Liczba pędów generatywnych na roślinie Number of generative tillers per plant	0,342*	0,521**	0,721***
Wysokość roślin Plant height	0,678***	0,657***	0,633***
Długość kłosa Length of panicle	0,467***	0,535***	0,567***
MTN	0,423**	0,514**	0,598***
TSW			
Ogólny aspekt estetyczny — w użytkowaniu trawnikowym General aesthetic aspect — in turf maintenance			
Wschody roślin w polu Fields emergence plants	0,261	0,266	0,345*
Zadarnianie Compactnes	0,828***	0,712***	0,854***

Zmiany ZA zarówno dla ilości wysiewu, jak i odmian z reguły podobne były jak w ogólnym aspekcie (OA). Jedynie u odmiany Areta przy wysiewie minimalnym W₃ zadarnienie było nieco gorsze w stosunku do stosowanego w praktyce (W₁). Wymienione zależności potwierdzone zostały wysoko istotnym współczynnikiem korelacji (tab. 4).

WNIOSKI

1. Stosowana w praktyce ilość wysiewu nasion kostrzewy czerwonej zarówno przy uprawie na nasiona, jak i na trawnikach jest nadmierna.
2. W uprawie na nasiona i użytkowaniu trawnikowym optymalnym, średnio dla odmian, okazał się wysiew W₂, przy obsadzie 500 roślin / m² w uprawie na nasiona i 7710 na trawnikach.
3. Niższą obsadę roślin przy mniejszym wysiewie rekompensowało lepsze rozkrzewienie się roślin w przypadku uprawy na nasiona, a na trawnikach zadarnienie.
4. Zmniejszenie obsady roślin w uprawie na nasiona daje dodatkową korzyść ekonomiczną, ze względu na 2-3 krotne zwiększenie współczynnika rozmnażania (WR), co miałoby szczególne znaczenie przy stosowaniu w praktyce, zamiast dotychczasowej wagowej ilości wysiewu, jednostek siewnych wynikających z MTN.
5. W użytkowaniu trawnikowym wysiew badanych odmian można zmniejszyć o połowę (do 100 kg / ha), zwłaszcza form kępowych. Trzeba liczyć się przy tym z mniejszym zadarnianiem w roku siewu, które jednak rekompensowane jest korzystniejszą zwartością darni w latach następnych.

LITERATURA

- Domański P., Martyniak J., Pojedyniec M. 1979. Zbiór instrukcji metodycznych prowadzenia doświadczeń odmianowych z trawami COBORU, Słupia Wielka: 22 — 33.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S. 1996. Wykształcanie pędów generatywnych a plonowanie plantacji nasiennych traw. Biul. IHAR 199: 99 — 107.
- Goliński P. 2000. Czynniki determinujące plonowanie plantacji nasiennych *Festuca rubra* L. Łąkarstwo w Polsce 3: 31 — 41.
- Hampton J. G., Fahey D. T. 1997. Components of seed yield in grasses and legumes. Forage seed production. Vol. 1: Temperate species. CAB International, Wallingford: 45 — 69.
- Jelinowska A. 1988. Obsada a produktywność wieloletnich roślin pastewnych (motylkowate, trawy). Materiały Konferencji Naukowej „Obsada a produktywność roślin uprawnych”. Cz. I. IUNG Puławy: 95 — 110.
- Kiteczak T., Czyż H. 2001. Wpływ ilości wysiewu na plon nasion dwóch odmian kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) i życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 474: 293 — 299.
- Martyniak J., Żyłka D. 2001. Zależność obsady i instalacji roślin życicy trwałej od ilości wysiewu w uprawie na nasiona. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 474: 283 — 297.
- Martyniak J., Martyniak D. 2002. Wpływ ilości wysianych nasion na obsadę roślin i plonowanie *Lolium perenne* w uprawie na nasiona. Łąkarstwo w Polsce 5: 145 — 154.
- Martyniak D. 2005. Wpływ ilości wysiewanych nasion na obsadę roślin i plonowanie odmian gazonowych kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) w uprawie na nasiona. Biul. IHAR 237/238: 259 — 267.
- Meijer W. J. M. 1984. Inflorescence production in plants and seed crops of *Poa pratensis* L. and *Festuca rubra* L. as affected by juvenility of tillers and tiller density. Neth. J. Agric. Sci. 32: 119 — 136.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych. Biul. IHAR 186: 127 — 132.

- Rutkowska B., Hempel A. 1986. Trawniki. PWRiL, Warszawa.
- Sawicki B. 1994. Ekotypy kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L. subsp. *Genuina* Hack) z Wyżyny Lubelskiej jako źródło zasobów genowych. Genet. Pol. 35A: 365 — 369.
- Smith S. R. 1996. Pedigreed forage seed production. Canadian Seed Growers Association, Ottawa: 53.
- Żyłka D., Prończuk S., Prończuk M. 2001. Porównanie kępowych i rozłogowych podgatunków kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) pod względem przydatności na użytkowanie trawnikowe i nasienne. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 474: 103 — 112.

BARBARA WIEWIÓRA¹**MARIA PRONCZUK**²¹ Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa² Samodzielna Pracownia Traw i Roślin Motylkowych
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Porównanie metody mikroskopowej i immunologicznej do wykrywania grzybów endofitycznych w nasionach traw

Comparison of aniline blue staining and immunoblotting methods for detecting endophytic fungi in grass seeds

Porównano efektywność, pracochłonność i koszty dwóch metod do wykrywania grzybów endofitycznych w nasionach traw: mikroskopową z barwieniem błękitem anilinowym i immunologiczną. Materiałem do badań było 17 prób nasion pobranych z odmian, rodów i ekotypów kostrzewy łąkowej, kostrzewy czerwonej, życicy trwałej i śmiałka darniowego. Otrzymano wyniki porównywalne dla zasiedlenia nasion przez endofity przy zastosowaniu obu metod. Stwierdzono, że analiza nasion metodą barwieniową jest bardzo pracochłonna i długotrwała, ponieważ wymaga wielogodzinnych obserwacji przy użyciu mikroskopu, dużego doświadczenia w rozpoznawaniu grzybnii *Neotyphodium* oraz odpowiednich warunków pracy (wyciąg), zapewniających bezpieczeństwo dla zdrowia osoby przygotowującej materiał do analizy. Metoda immunologiczna jest łatwa, szybka i mało pracochłonna, ale kosztowna ze względu na drogi zestaw odczynników sprowadzanych z USA.

Słowa kluczowe: błękit anilinowy, grzyby endofityczne, metoda mikroskopowa, metoda immunologiczna, nasiona traw

The objective of the study was to compare the efficiency of and the input of labour and money in aniline blue staining and immunoblotting assays used to identify endophytic fungi infesting grass seed. Seeds of 17 cultivars, strains and ecotypes of meadow fescue (*Festuca pratensis* L.), red fescue (*F. rubra* L.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and tufted hairgrass (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.) were tested. Detectability of endophytes using the two methods was comparable. However, the aniline blue staining was found to be a very laborious and time-consuming method. Moreover, great experience of the researcher is needed to recognize the endophyte mycelium under the microscope. Furthermore, the method requires additional laboratory equipment to protect the staff against the harmful effects of some reagents. The immunoblotting method is comparatively more expensive, but it is evidently easier and less labour- and time-consuming.

Key words: aniline blue, endophytic fungi, grass seed, immunoblot method, staining method

WSTĘP

Endofitami nazywane są mikroorganizmy, które część lub całe swoje życie zasiedlają bezobjawowo tkanki swoich gospodarzy (Petroni, 1986). Gospodarzami endofitów — grzybów z rodzaju *Neotyphodium*, są często trawy. Grzyby te przenoszone są z nasionami, a ich grzybnia zasiedla warstwę aleuronową ziarniaków (White, 1987; Siegel i in., 1985). Ponieważ zasiedlone ziarniaki nie posiadają zewnętrznych objawów, poszukiwane są efektywne i szybkie metody diagnostyczne (Prończuk, 2005). Znanych jest wiele metod służących do wykrywania endofitów np. izolacja grzybów *Neotyphodium* z ziarniaka (Bacon i White, 1994), badanie zawartości wytwarzanych przez nie alkaloidów (Belesky i in., 1987), wybarwianie grzybni *Neotyphodium* spp. błękitem anilinowym (Welty i Rennie, 1985) lub różem bengalskim (Saha i in., 1988), metoda fluorescencyjna (Dapprich i in., 1994), metoda immunologiczna (Hill i in., 2002) oraz metody molekularne (Liu i in., 1995; Doss i Welty, 1995). Powyższe metody różnią się pracochłonnością, kosztami i efektywnością wykrywania żywej grzybni. Hahn i wsp. (2000 a) podają, że jedynie metoda fluorescencyjna, izolacja grzybów z ziarniaka oraz badanie zawartości alkaloidów są zdolne wykryć żywą grzybnię *Neotyphodium* w nasionach traw.

Współżycie endofitów z trawami ma ujemne i dodatnie aspekty, dlatego jest niezbędne zarówno w hodowli traw, jak i w ocenie odmian, stosowanie szybkich i pewnych metod wykrywania tych grzybów w nasionach. Międzynarodowy Związek Oceny Nasion (ISTA) poleca dwie metody diagnostyczne: barwieniową opracowaną przez Welty i Rennie (1985) oraz immunologiczną przygotowaną przez Hilla (ISTA, 2005).

Celem pracy było porównanie efektywności, pracochłonności i kosztów związanych z zastosowaniem tych metod.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było 17 prób nasion pobranych z odmian, rodów i ekotypów kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* L.), kostrzewy czerwonej (*F. rubra* L.), życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) i śmiałka darniowego (*Deschampsia caespitosa* (L.) P. Beauv.). Do analizy ziarniaków na zawartość endofitów zastosowano metodę mikroskopową z barwieniem grzybni błękitem anilinowym (Welty i Rennie, 1985) i metodę immunologiczną (ISTA, 2005).

Postępując według procedury opisanej przez Welty i Rennie pobrano z każdej próby nasion 500 ziarniaków do analizy. Ziarniaki moczono przez około 15 godzin w temperaturze pokojowej w 20–30 ml 5% zasady sodowej (NaOH) zawierającej 0,1% błękitu anilinowego. Potem nasiona płukano w wodzie destylowanej, a po odsączeniu zalewano 20–30 ml laktofenolu (1:1:1:5 odpowiednio: 85% kwas mlekowy, fenol, gliceryna i woda dejonizowana). Następnie dodawano 0,1% błękitu anilinowego i gotowano przez 15 min (pod wyciągiem), po czym płukano w destylowanej wodzie. Poszczególne ziarniaki umieszczano na szkiełku podstawowym w kropli roztworu gliceryny i destylowanej wody (w stosunku 1:2), przykrywano szkiełkiem nakrywkowym i przeglądano przy użyciu mikroskopu świetlnego pod powiększeniem $\times 100$ oraz $\times 400$. Notowano liczbę nasion,

w których stwierdzono obecność wybarwionych na kolor niebieski strzępek grzybni *Neotyphodium*.

Analizę metodą immunologiczną przeprowadzono na 100 ziarniakach według procedury dołączanej do każdego zestawu odczynników, które sprowadzono z Agrinostics Ltd. Co., Watkinsville, GA, USA. Ziarniaki moczoło przez godzinę w 5% roztworze zasady sodowej (NaOH), a potem płukano i układano na nitrocelulozową membranę znajdującą się na gąbce zwilżonej buforem ekstrahującym. Tak przygotowane nasiona inkubowano przez 12 godzin w temperaturze 35–45°C (nocą). Po tym okresie ziarniaki usuwano, a membranę suszono w 70°C przez 15 minut, po czym wkładano do szalki z 10 ml roztworu blokującego w celu zablokowania miejsc niespecyficznego wiązania przeciwciał i umieszczano na wytrząsarce na 30 minut. Następnie membranę zanurzano na okres 1 godziny w roztworze przeciwciała pierwotnego specyficznego dla *Neotyphodium*, płukano dwukrotnie w roztworze blokującym, a potem umieszczano w roztworze przeciwciała wtórnego na 1 godzinę. Po moczeniu w każdym z roztworów przeciwciał membranę inkubowano w roztworze fosfatazy alkalicznej. Po ostatnim płukaniu dodawano substrat fosfatazy, który w następstwie działania enzymu zmieniał barwę w miejscach, gdzie wcześniej umieszczone były nasiona zasiedlone przez endofity. Rodzaj reakcji odczytywano na podstawie porównania z nasionami wzorcowymi załączonymi do każdego zestawu odczynników przez producenta.

Wyniki analizy podano w procentach ziarniaków zasiedlonych przez grzyby z rodzaju *Neotyphodium* w stosunku do ogólnej liczby ziarniaków badanych. Wyniki uzyskane dla odmian, rodów i ekotypów przy zastosowaniu obydwu metod porównano przy pomocy analizy korelacji prostej. Pracochłonność każdej metody przedstawiono jako czas ogólny potrzebny na wykonanie jednej analizy oraz jako czas efektywny, w którym podsumowano czas zużyty przez pracownika na przeprowadzenie poszczególnych etapów analizy (bez okresów inkubacji i oczekiwania). Orientacyjny koszt analizy obliczono na podstawie ilości odczynników zużytych na jedną próbę nasion oraz ich cenę.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały wysoką efektywność zarówno metody barwieniowej, jak i immunologicznej. Badane próby pobrane z nasion odmian, rodów i ekotypów czterech gatunków traw różniły się pod względem zasiedlenia przez endofity, a wyniki uzyskane przy zastosowaniu każdej z metod okazały się zbieżne. Współczynnik korelacji wyniósł $r = 0,9991^{***}$ (tab. 1). W przypadku ziarniaków odmian i rodów życicy trwałej różnice pomiędzy wynikami uzyskanymi dla metody immunologicznej i barwieniowej wahały się od 0 do 8%, dla kostrzewy łąkowej od 0 do 4,8%, dla kostrzewy czerwonej od 0% do 1%, a dla ekotypów śmiałka darniowego od 0,5 do 3,5%.

W badanym zestawie odmian wyróżniała się Pasja — odmiana kostrzewy łąkowej, u której nie wykryto grzybni *Neotyphodium* spp. w ziarniakach, zarówno metodą barwieniową, jak i immunologiczną. Próba nasion tej odmiany była oznaczona przez hodowcę jako wolna od endofitów (E-). Odmiana ta znana była z dość wysokiego zasiedlenia nasion przez *N. uncinatum* (Pańka i in. 2004; Wiewióra i in., 2006). Staraniem hodowcy odmiana

została uwolniona od tych grzybów, co potwierdziły powyższe badania. Pozostałe analizowane próby nasion były porażone przez grzyby endofityczne w różnym stopniu od 0,0 do 93,0% przy ocenie metodą barwieniową i od 1,0% do 88,0% przy zastosowaniu metody immunologicznej. Najczęściej ich obecność stwierdzano w próbach pobranych z ziarniaków odmian życicy trwałej (2–93%) i kostrzewy łąkowej (74–92,8%). Wśród badanych odmian i rodów życicy trwałej najbardziej porażona była odmiana Vigor. Znacznie niższe, a u niektórych odmian nawet śladowe, zasiedlenie ziarniaków notowano u odmian kostrzewy czerwonej (0–4%), natomiast infekcja ziarniaków u niektórych ekotypów śmiałka darniowego sięgała 20% (tab. 1). Śmiałek darniowy jest nowym gatunkiem trawy od niedawna wprowadzonym do uprawy trawnikowej. Guillaumin i wsp. (2000) podają, że śmiałek darniowy występujący na naturalnych użytkach zielonych bywa zasiedlony przez te grzyby.

Tabela 1

Porównanie wykrywalności zasiedlenia nasion przez endofity przy użyciu metody barwieniowej (MB) i immunologicznej (MI)
Comparison of detectability of seed infestation by endophytes using aniline blue staining (MB) and immunoblotting (MI)

Gatunek Species	Odmiany,rody i ekotypy Cultivars, strains and ecotypes	Rok zbioru nasion Year of seed harvest	Procent nasion zasiedlonych przez endofity Percentage of seeds with endophytes	
			MB	MI
Kostrzewa łąkowa Meadow fescue	Pasja E-	2004	0,0	0,0
	Justa	2001	76,8	74,0
	Justa	2002	92,8	88,0
Życica trwała Perennial ryegrass	Vigor	2000	88,0	86,0
	Vigor	2003	88,0	80,0
	Vigor	2004	93,0	88,0
	Ba 1229	2004	4,0	4,0
	Ba 1233	2004	2,0	2,0
	S-60-47	2004	6,5	7,0
	Zastów G 5266	2004	10,0	11,0
Kostrzewa czerwona Red fescue	Logro	?	3,5	4,0
	134×Luba	2003	2,5	3,0
	Dark	2003	1,0	1,0
	Rapsodia II	2003	0,0	1,0
Śmiałek darniowy Tufted hairgrass	2/96	1996	17,5	20,0
	7/96	1996	5,5	9,0
	13/96	1996	4,5	5,0
Współczynnik korelacji Correlation coefficient			0,9991	

Podjmując badania nad porównaniem powyższych metod oczekiwano zbieżnych wyników dla zasiedlenia nasion odmian, rodów i ekotypów przez endofity. Autoryzowany zestaw do testu immunologicznego był wcześniej porównywany z metodami barwieniowymi i wyniki opisane były przez kilku autorów (Hill i in., 2002; Hahn i in., 2000 b). W teście porównawczym prowadzonym w 1999 roku przez Hilla i wsp. (2002) badano 6 prób dwóch gatunków traw (trzy próbki kostrzewy trzcinowej i trzy próbki życicy trwałej) w czterech laboratoriach z trzema ślepymi powtórzeniami każdej próbki. Średni

poziom infekcji był podobny dla obu metod immunologicznej i barwieniowej, a zmienność między laboratoriami była w zasadzie taka sama. Na tej podstawie metoda immunologiczna zastała uznana przez ISTA (2005) jako dająca porównywalne wyniki z metodą barwieniową.

Podobne badania były przeprowadzone także przez Hahn i wsp. (2000 b) do wykrywania endofitów zasiedlających rośliny kostrzewy trzcinowej, łąkowej, czerwonej i owczej. Autorzy ci porównywali metodę immunologiczną (tissue print immunoblot assay — TPIA) z metodą konwencjonalną barwienia różem bengalskim. Stwierdzili, że test immunologiczny jest wystarczająco czuły, aby wykryć niewielką ilość grzybní nawet w odgałęzieniach, czy odcinkach środkowego pędu kwiatostanu. Autorzy uznali metodę TPIA za bardzo szybką, efektywną i wiarygodną do wykrywania grzybów endofitycznych w gatunkach *Festuca*. Procedura testu jest łatwa do wykonania i przydatna w badaniach dużej liczby prób, dlatego jest zalecaną techniką do rutynowych badań endofitów zarówno w hodowli traw, jak i pracach badawczych.

Celem naszych badań była nie tylko ocena zbieżności wyników uzyskanych za pomocą tych metod, ale głównie porównanie ich pracochłonności, łatwości wykonywania analizy i kosztów związanych ze zastosowaniem każdej z tych metod. Dane dotyczące tej części badań zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2

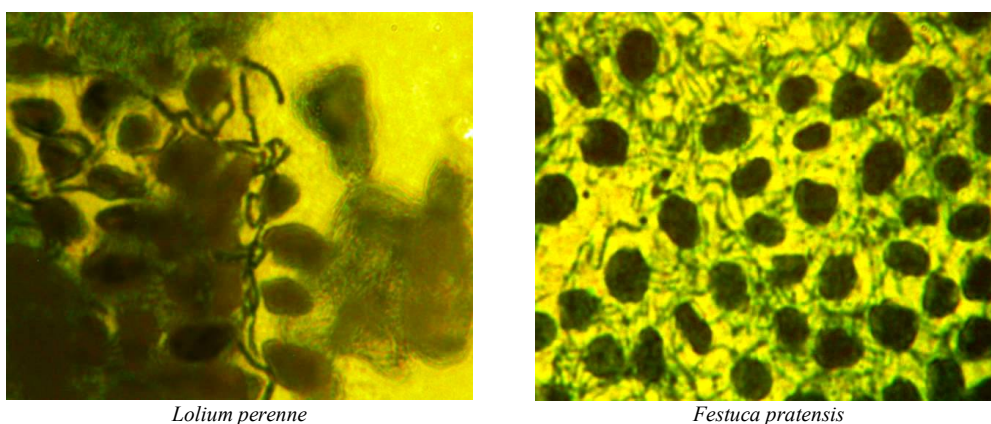
Porównanie pracochłonności i kosztowności metody mikroskopowej z barwieniem błękitem anilinowym (MB) i immunologicznej (MI)
Comparison of the expenditures associated with aniline blue staining (MB) and immunoblotting methods (MI)

Wyszczególnienie — Specification	MB	MI
Liczba nasion badanych w jednej próbie ¹⁾ Number of seeds examined in the sample ¹⁾	500 sztuk (pieces)	100 sztuk (pieces)
Czas potrzebny do wykonania analizy Time necessary to perform the assay	ok. 32 h	20–21 h
Czas rzeczywisty analizy (bez inkubacji) Real time (without incubation)	ok. 16 h	ok. 8 h
Liczba prób możliwa do wykonania w tym samym czasie Number of samples examined at the same time	jedna single	kilka several
Warunki pracy Work conditions	wyciąg exhauster	nie wymaga szczególnych no particular requirements
Koszt analizy jednej próby (odczynniki) Cost of reagents per one sample	ok. 15 zł c. 5 USD	ok. 120 zł. 40 USD

¹⁾ Zalecana przez ISTA; Recommended by ISTA

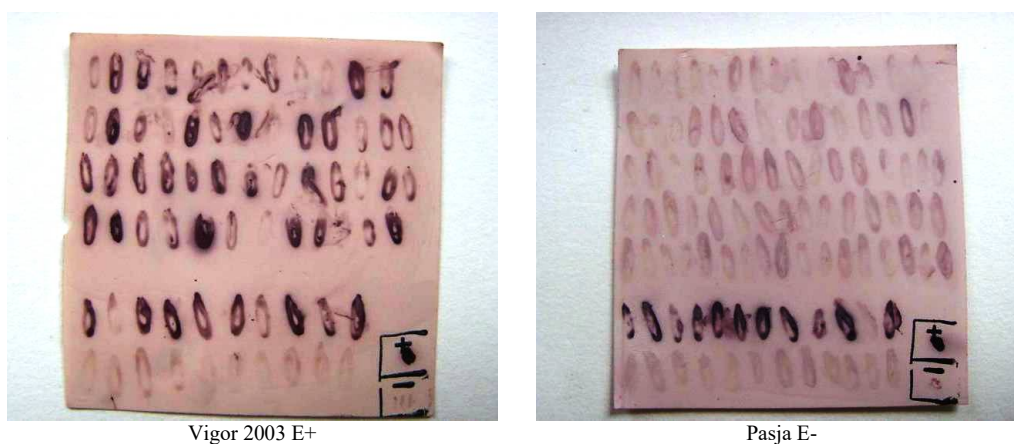
Na ich podstawie stwierdzono, że ocena zawartości endofitów metodą barwieniową jest pracochłonna, niezbędne są odpowiednie warunki pracy (wyciąg) zapewniające bezpieczeństwo dla zdrowia oraz potrzebne jest duże doświadczenie w rozpoznawaniu grzybní endofitów z rodzaju *Neotyphodium*. Ponadto analizy mikroskopowe są czasochłonne, powodują zmęczenie wzroku i dlatego jest możliwe zbadanie nie więcej niż 100–200 sztuk nasion dziennie. Zastosowany barwnik powoduje wybarwienie strzępek grzybní, która zasiedla głównie warstwę aleuronową (rys. 1 i 2). Podczas kiełkowania nasion grzyb przerasta skrobię bielma (Siegel i in., 1985), a wzrost grzybní, charakterystycznie skręconej, ale

nierozgałęziającej się przebiega równolegle do osi liścia lub źdźbła (Welty i in., 1986). Majewska-Sawka i Nakashima (2004) stosując metodę immunologiczną mogli poszerzyć wiedzę o lokalizacji grzybni *Neotyphodium* w dojrzałych nasionach. Potwierdzili, że duża koncentracja grzybni występuje w warstwie aleuronowej, w obszarze bezpośrednio przylegającym do podstawy zarodka. Badania te wskazują, że metoda immunologiczna ze względu na swoją specyfikę daje możliwość szerszych badań nad patogenezą roślin i nasion przez grzyby *Neotyphodium*.



Rys. 1. Metoda barwienia błękitem anilinowym — strzępki grzybni *Neotyphodium* spp. widoczne pomiędzy ziarnami aleuronowymi w ziarniaku: *Lolium perenne* i *Festuca pratensis*

Fig. 1. Staining with aniline blue — hyphae of *Neotyphodium* spp. associated with aleurone layer in *Lolium perenne* and *Festuca pratensis* seeds



Rys. 2. Metoda immunologiczna — membrana przedstawiająca nasiona wykazujące pozytywną (lewa) i negatywną (prawa) reakcję na *Neotyphodium* spp. oraz kontrolę (dwa dolne rzędy) pozytywną (+) i negatywną(-)

Fig. 2. Immunoblotting method — membrane showing positive (left) and negative (right) *Neotyphodium* spp. reaction, and control (two bottom rows) positive (+) and negative (-)

Badania nasze wykazały, że wykrywanie endofitów w ziarniakach traw metodą immunologiczną jest dużo łatwiejsze, mniej pracochłonne i szybsze w stosunku do metody barwieniowej, ale bardzo kosztowne (tab. 2). Poza tym zestaw odczynników do testu jest możliwy do zakupu tylko w firmie amerykańskiej Agrinostics Ltd. Co. w Watkinsville i musi być wykorzystany w określonym terminie ważności. Sprowadzanie zestawu jeszcze podwyższa koszty. Dodatkową zaletą metody jest możliwość testowania większej liczby prób nasion przy małym względnym zmęczeniu osoby wykonującej test w porównaniu do żmudnego przeglądania pod mikroskopem każdego z 500 ziarniaków według metody barwieniowej.

WNIOSKI

1. Potwierdzono, że wykrywanie endofitów w nasionach traw metodą mikroskopową z barwieniem błękitem anilinowym i metodą immunologiczną jest efektywne, a uzyskane wyniki są porównywalne. Dlatego obydwie metody mogą być polecane do rutynowych badań nad zawartością endofitów zarówno w hodowli traw jak i ocenie nasion.
2. Metoda barwieniowa okazała się mało kosztowna, ale bardzo pracochłonna, długotrwała i wymagająca dużego doświadczenia w rozpoznawaniu grzybnii *Neotyphodium* oraz odpowiednich warunków pracy (wyciąg) zapewniających bezpieczeństwo dla zdrowia osoby przygotowującej materiał do analizy.
3. Metoda immunologiczna jest łatwa, szybka i mało pracochłonna, ale kosztowna ze względu na drogi zestaw odczynników sprowadzanych z USA.
4. Potwierdzono, że odmiany, rody i ekotypy traw różnią się zawartością endofitów w nasionach. Wskazuje to na konieczność badania nasion na ich obecność.

LITERATURA

- Bacon C. W., White J. F. Jr. 1994. Stains, media and procedure for analyzing endophytes. In: Biotechnology of endophytic fungi of grasses. Bacon C. W., White J.F.Jr. (eds.) CRC Press, Boca Raton: 47 — 56.
- Belesky D. P., Robbins J. D., Stuedemann J. A., Wilkinson S. R., Devine O. J. 1987. Fungal endophyte infection-loline derivative alkaloid concentration of grazed tall fescue. *Agron. J.* 79: 217 — 220.
- Dapprich P., Paul V. H., Krohn K. 1994. A novel and rapid staining method for the detection of vital endophytes in seeds and leaf sheaths of *Lolium perenne*. *IOBC wprs Bulletin* 17/1: 139 — 146.
- Doss R. P., Welty R. E. 1995. A polymerase chain reaction-based procedure for detection of *Acremonium coenophialum* in tall fescue. *Phytopathology* 85: 913 — 917.
- Guillaumin J. J., Frain M., Pichon N., Ravel C. 2000. Survey of fungal endophytes in wild grass species in the Auvergne region (central France). *Proc. of the 4th International Neotyphodium*. Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 85 — 92.
- Hahn H., Huth W., Schöberlein W. 2000 a. Tissue print immunoassay — a rapid and sensitive method also for detection of *Neotyphodium* endophytes. *Proc. of the 4th International Neotyphodium/ Grass Interactions Symposium*, Soest, Germany: 139 — 143.
- Hahn H., Huth W., Schöberlein W. 2000 b. A rapid and sensitive method also for detection of *Neotyphodium* endophytes. *4th International Neotyphodium*. Grass Interactions Symposium, Soest, Germany. Book of Abstracts: 40.

- Hill N. S., Hiatt E. E., III, De Battista J. P., Costa M. C., Griffiths C. H., Klap J., Thorogood D., Reeves J. H. 2002. Seed testing for endophytes by microscopic and immunoblot procedures. *Seed Sci. & Technol.* 30: 347 — 355.
- ISTA. 2005. International Rules for Seed Testing. Annexe to Chapter 7 Seed Health Testing Methods. Edition 2005. Published by The International Seed Testing Association (ISTA), P. O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Liu D., Van Heeswijck R., Latch G., Leonforte T., Panaccio M., Langford C., Cunninham P., Reed K. 1995. Rapid identification of *Acremonium coenophialum* endophytes through arbitrarily primed PCR. *FEMS Microbiology Letter* 133: 95 — 98.
- Majewska-Sawka A., Nakashima H. 2004. Endophyte transmission via seeds of *Lolium perenne* L.: immunodetection of fungal antigens. *Fung. Genet. Biol.* 41: 534 — 541.
- Pańska D., Podkówka L., Lamparski R. 2004. Preliminary observations on the resistance of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) infected by *Neotyphodium uncinatum* to diseases and pests and native value. In: Proc. of the 5th International Symposium on *Neotyphodium* Grass Interactions. Kallenbach R et al. (eds.). Fayetteville, AR USA, May, 2004, 401: 88 — 90.
- Petroni O. 1986. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In: *Microbiology of Phyllosphere*. Cambridge. Cambridge University Press: 175 — 187.
- Prończuk M. 2005. Endofity traw — znaczenie, występowanie i metody wykrywania. Przegląd literatury. *Biul. IHAR* 235: 297 — 309.
- Saha D. C., Jackson M. A., Jonson-Cicalese J. M. 1988. A rapid staining method for detection of endophytic fungi in turf and forage grasses. *Phytopathology* 78: 237 — 239.
- Siegel M. R., Latch G. C. M., Johnes M. C. 1985. *Acremonium* fungal endophytes of tall fescue and perennial ryegrass: significance and control. *Plant Dis.* 69/2: 179183.
- Welty R. E., Rennie W. J. 1985. ISTA Handbook on Seed Health Testing, Working sheet No. 55: Grasses, Endophyte. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland: 1 — 4.
- Welty R. E., Azevedo M. D., Cook K. L. 1986. Detecting viable *Acremonium* endophytes in leaf sheaths and meristems of tall fescue and perennial ryegrass. *Plant Dis.* 70: 431 — 435.
- White J. F. Jr. 1987. Widespread distribution of endophytes in the *Poaceae*. *Plant Dis.* 71: 340 — 342.
- Wiewióra B., Prończuk M., Ostrowska A. 2006. Infekcja nasion traw przez endofity w kolejnych latach użytkowania plantacji. *Biul. IHAR* 242: 285 — 293.

PODZIĘKOWANIE

Autorki pragną podziękować Pani prof. Annie Majewskiej-Sawka za życzliwość i pomoc w analizie ziarniaków traw metodą immunologiczną.

BARBARA WIEWIÓRA¹**MARIA PRONCZUK**¹**ANNA OSTROWSKA**²¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików² Hodowla Roślin, Bartązek

Infekcja nasion traw przez endofity w kolejnych latach użytkowania plantacji

The infestation of seed of grasses by endophytes in successive years of harvesting

Celem badań było określenie rozprzestrzeniania się infekcji nasion *Festuca pratensis* L. i *Lolium perenne* L. przez grzyby endofityczne w zależności od lat użytkowania plantacji. Badano nasiona z trzech kolejnych lat zbioru z plantacji *F. pratensis* odmiany Justa i *L. perenne* odmiany Vigor. Nasiona użyte do siewu tych plantacji były porażone w około 90% grzybami endofitycznymi. Identyfikację grzybnii *Neotyphodium* w ziarniakach przeprowadzono metodą mikroskopową po zabarwieniu błękitem anilinowym. Stwierdzono, że rok zbioru wpływa na zasiedlenie nasion przez grzyby z rodzaju *Neotyphodium*. W pierwszym roku zbioru notowano 75–80% nasion porażonych. W kolejnych latach zbioru liczba nasion porażonych wzrastała do 93% zarówno na plantacji *F. pratensis* cv. 'Justa' jak i *L. perenne* cv. Vigor.

Słowa kluczowe: *Festuca pratensis*, grzyby endofityczne, *Lolium perenne*, nasiona traw, rok użytkowania

The objective of the study was to determine rates of spread of seed infestation by endophytic fungi in *Festuca pratensis* L. cv. Justa and *Lolium perenne* L. cv. Vigor in three successive years of plantation utilization. The seeds used for sowing were infected by endophytes in about 90%. To detect *Neotyphodium* mycelium under the microscope, the seeds were stained with aniline blue. In the first-year harvest, the seeds were found to be infested in 75–80%. In the subsequent years, the proportions of infested seeds increased up to 93% in *F. pratensis* cv. Justa and *L. perenne* cv. Vigor alike.

Key words: endophytic fungi, *Festuca pratensis*, grasses, harvest year, *Lolium perenne*, seed

WSTĘP

Endofitami nazywane są mikroorganizmy, które część lub całe swoje życie zasiedlają bezobjawowo tkanki swoich gospodarzy (Petroni, 1986). Wiele gatunków traw może być zasiedlanych przez grzyby endofityczne, ale najczęściej grzyby te występują u *Lolium perenne* L. i *Festuca* spp. Do typowych endofitów zaliczane są gatunki grzybów z rodzaju *Neotyphodium* takie jak: *N. lolii* Latch, Christensen & Samuels współżyjący z *L. perenne*, *N. coenophialum* Morgan-Jones & Gams współżyjący z *F. arundinacea* i *N. uncinatum*

Gams, Petroni & Schmidt występujący u *F. pratensis*. Grzyby te przenoszone są z nasionami, a ich grzybnia zasiedla głównie warstwę aleuronową (White, 1987; Siegel i in., 1985).

Współżycie traw z grzybami endofitycznymi ma dodatnie i ujemne aspekty. Endofity przynoszą trawom wiele korzyści: wzbudzają mechanizmy tolerancji na suszę oraz regeneracji uszkodzeń po długotrwałej suszy, wpływają na oszczędną gospodarkę azotem i lepszą przyswajalność fosforu (Malinowski i Belesky, 2000). Trawy zasiedlone przez endofity są odporne na szkodniki, nicianie oraz niektóre choroby (Siegel i in., 1985). Charakteryzują się obfitym krzewieniem, trwałością i wykazują większą konkurencyjność w stosunku do traw nie zasiedlonych przez te grzyby (Funk i in., 1994). Jednak obecność endofitów w roślinach może być także zagrożeniem dla zwierząt. Stwierdzono, że niektóre z wytwarzanych przez te grzyby alkaloidów są toksyczne dla zwierząt. Znane są dwie groźne choroby u bydła, których czynnikiem sprawczym są endofity współżyjące z trawami na pastwiskach: "ryegrass staggers syndrome" i "fescue toxins" (Siegel i in., 1985).

Dotychczasowe, nieliczne badania nad endofitami w Polsce wskazują, że grzyby z rodzaju *Neotyphodium* zasiedlają nasiona polskich odmian traw (Cagaš i Hofbauer, 1991; Pańka i Łukanowski, 2000; Pańka i Sadowski, 2002, Pańka i in. 2004). Występowanie tych grzybów stwierdzano także w roślinach pochodzących z polskich użytków zielonych (Pfannmöller i in., 1994; Lewis, 2000). Wyniki tych prac sugerują, że nasiona niektórych odmian mogą być bardzo licznie zasiedlone przez endofity, ale wyniki analiz różnią się np. wg oceny przeprowadzonej we Francji (przez firmę R.A.G.T.) ziarniaki odmiany kostrzewy łąkowej Pasja były zasiedlone w 34% przez *Neotyphodium uncinatum* (dane nie publikowane). Pańka i wsp. (2004) donoszą o zasiedleniu nasion tej odmiany w 52% przez te grzyby. Nasze wstępne wyniki analiz wskazują na zasiedlenie nasion w 74%. Niewielki zakres badań i niejednoznaczne opinie dotyczące stopnia zasiedlenia odmian przez endofity wskazują na konieczność poszerzenia badań nad grzybami z rodzaju *Neotyphodium* oraz ich obecnością w materiale siewnym traw w Polsce.

Celem prac podjętych w 2001 roku było określenie rozprzestrzeniania się infekcji nasion przez grzyby endofityczne u wybranych odmian *Festuca pratensis* L. i *Lolium perenne* L. w zależności od lat użytkowania plantacji.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były ziarniaki *L. perenne* odmiany Vigor oraz ziarniaki *F. pratensis* odmiany Justa zasiedlone w około 90% przez endofity. Nasiona odmiany Vigor otrzymano w roku 2000 z INRA PG (Institut National Agronomique Paris-Grignon) we Francji. Mikro-plantacje tej odmiany założono w 2001 roku na polu doświadczalnym IHAR w Radzikowie, z której zbierano nasiona przez okres trzech lat. Plantacja odmiany Justa założona została w 2001 roku w ZDHAR w Bartążku. Z tej plantacji zbierano corocznie nasiona. W 2004 przekazano próby nasion z czterech lat zbioru do analizy w Radzikowie.

Do wykrywania grzybów z rodzaju *Neotyphodium* zastosowano metodę mikroskopową polecaną przez Międzynarodowy Związek Oceny Nasion (ISTA), a opisaną przez Welty i Rennie (1985). Postępując według tej metody pobierano 500 ziarniaków z każdej próby, które badano w 5 analizach po 100 ziarniaków każda. Ziarniaki moczoło przez około 15 godzin w temperaturze pokojowej w 20-30 ml 5% zasady sodowej (NaOH) zawierającej 0,1% błękitu anilinowego. Potem nasiona płukano w wodzie destylowanej, a po odsączeniu zalewano 20-30 ml laktofenolu (1:1:1:5 odpowiednio: 85% kwas mlekowy, fenol, gliceryna i woda dejonizowana). Następnie dodawano 0,1% błękitu anilinowego i gotowano przez 15 min, po czym płukano w destylowanej wodzie. Poszczególne ziarniaki umieszczano na szkiełku podstawowym w kropli roztworu gliceryny i destylowanej wody (w stosunku 1:2), przykrywano szkiełkiem przykrywkowym i przeglądano przy użyciu mikroskopu świetlnego pod powiększeniem $\times 100$ oraz $\times 400$. Notowano liczbę ziarniaków, w których stwierdzono obecność strzępek grzybni *Neotyphodium*.

WYNIKI I DYSKUSJA

W analizowanych próbach nasion stwierdzono wysoki stopień infekcji ziarniaków przez grzyby z rodzaju *Neotyphodium* sięgający 93% zarówno u kostrzewy łąkowej odmiany Justa, jak i u życicy trwałej odmiany Vigor (tab. 1 i 2).

Tabela 1

Zawartość endofitów w nasionach kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis*) odm. Justa w kolejnych latach użytkowania plantacji
Endophyte content in seed of meadow fescue (*Festuca pratensis*) cv. Justa in particular years of seed harvesting

Pochodzenie nasion Origin of seeds	Rok zbioru nasion Year of seed harvest	Rok użytkowania plantacji Year of plantation utilization	Procent nasion zasiedlonych przez endofity Percentage of seeds with endophytes
Bartązek	2001	Siew plantacji Plantation sowing	93,2
Bartązek	2002	I rok zbioru I year of harvest	76,8
Bartązek	2003	II rok zbioru II year of harvest	92,8
Bartązek	2004	III rok zbioru III year of harvest	89,8
NIR Fischera LSD according to Fischer			19,8

Badania przeprowadzone w wielu krajach Ameryki i Europy wykazały, że wiele gatunków traw może być zasiedlane przez grzyby endofityczne. Wysokie zasiedlenie nasion, dochodzące nawet do 100%, stwierdzano najczęściej u gatunków *Festuca* i *Lolium perenne* (Funk i in., 1994; Schöberlein i in., 1995; Eggestein i in., 1996; Guillaumin i in., 2000; Leyronas i Raynal, 2001; Cagaš, 2005). W wielu pracach znaleźć można również informacje o 100% porażeniu traw na pastwiskach (Welty i in., 1986; Fletcher i Easton, 2000; Reed i in., 2000). Badania nasion pochodzących z naturalnych zbiorowisk traw w Finlandii (Wäli i in., 2000), wykazały duże zróżnicowanie w ich zasiedleniu przez

Neotyphodium spp. Najwyższe jednak zasiedlenie stwierdzono u rodzaju *Festuca*. Lewis (1996) donosi, że w wielu europejskich krajach trawy, a w szczególności dzikie populacje *Lolium perenne*, są często zasiedlane przez grzyby endofityczne. W Polsce badania nad endofitami dotyczyły jedynie kilku odmian *L. perenne* oraz jednej odmiany *F. pratensis* (Pańka i Łukanowski, 2000; Pańka i Sadowski, 2002; Pańka i in., 2004). Uzyskane przez tych autorów wyniki wykazały dość niskie zasiedlenie ziarniaków u odmian życicy trwałej, a dość wysokie u kostrzewy łąkowej odmiany Pasja (52%).

Tabela 2

Zawartość endofitów w nasionach życicy trwałej (*Lolium perenne*) odm. Vigor w kolejnych latach użytkowania plantacji
Endophytes content in seed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) cv. Vigor in particular years of seed harvesting

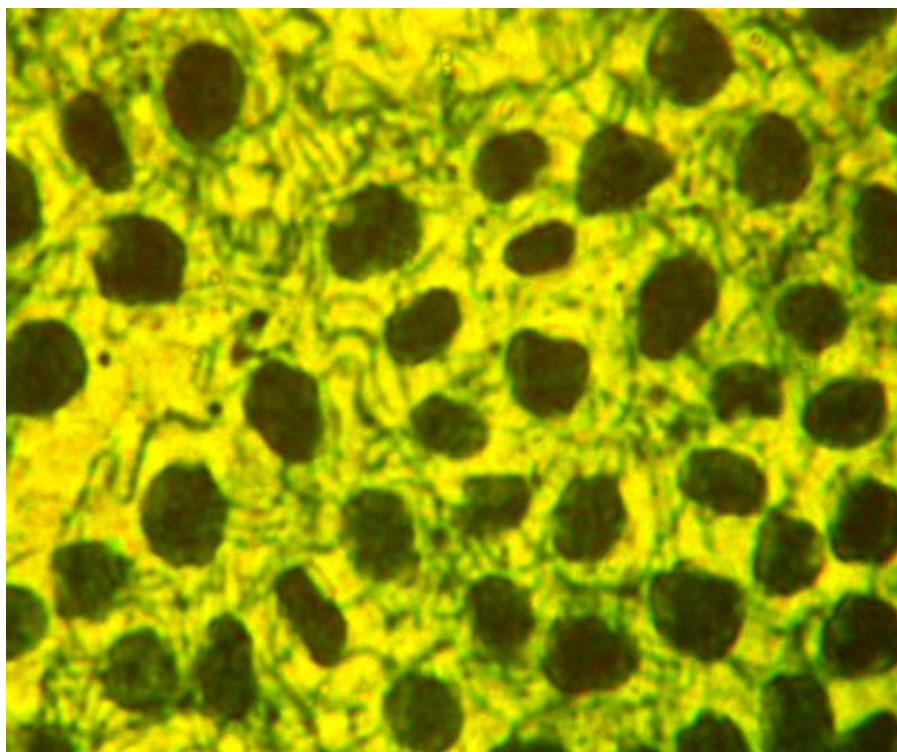
Pochodzenie nasion Origin of seeds	Rok zbioru nasion Year of seed harvest	Rok użytkowania plantacji Year of plantation utilization	Procent nasion zasiedlonych przez endofity Percentage of seeds with endophytes
INRA — Francja	2000	Siew plantacji Plantation sowing	88,0
Radzików	2002	I rok zbioru I year of harvest	78,8
Radzików	2003	II rok zbioru II year of harvest	88,0
Radzików	2004	III rok zbioru III year of harvest	93,0
NIR Fischera LSD according to Fischer			9,9

Wstępne nasze badania wskazywały na duże różnice w zawartości endofitów w próbach nasion pochodzących z różnych plantacji tej samej odmiany np. dla kostrzewy łąkowej odmiany Pasja zakres w próbach wahał się od 12% do 74%, a dla odmiany Justa od 55% do 83% (dane nie publikowane). Wyniki te sugerują, że wpływ na zawartość endofitów w nasionach może mieć wiele czynników np. zasiedlenie materiału użytego do siewu plantacji, lata użytkowania plantacji lub mikroklimat plantacji szczególnie sprzyjający rozwojowi tych grzybów. Prezentowane badania są próbą wyjaśniania tego zjawiska.

Do badań wykorzystano nasiona kostrzewy łąkowej odmiany Justa i życicy trwałej odmiany Vigor o znanym, wysokim stopniu zasiedleniu przez endofity, które określono metodą barwienia błękitem anilinowym. Użyty barwnik powodował wybarwienie grzybni endofita, która zasiedlała głównie warstwę aleuronową (rys. 1 i 2). Rozmieszczenie grzybni w ziarniakach może być jednak różne (Prończuk, 2005). Wielu autorów obserwowało duże jej zagęszczenie w warstwie aleuronowej blisko jądra, co wskazywało na jej związek także z zarodkiem (Siegel i in., 1985; Welty i in., 1986).

Czteroletnie badania wykazały, że nasiona zebrane w pierwszym roku użytkowania, zarówno z mikro-plantacji założonej w Radzikowie, jak i z plantacji produkcyjnej zlokalizowanej w Bartążku, były w znacznie mniejszym stopniu zasiedlone przez endofity niż materiał użyty do siewu (tab. 1 i 2). Jednakże w następnych latach użytkowania obserwowano tendencję do sukcesywnego wzrostu liczby nasion z endofitami. W trzecim roku użytkowania procent zasiedlonych nasion był zbliżony lub nawet przewyższał

materiał wyjściowy. Infekcja nasion kostrzewy łąkowej odmiany Justa wahała się od 76,8% w pierwszym roku 92,8% w drugim i 89,8% w trzecim roku użytkowania plantacji (tab. 1). Podobnie przedstawiały się wyniki uzyskane dla nasion życicy trwałej odmiany Vigor. Ziarniaki zebrane w pierwszym roku były zasiedlone przez endofity w 78,8%, w drugim w 88,0%, a w trzecim roku użytkowania plantacji w 93,0% (tab. 2).

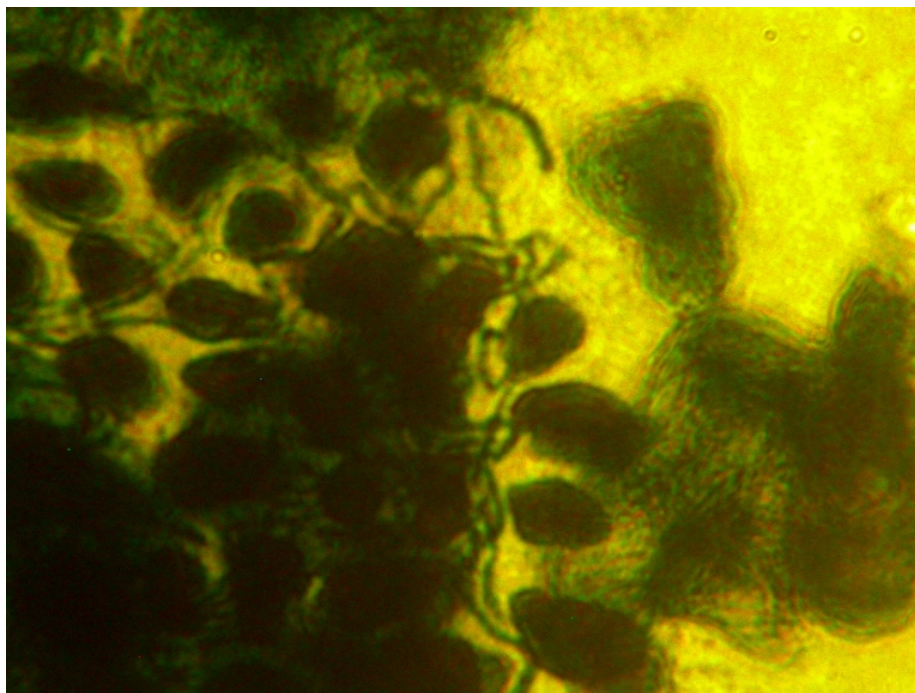


Rys. 1. Wybarwione strzępki grzybnii *Neotyphodium* sp. widoczne pomiędzy ziarnami aleuronowymi u kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis*)

Fig. 1. Hyphae of *Neotyphodium* sp. associated with aleurone layer in seeds of meadow fescue (*Festuca pratensis*) stained with aniline blue

O podobnym wzroście infekcji nasion przez endofity w kolejnych latach zbioru nasion donosi Cagaš (2005). W jego badaniach tendencja wzrostowa zaznaczyła się wyraźnie w przypadku użycia do siewu nasion o niższym stopniu infekcji. Rolston i Rowarth (1995) uważają, że w momencie rozprzestrzeniania się infekcji nie zawsze następuje pełna transmisja endofita i dlatego nie we wszystkich wytworzonych przez roślinę pędach grzyb jest obecny. Hume i wsp. (2000) podają, że źródłem infekcji dla nowych upraw nasiennych i pastewnych mogą być także zasiedlone przez endofity nasiona znajdujące się w stanie spoczynku w glebie, co w pewnym stopniu może tłumaczyć obserwowany w niniejszych badaniach coroczny wzrost porażenia. Lewis (1996) twierdzi, że duży wpływ na obecność

endofitów ma wiek plantacji, a im starsza plantacja, tym większe porażenie roślin przez te grzyby. Nie potwierdzają tego jednak wyniki uzyskane przez Siegel i wsp. (1984), którzy nie obserwowali znaczących różnic w poziomie infekcji nasion u kostrzewy łąkowej w ciągu 4 lat użytkowania plantacji. Wyniki badań Cagaša (2005) wskazują także na dużą stabilność zasiedlenia nasion przez endofity w dalszych latach zbioru w przypadku użycia do siewu nasion o wysokim stopniu infekcji przez endofity.



Rys. 2. Strzępki grzybní *Neotyphodium* sp. widoczne pomiędzy ziarnami aleuronowymi u życicy trwałej (*Lolium perenne*)

Fig. 2. Hyphae of *Neotyphodium* sp. associated with aleurone layer in seeds of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) stained with aniline blue

Paul i wsp. (2000) donoszą, że europejskie odmiany życicy trwałej zawierają mało endofitów w porównaniu z odmianami pochodzącymi z Nowej Zelandii, Australii czy USA, ale dość wysoki poziom infekcji obserwowano u odmian wyhodowanych z ekotypów. Siegel i wsp. (1985) stwierdzili obecność *Acremonium coenophialum* w 7 z 13 polskich ekotypów kostrzewy łąkowej. Autorzy ci sugerują nawet europejskie pochodzenie tego grzyba i uważają, że analizując przyczyny zróżnicowanego poziomu infekcji przez endofity należy zwrócić uwagę na ich obecność w materiale, z którego wytworzono daną odmianę. Użyta do badań odmiana kostrzewy łąkowej Justa była wyhodowana z ekotypów. Natomiast pochodzenie odmiany życicy trwałej Vigor jest nam nieznane. Możliwe jest, że

nasiona lub rośliny tej odmiany mogły być zakażane izolatami grzybów *Neotyphodium*, co jest szeroko praktykowane w Ameryce i Nowej Zelandii (Hoveland, 2000).

Cappelli i Buonaurio (2000) twierdzą, że aby uniknąć rozprzestrzeniania się infekcji traw przez endofity w Europie, konieczna jest reprodukcja nasion objętych programem państwowej oceny przy użyciu czułych i szybkich metod wykrywających endofity w nasionach, która obejmowałaby materiały mateczne odmian. We Francji wprowadzono już zakaz rejestracji i obrotu nasionami odmian zawierających endofity (Bayle i in., 2003).

WNIOSKI

1. Nasiona traw w Polsce są zasiedlone przez grzyby z rodzaju *Neotyphodium*, które są przenoszone z materiałem siewnym. Wysoka infekcja nasion może występować już w pierwszym roku użytkowania plantacji.
2. Stwierdzono, że rok użytkowania plantacji ma znaczenie w zasiedleniu nasion przez grzyby z rodzaju *Neotyphodium*. W pierwszym roku zbioru zasiedlenie nasion jest mniejsze niż materiału użytego do siewu plantacji. W kolejnych latach użytkowania obserwowano tendencję wzrostu liczby ziarniaków zasiedlonych przez endofity.
3. Badania nasion traw na zawartość endofitów w Polsce, zwłaszcza przeznaczonych do wysiewu na paszę dla zwierząt, są konieczne i bardzo ważne gospodarczo.

LITERATURA

- Bayle B., Huyghe C., Gensollen V., Bourgoïn B. 2003. System of variety testing and registration in France for forage and turf. Book of Abstracts of the 25th EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting. Brno, Czech Republic: 119.
- Cagaš B. 2005. The role endophytes *Neotyphodium* spp. in breeding of grasses for resistance to stress at the Grassland Research Station Rožnov-Zubří. W: Recent advances in genetics and breeding of the grasses. Zwierzykowski Z., Kosmala A (eds). IGR. PAN, Poznań: 177 — 190.
- Cagaš B., Hofbauer J. 1991. *Acremonium coenophialum* Morgan-Jones et W. Gams a obsah alkaloidu u koštravy rákosovile, Genet. a Šlecht. 27 (2-3): 205 — 212.
- Cappelli C., Buonaurio R. 2000. Occurrence of endophytic fungi in grass seeds and plants in Italy. Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 131 — 137.
- Eggstein S., Pfannmöller M., Schöberlein W. 1996. *Acremonium* spp. — occurrence in cultivars and collected ecotypes of the genus *Festuca*. The 2nd International Conference on Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Krohn K., Paul V.H. (eds.) IOBC wprs Bulletin Vol. 19 (7): 161 — 167.
- Fletcher L. R., Easton H. S. 2000. Using endophytes for pasture improvement in New Zealand. Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 149 — 162.
- Funk C. R., Belanger F. C., Murphy J. A. 1994. Role of endophytes in grasses used for turf and soil conservation. In: Biotechnology of endophytic fungi of grasses. Bacon Ch. W., White J. F. Jr. (eds). CRC Press., Boca Raton: 201 — 209.

- Guillaumin J. J., Frain M., Pichon N., Ravel C. 2000. Survey of fungal endophytes in wild grass species in the Auvergne region (central France). Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 85 — 92.
- Hoveland C. S. 2000. Endophytes — research and impact. Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interaction Symposium. Soest, Germany: 123 — 130.
- Hume D., Rolston P., Baird D., Archie B., Marsh M. 2000. Endophyte — infected ryegrass seed in soil as a potential source of endophyte contamination of new pastures. Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 97 — 102.
- Lewis G.C. 1996. A review of research on endophytic fungi worldwide, and its relevance to European grassland, pastures and turf. The 2nd International Conference on Harmful and Beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf. Krohn K., Paul V.H. (eds.) IOBC wprs Bulletin Vol. 19 (7): 17 — 25.
- Lewis G.C. 2000. *Neotyphodium* endophytes: incidence, diversity, and host in Europe. Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interaction Symposium. Soest, Germany: 123 — 130.
- Leyronas C., Raynal G. 2001. Presence of *Neotyphodium*-like endophytes in European grasses. Ann. Appl. Biol. 139: 119 — 129.
- Malinowski D. P., Belesky D. P. 2000. Adaptations of endophyte-infected cool-season grasses to environmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. Crop Sci. 40: 923 — 940.
- Pańska D., Łukanowski A. 2000. Occurrence of *Acremonium lolii* in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivated in the Kujawy and Pomerania region of Poland. Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 419 — 421.
- Pańska D., Sadowski Cz. 2002. Occurrence of fungal endophytes in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars in Poland. In: Multi-functional grasslands quality forages, animal products and landscapes. Durand J.L. *et al.*, (eds.). Grassland science in Europe. Vol. 7: 540 — 541.
- Pańska D., Podkowska L., Lamparski R. 2004. Preliminary observations on the resistance of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) infected by *Neotyphodium uncinatum* to diseases and pests and native value. In: Proc. of the 5th International Symposium on *Neotyphodium*/Grass Interactions. Kallenbach R *et al.* (eds.). Fayetteville, AR USA, May, 2004, 401: 88 — 90.
- Paul V.H., Ostbohmke H., Feuerstein U. 2000. Studies on dynamics of colonization of the endophytic fungus *Neotyphodium lolii* (Latch, Christensen & Samuels) Glenn, Bacon & Hanlin comb. Nov) (syn. *Acremonium lolii* (Latch, Christensen & Samuels) in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in a European grass breeding process. Proc. Of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 71 — 77.
- Petroni O. 1986. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In Microbiology of Phyllosphere. Cambridge. Cambridge University Press: 175 — 187.
- Pfannmöller M., Eggstein S., Schöberlein W. 1994. Endophytes in European varieties of *Festuca* species. IOBC wprs Bulletin 17/1: 101 — 109.
- Prończuk M. 2005. Endofity traw — znaczenie, występowanie i metody wykrywania. Przegląd literatury. Biul. IHAR 235: 297 — 309.
- Reed K. M., Walsh J. R., McFarlane N. M., Cross P. A. 2000. Australian perennial ryegrass pasture, endophyte frequency and associated alkaloid concentrations. Proc. of the 4th International *Neotyphodium*/Grass Interactions Symposium, Soest, Germany: 31 — 39.
- Rolston M. P., Rowarth J. S. 1995. Aspects of endophyte in ryegrass (*Lolium perenne*) seed production. Proc. of the Third International Herbage Seed Conference Yield and Quality in Herbage Seed Production, Halle (Saale), Germany: 433 — 437.
- Schöberlein W., Eggstein S., Pfannmöller M. 1995. Effects of endophyte-infected varieties of *Festuca pratensis* on seed production. Proc. of the Third International Herbage Seed Conference Yield and Quality in Herbage Seed Production, Halle (Saale), Germany: 438 — 442.

- Siegel M. R., Johnson M. C., Varney D. R., Nesmith W. C., Buckner R. C., Bush L. P., Burrus P. B., Jones T. A., Boling J. A. 1984. A fungal endophyte in tall fescue: Incidence and dissemination. *Phytopathology* 74: 932 — 937.
- Siegel M. R., Latch G. C. M., Johnson M. C. 1985. *Acremonium* fungal endophytes of Tall Fescue and Perennial ryegrass: significance and control. *Plant Dis.* 69/2: 179 — 183.
- Wäli P., Saikkonen K., Helander M., Lehtimäki S., Lehtonen P. 2000. Seed transmitted endophytic fungi in wild grass population in Finland. *Proc. of the 4th International Neotyphodium/Grass Interactions Symposium*, Soest, Germany: 93 — 96.
- Welty R. E., Rennie W. J. 1985. ISTA Handbook on seed health testing. Working sheet No. 55: Grasses, Endophyte. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland: 1 — 4.
- Welty R. E., Azevedo M. D., Cook K. L. 1986. Detecting viable *Acremonium* endophytes in leaf sheaths and meristems of tall fescue and perennial ryegrass. *Plant Dis.* 70: 431 — 435.
- White J. F. Jr. 1987. Widespread distribution of endophytes in the *Poaceae*. *Plant Dis.* 71: 340 — 342.

MARTA STANKIEWICZ-KOSYL**EMILIAN PITERA****STANISŁAW W. GAWROŃSKI**

Samodzielny Zakład Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa

Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Przydatność markera QTL w hodowli jabłoni odpornej na mączniaka (*Podosphaera leucotricha* (Ellis et Ev.) Salm.)*

The usefulness of a QTL marker in breeding for apple powdery mildew resistance

Parch i mączniak jabłoni, powodowane przez *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. i *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Ev.) Salm. należą do najważniejszych chorób jabłoni. Klon U 211 jest odporny na parcha, a w polowych warunkach także na mączniaka jabłoni. QTL U 7, jeden z loci cechy ilościowej (QTL — Quantitative Trait Loci) w klonie U 211 charakteryzuje się trwałym efektem działania i kontroluje duży zakres zmienności cechy (48–72%). Został on zidentyfikowany w potomstwie Idared × U 211. Celem przeprowadzonych badań była ocena przydatności jednego z markerów U 7 do selekcji wspomaganej markerami (MAS — marker-assisted selection). Stopień porażenia mączniakiem był oceniany szacunkowo w skali 0–5 w populacji Granny Smith × U 211 przez 2 lata w szkółce i przez rok w sadzie. Selekcja prowadzona przy użyciu markera mikrosatelitarnego NZ28f04 pozwoliłaby na eliminację 33–72% roślin z klasy 3 (szkółka i sad) oraz 100% roślin z klasy 4 (sad). Skuteczność selekcji była różna w zależności od sezonu wegetacyjnego. W potomstwie Granny Smith × U 211 w ciągu 2 lat obserwacji w szkółce żadnego z osobników nie zakwalifikowano do klas 4 i 5. Część potomstwa (22 rośliny) została posadzona w sadzie i tam niektóre rośliny zostały zaliczone do klasy 4. W żadnej z nich nie stwierdzono obecności allela NZ28f04 związanego z większą odpornością na mączniaka.

Słowa kluczowe: loci cechy ilościowej, marker mikrosatelitarny, mączniak jabłoni, odporność

Scab and powdery mildew, caused by *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. and *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Ev.) Salm. respectively, are the most important apple diseases. The apple clone U 211 is resistant to scab and highly resistant to powdery mildew in field conditions. The QTL U 7, one of the quantitative trait loci in the clone U 211, is responsible for 48–72% of the phenotypic variation, and its effect is stable over years. It was identified in the progeny Idared × U 211. The aim of this study was to assess effectiveness of U 7 marker for marker-assisted selection (MAS). Powdery mildew resistance was evaluated visually in a seedling population Granny Smith × U 211 for two years in the nursery, and one year in the orchard using a 0–5 scale. Selection based on the SSR marker

* Praca została zrealizowana w ramach grantu 5 P06C 032 19 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

NZ28f04 allowed to eliminate 33–72% of plants from class 3 (nursery and orchard), and 100% of plants from class 4 (orchard). The efficiency of selection depended on the year. In the progeny Granny Smith × U 211 neither of the individuals grown in the nursery was classified in class 4 or 5 in the 2- year period of investigations. Twenty-two individuals from the progeny were planted in the orchard. In the following year some of them were classified in class 4. Neither of these plants possessed the NZ28f04 allele, associated with the higher level of resistance to powdery mildew.

Key words: apple powdery mildew, microsatellite marker, quantitative trait loci, resistance

WSTĘP

Uzyskanie odmian jabłoni o trwałej odporności na choroby pozwoli na znaczną redukcję zużycia fungicydów w sadach. Mączniak jabłoni powodowany przez grzyb *Podosphaera leucotricha* (Ellis et Ev.) Salm. jest jedną z najważniejszych chorób jabłoni pod względem ekonomicznym. W zależności od warunków pogodowych rozmiar szkód może być podobny do powodowanych przez innego bardzo ważnego patogena, *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. Selekcja w kierunku odporności na mączniaka jabłoni jest utrudniona, ponieważ na stopień porażenia może mieć wpływ wiek rośliny, warunki środowiska i rasa patogena. Użycie markerów molekularnych pozwala rozwiązać te problemy, ponadto stwarza możliwość jednoczesnej selekcji siewek na obecność kilku genów odporności.

Klon U 211, wyselekcjonowany w Katedrze Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa SGGW, w warunkach polowych wykazuje odporność na mączniaka jabłoni i przekazuje tę cechę na dużą część potomstwa (Pitera, 2003). Jest on również odporny na parcha, ponieważ pochodzi z wolnego zapylenia odmiany Primula, u której odporność warunkuje gen *V_f* z *Malus floribunda* 821. Na podstawie mapowania interwałowego przeprowadzonego na potomstwie Idared × U 211 stwierdzono, że odporność klonu U 211 na mączniaka jabłoni jest warunkowana między innymi przez QTL U 7 o trwałym efekcie działania i kontrolującym duży zakres zmienności cechy (48–72%). Markerem znajdującym się najbliżej piku U 7 jest NZ28f04 (Stankiewicz-Kosyl i in., 2005). Powtórzenie się w czasie efektu QTL może stanowić weryfikację analizy QTL przeprowadzonej na tym samym tle genetycznym (Sewell i in., 2000). Wśród QTL zidentyfikowanych w klonie U 211 na szczególną uwagę zasługuje więc U 7, którego efekt ujawnił się w czterech spośród pięciu lat prowadzonych obserwacji. Jednak wydaje się, że dla celów wykorzystania U 7 w hodowli odpornościowej konieczne jest jego sprawdzenie na innym tle genetycznym. Zdarza się bowiem, że efekt QTL zmienia się w zależności od tła genetycznego (Kolb i in., 2001) lub też nie można go w ogóle zidentyfikować (Fasoula i in., 2004).

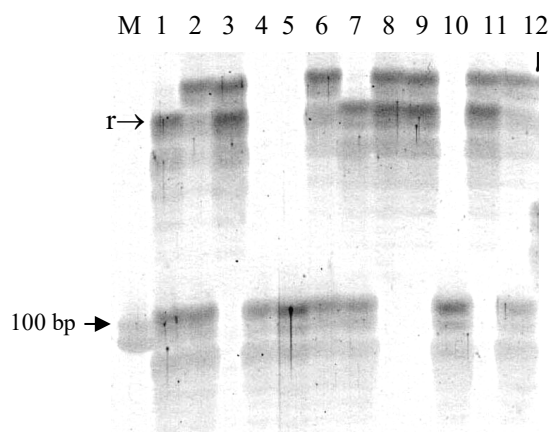
Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie możliwości szerokiego zastosowania markera NZ28f04 w programach hodowlanych wykorzystujących jako źródło odporności na mączniaka klon U 211.

MATERIAŁ I METODY

Ekstrakcję DNA z liści 50 drzew z potomstwa Granny Smith $\times$ U 211 przeprowadzono przy użyciu metody CTAB (Rogers i Bendich, 1985) z modyfikacjami (Gadamski i in., 1996). DNA roślin rodzicielskich oraz każdego z osobników z potomstwa amplifikowano w reakcji PCR przy użyciu starterów i procedury dla markera NZ28f04 opisanych przez Guilford i wsp. (1997). Produkty amplifikacji były rozdzielane w 6% poliakrylamidowym żelu denaturującym przygotowanym według procedury Sambrook i wsp. (1989) i barwione azotanem srebra według protokołu Briard i wsp. (2000). Równocześnie rośliny były oceniane w latach 2000–2001 w szkółce, a 22 z nich posadzono w sadzie w 2001 roku i obserwowano w następnym sezonie wegetacyjnym. Reakcję na mączniaka jabłoni oceniano w sześciostopniowej skali od 0 do 5 (0 — nieporażone, 5 — bardzo silnie porażone) (Borecki, 1987). Klon U 211 zaliczany jest do klasy 0, natomiast Granny Smith, jako odmiana wrażliwa na mączniaka, do klasy 4.

WYNIKI

Wynik amplifikacji markera NZ28f04 przy użyciu DNA roślin rodzicielskich oraz części osobników z potomstwa Granny Smith $\times$ U 211 przedstawia rysunek 1. Allel związany ze wzrostem odporności na mączniaka jest obecny u klonu U 211 oraz u części potomstwa, brak go natomiast u odmiany Granny Smith.

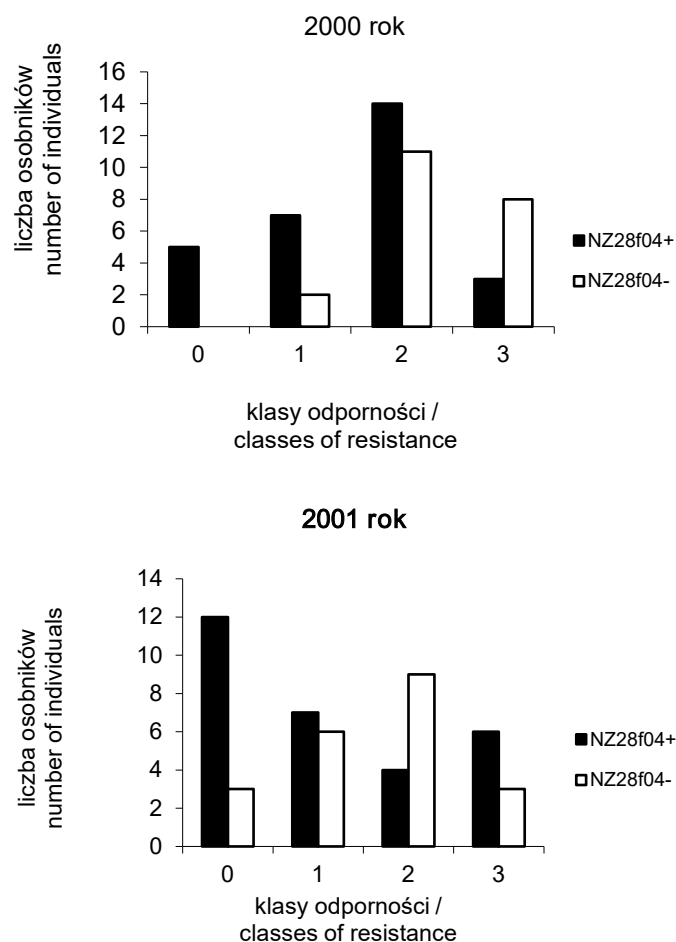


Rys. 1. Elektroforogram prezentujący produkty amplifikacji markera NZ28f04. M — marker wielkości, 1 — U 211, 2 — Granny Smith, 3 — 12: osobniki z potomstwa Granny Smith $\times$ U 211, r — allel markera związany ze wzrostem odporności na mączniaka jabłoni

Fig. 1. The result of NZ28f04 marker amplification. M — size marker, lane 1 — U 211, lane 2 — Granny Smith, lanes 3–12: individuals from the progeny, r — marker allele related to higher powdery mildew resistance

Selekcja prowadzona przy użyciu markera mikrosatelitarnego NZ28f04 pozwoliłaby na usunięcie 8 roślin średnio podatnych zaliczonych do klasy 3, jeśli wzięto by pod uwagę

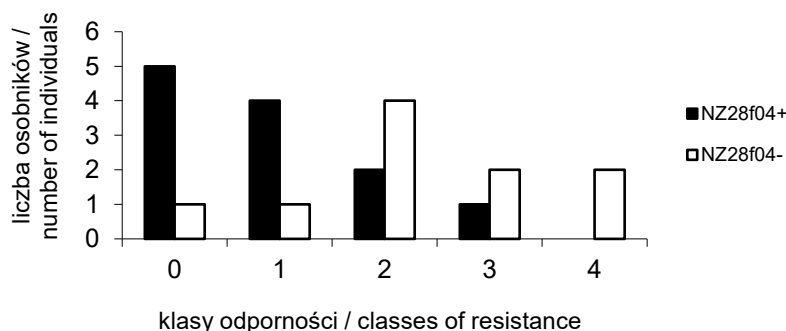
wyniki oceny polowej ze szkółki z roku 2000 (rys. 2), co stanowi 72% wszystkich roślin w klasie 3 w tym roku. W roku 2001 do klasy 3 zakwalifikowano 9 roślin, z których 3, czyli 33% nie wykazało obecności allela NZ28f04 związanego ze wzrostem odporności na mączniaka (rys. 2). W potomstwie Granny Smith × U 211 w ciągu 2 lat obserwacji w szkółce żadnego z osobników nie zakwalifikowano do klas 4 i 5.



Rys. 2. Wyniki oceny polowej w latach 2000–2001 w szkółce a obecność markera NZ28f04 wśród osobników z potomstwa Granny Smith × U 211. NZ28f04 + i – oznacza odpowiednio obecność i brak allela markera związanego ze wzrostem odporności na mączniaka

Fig. 2. Frequency distribution of individuals by class of powdery mildew resistance (results from the nursery in the years 2000 and 2001) and presence of the NZ28f04 marker in the progeny Granny Smith × U 211. NZ28f04 + and – denote respectively presence and absence of a marker allele related to higher powdery mildew resistance

Gdyby wzięto pod uwagę wyniki oceny fenotypowej z sadu (rok 2002) oraz wynik analizy z markerem, wyeliminowane zostałyby 2 rośliny, co stanowi 100% osobników zaliczonych do klasy 4 oraz 2 rośliny z klasy 3, czyli 66% (rys. 3). Rośliny charakteryzujące się odpornością lub małą podatnością na mączniaka jabłoni (klasy 0–2) nie wymagają prowadzenia ochrony w sadzie, tak więc uzasadnione jest pozostawienie tylko takich roślin do dalszej ich oceny pod względem innych cech użytkowych.



Rys. 3. Wyniki oceny polowej w sadzie w 2002 roku a obecność markera NZ28f04 wśród osobników z potomstwa Granny Smith × U 211. NZ28f04 + i – oznacza odpowiednio obecność i brak allele markera związanego ze wzrostem odporności na mączniaka

Fig. 3. Frequency distribution of individuals by class of powdery mildew resistance (results from the orchard in the year 2002) and presence of the NZ28f04 marker in the progeny Granny Smith × U 211. NZ28f04 + and – denote respectively presence and absence of a marker allele related to higher powdery mildew resistance

DYSKUSJA

Do badań zdecydowano się wziąć tylko jeden marker U 7: NZ28f04. Spośród markerów U 7 znajduje się on najbliższej piku QTL, a ponadto, jak wynika z prowadzonych badań, jeden marker wykazuje podobną skuteczność w MAS jak markery flankujące QTL (Zhou i in., 2003).

Selekcja prowadzona przy użyciu markera mikrosatelitarnego NZ28f04 pozwoliłaby na eliminację 33–72% roślin z klasy 3 (szkółka i sad) i 100% roślin z klasy 4 (sad). Podobne wyniki skuteczności selekcji wspomaganej markerami molekularnymi uzyskano dla markera QTL odporności na mączniaka winorośli (*Uncinula necator* (Schw.) Burr) (Dalbo i in., 2001), a także markerów QTL odporności na fuzariozę pszenicy (Zhou i in., 2003).

Stosunkowo dużo roślin zakwalifikowanych do klasy 3 na podstawie oceny fenotypowej ze szkółki z 2001 roku wykazało obecność allele NZ28f04 związanego ze wzrostem odporności na mączniaka. Rok ten jest równocześnie jedynym spośród pięciu analizowanych, w którym nie ujawnił się efekt działania QTL U 7 w potomstwie Idared × U 211 (Stankiewicz-Kosyl i in., 2005). Fakt ten jest prawdopodobnie wynikiem zaistnienia interakcji między QTL a czynnikami środowiska. Geny kontrolujące cechy ilościowe mogą

wykazywać różny stopień specyficzności wobec patogena (Caranta i in., 1997). Mączniak jabłoni, jak wiele innych patogenów roślin uprawnych, wykazuje zróżnicowanie w postaci ras fizjologicznych (Krieghoff, 1995). Podobną sytuację obserwowano dla odporności na parcha jabłoni, gdzie na mapie jabłoni utworzonej na bazie potomstwa Discovery × TNR 10-8 zlokalizowano 2 rodzaje QTL. Dwa z nich okazały się rasowo specyficzne, trzy warunkowały odporność na rasę 6 i 7, natomiast inne trzy na rasę 1 i 6 (Calenge i in., 2004).

Jako kolejny etap badań planuje się przekształcenie markerów AFLP innych QTL w klonie U 211 w markery SCAR i ustalenie ich przydatności w hodowli na innym tle genetycznym niż potomstwo Idared × U 211. Do czasu opracowania i potwierdzenia przydatności markerów innych QTL warunkujących odporność na mączniaka w klonie U 211 proponuje się połączenie dwóch metod selekcji: wyeliminowanie siewek nie posiadających markera NZ28f04, a następnie wysadzenie do szkółki i obserwacja pozostałych roślin. Podobne rozwiązanie przedstawiają Zhou i wsp. (2003) dla markerów QTL odporności na fuzariozę pszenicy.

Marker NZ28f04 może także posłużyć do odróżniania heterozygot od homozygot w locus markera. Osobniki posiadające 2 allele markera QTL związane ze wzrostem odporności wykazują niekiedy znacznie zmniejszoną wrażliwość na chorobę w porównaniu do osobników posiadających tylko 1 taki allel. Sytuację taką zaobserwowano m.in. dla roślin odpornych na fuzariozę pszenicy (Zhou i in., 2003), a także w przypadku odporności warunkowanej genem głównym, czego przykładem jest gen *Vf* warunkujący odporność na parcha jabłoni (Viviani i in., 1996).

WNIOSKI

1. Wyniki analizy przeprowadzonej z markerem NZ28f04 na potomstwie Granny Smith × U 211 potwierdzają stabilność QTL oznaczonego jako U7, zidentyfikowanego w potomstwie Idared × U 211.
2. Marker NZ28f04 może znaleźć zastosowanie w programach hodowlanych wykorzystujących jako źródło odporności na mączniaka klon U 211.

LITERATURA

- Borecki Z. 1987. Field susceptibility of 13 scab-resistant apple cultivars to apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha* /Ell. et Ev./ Salm.). Acta Agrobot. 40 (1-2):87 — 98.
- Briard M., Le Clerc V., Grzebelus D., Senalik D., Simon P. W. 2000. Modified protocols for rapid carrot genomic DNA extraction and AFLP analysis using silver staining or radioisotopes. Plant Mol. Biol. Rep. 18: 235 — 241.
- Calenge F., Faure A., Goerre M., Gebhardt C., van de Weg W. E., Parisi L., Durel C. E. 2004. A QTL analysis reveals both broad-spectrum and isolate-specific QTL for scab resistance in an apple progeny challenged with eight isolates of *Venturia inaequalis*. Phytopathology 94: 370 — 379.
- Caranta C., Levebvre V., Palloix A. 1997. Polygenic resistance of pepper to potyviruses consists of a combination of isolate specific and broad spectrum quantitative trait loci. Mol. Plant-Microbe Int. 10: 862 — 870.
- Dalbo M. A., Ye G. N., Weeden W. F., Wilcox W. F., Reisch B. I. 2001. Marker-assisted selection for powdery mildew resistance in grapes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126: 83 — 89.

- Fasoula V. A., Harris D. K., Boerma H. R. 2004. Validation and designation of quantitative trait loci for seed protein, seed oil and seed weight from two soybean populations. *Crop Sci.* 44: 1218 — 1225.
- Gadamski G., Ciarka D., Gawronski S. W. 1996. Molecular survey of Polish resistant biotypes of weeds. *Proc. Sec. Int. Weed Control Congress. Copenhagen*: 547 — 550.
- Guilford P., Prakash S., Zhu J. M., Rikkerink E., Gardiner S., Bassett H., Forster R. 1997. Microsatellites in *Malus × domestica* (apple) abundance, polymorphism and cultivar identification. *Theor. Appl. Genet.* 94: 249 — 254.
- Kolb F. L., Bai G. H., Muehlbauer G. J., Anderson J. A., Smith K. P., Fedak G. 2001. Host plant resistance genes for Fusarium head blight: mapping and manipulation with molecular markers. *Crop Sci.* 41: 611 — 619.
- Krieghoff O. 1995. Entwicklung einer In-vitro-Selektionsmethode auf Resistenz von *Malus*-Genotypen gegenüber *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. und In-vitro-Differenzierung von Virulenzunterschieden des Erregers. Ph D dissertation, Humboldt-Universität, Berlin.
- Pitera E. 2003. Przydatność klonu U 211 w hodowli odpornościowej jabłoni. *Rozprawy Naukowe i Monografie. Wyd. SGGW-AR Warszawa*.
- Rogers S. O., Bendich A. J. 1985. Extraction of DNA from miligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant. Mol. Biol.* 5: 69 — 76.
- Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 2nd edn. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
- Sewell M. M., Bassoni D. L., Megraw R. A., Wheeler N. C., Neale D. B. 2000. Identification of QTLs influencing wood property traits in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). I. Physical wood properties. *Theor. Appl. Genet.* 101: 1273 — 1281.
- Stankiewicz-Kosyl M., Pitera E., Gawronski S. W. 2005. Mapping QTL involved in powdery mildew resistance of the apple clone U 211. *Plant Breed.* 124: 63 — 66.
- Viviani A., Kellerhals M., Gianfranceschi L., Gessler C. 1996. Towards marker-assisted breeding of scab resistant apple cultivars. *Eucarpia Fruit Breeding Section Newsletter* 2: 25 — 26.
- Zhou W. C., Kolb F. L., Bai G. H., Domier L. L., Boze L. K., Smith N. J. 2003. Validation of major QTL for scab resistance with SSR markers and use of marker-assisted selection in wheat. *Plant Breed.* 122: 40 — 46.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Benon Gaziński	Polskie rolnictwo w Unii Europejskiej i niektóre doświadczenia pierwszego roku członkostwa Polish agriculture in the European Union and some experiences of the first year of the membership	3
Jan Kuś	Perspektywy rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce	15
Jarosław Stalenga	Prospects for development of different farming systems in Poland	
Jan Bocianowski	Porównanie pięciu miar zróżnicowania genetycznego polskich odmian pszenicy ocenianych na podstawie danych z analiz markerów mikrosatelitarnych	27
Lukasz Stępień	Comparison of five measures of genetic diversity of Polish wheats estimated on the basis of microsatellite markers	
Dariusz Zalewski	Ocena interakcji genotypowo-środowiskowej i stabilności plonowania odmian pszenicy ozimej	33
Ryszard Weber	Evaluation of genotype-environment interaction and yield stability of winter wheat varieties	
Andrzej Woźniak	Plonowanie i jakość ziarna pszenicy jarej uprawianej w zmianowaniach o różnym jej udziale	45
Dariusz Gontarz	Yielding and grain quality of spring wheat in crop rotations with different wheat participation	
Michał Staniszewski		
Marek Gos		
Danuta Drozd	Analiza reakcji genotypów pszenicy jarej na oddziaływanie promieniowania laserowego	57
Hanna Szajsner	Analysis of spring wheat reaction to laser radiation	
Tomasz Góral	Odporność odmian pszenicy ozimej na fuzariozę kłosów powodowaną przez <i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Smith) Sacc. Resistance of winter wheat cultivars to <i>Fusarium</i> head blight caused by <i>Fusarium culmorum</i> (W. G. Smith) Sacc.	63
Tomasz Góral	Ocena odporności rodów pszenicy ozimej i pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez <i>Fusarium culmorum</i> oraz odporności pszenżyta ozimego na mączniaka prawdziwego (<i>Blumeria graminis</i>) w 2005 roku. Komunikat Evaluation of resistance of winter wheat and winter triticale breeding lines to <i>Fusarium</i> head blight caused by <i>Fusarium culmorum</i> and resistance of winter triticale to powdery mildew (<i>Blumeria graminis</i>) in 2005. Short communication	79
Barbara Wiewióra	Wartość siewna, zdrowotność i skład chemiczny ziarna jęczmienia jarego przechowywanego w różnych warunkach Sowing value, health status and chemical composition of spring barley grain stored in diverse conditions	89
Agnieszka Grądzielewska	Charakterystyka niektórych cech ilościowych translokacyjnych rodów żyta (<i>Secale cereale</i> L. cv. Amilo × <i>Dasypyrum villosum</i> (L.) P. Candargy) Characterization of some quantitative traits in translocation rye strains (<i>Secale cereale</i> L. cv. Amilo × <i>Dasypyrum villosum</i> (L.) P. Candargy)	105

Agnieszka Stokłosa Jacek Kieć	Badania nad odpornością odmian botanicznych owsa głuchego (<i>Avena fatua</i> L.) na herbicydy z grupy inhibitorów ACC-azy Studies on resistance of wild oat (<i>Avena fatua</i> L.) varieties to herbicides from the group of ACC-ase inhibitors	121
Barbara Wiewióra	<i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem. — identyfikacja, biologia oraz znaczenie w uprawie zbóż <i>Bipolaris sorokiniana</i> (Sacc.) Shoem. — identification, biology and importance in cultivation of cereals	131
Wiesław Dzwonkowski	Polski handel zagraniczny ziemniakami i przetworami ziemniaczanymi po integracji z Unią Europejską Polish foreign trade in potatoes and potato products after the European Union accession	141
Jacek Chotkowski	Perspektywy produkcji ziemniaków w Polsce w opiniach przedsiębiorstw nasiennych The perspectives of potato production in Poland in seed companies' opinion	153
Bogdan Klepacki Elżbieta Szymańska	Zmiany w wykorzystaniu ziemniaków na pasze w Polsce Changes in the use of fodder potatoes in Poland	161
Franciszek BorówczaK Katarzyna Rębarz	Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy ziemniaka odmiany Ania Production and economic effects of various cultivation intensity of potato cv. Ania	175
Franciszek BorówczaK Katarzyna Rębarz	Wpływ uprawy o różnej intensywności na wielkość i skład chemiczny bulw ziemniaka odmiany Ania The effects of different cultivation intensity on size and chemical composition of tubers in potato cv. Ania	185
Anna Przetakiewicz	<i>Ralstonia solanacearum</i> — sprawca szluzaka roślin psiankowatych <i>Ralstonia solanacearum</i> — the causative agent of brown rot of solanaceous species	195
Teresa Pastuszewska Sebastian Brzozowski	Diagnostyka latentnej formy bakteriozy pierścieniowej ziemniaka (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i> [Spieckermann & Kotthoff] Davies et al.). Test patogeniczności na bakłazanie (<i>Solanum melongena</i> L.) The diagnosis of latent form of potato ring rot (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>). Pathogenicity test on eggplants (<i>Solanum melongena</i> L.)	205
Andrzej Wójtowicz Erich Jörg	Ocena wiarygodności i przydatności komputerowej symulacji rozwoju populacji stonki ziemniaczanej (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) prowadzonej za pomocą programu SimLep 3 Validation and usefulness of Colorado potato beetle development simulations, performed by the system SimLep 3	217
Henryk Cichy Alicja Cicha Michał Starzycki Wojciech Rybiński	Wpływ obsady roślin na plonowanie rzepaku ozimego The effect of plant density on yielding of winter oilseed rape	225
Krzysztof Klimont	Wpływ biostymulacji światłem lasera na wartość siewną nasion i plon wybranych roślin uprawnych The effects of biostimulation by laser irradiation on sowing value of seeds and yield of some crop plants	233

Małgorzata Wyrzykowska Czesław Stankiewicz	Wielowymiarowa analiza zmienności cech rolniczych różnych form lucerny mieszańcowej (<i>Medicago sativa ssp. media</i>) A multidimensional analysis of variability in agronomic traits for different forms of lucerne (<i>Medicago sativa ssp. media</i>)	243
Joanna Marcinkowska Jarosław Kuczkowski	Porażenie wybranych odmian wąsolistnych grochu siewnego przez patogeny w zależności od zwartości ładu Infection of some semi-leafless field pea cultivars by pathogens depending on plot density	253
Tadeusz Łuczkiwicz Jerzy Nawracała Małgorzata Strybe Karolina Satkiewicz	Analiza genetyczna kilku cech ilościowych związanych z regeneracją lnianki siewnej (<i>Camelina sativa</i> L.) w warunkach kultur <i>in vitro</i> Genetic analysis of several quantitative traits linked with regeneration of false flax (<i>Camelina sativa</i> L.) in <i>in vitro</i> tissue cultures	261
Danuta Martyniak	Reakcja odmian <i>Festuca rubra</i> L. na zróżnicowaną gęstość siewu w uprawie na nasiona i na trawniki The reaction of cultivars of <i>Festuca rubra</i> L. to different sowing rates in cultivation for seed and for turf	267
Barbara Wiewióra Maria Prończuk	Porównanie metody mikroskopowej i immunologicznej do wykrywania grzybów endofitycznych w nasionach traw Comparison of aniline blue staining and immunoblotting methods for detecting endophytic fungi in grass seeds	277
Barbara Wiewióra Maria Prończuk Anna Ostrowska	Infekcja nasion traw przez endofity w kolejnych latach użytkowania plantacji The infestation of seed of grasses by endophytes in successive years of harvesting	285
Marta Stankiewicz-Kosyl Emilian Pitera Stanisław W. Gawroński	Przydatność markera QTL w hodowli jabłoni odpornej na mączniaka (<i>Podosphaera leucotricha</i> (Ellis et Ev.) Salm.) The usefulness of a QTL marker in breeding for apple powdery mildew resistance	295