



Strąki soi

Fot. Lech Boros

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 220/2001



Strąki soi. Fot. *Lech Boros*

RADZIKÓW 2001
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),
JAN BOJANOWSKI, SŁAWOMIR PROŃCZUK, MARIA RAKOWSKA,
STANISŁAWA ROZTROPOWICZ-SZKUBEL, ZYGMUNT STASZEWSKI, JERZY SZYRMER,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

Redaktor techniczny
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

TERESA ORLIKOWSKA
KATARZYNA WIEJACHA
AGNIESZKA MARASEK

Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, Skierniewice

Identyfikacja roślinnych mieszańców oddalonych — przegląd metod*

Identification of plant distant hybrids — methods review

Krzyżowanie międzygatunkowe i międzyrodzajowe jest ważną metodą we współczesnej hodowli. Celem tego krzyżowania jest najczęściej włączenie genów z form nieuprawnych do materiału hodowlanego, warunkujących lepszą zdolność przystosowawczą do niesprzyjających warunków uprawy i odporność na czynniki patogeniczne. W wyniku krzyżowania oddalonego mogą zaistnieć warunki do powstawania zarodków apomiktycznych oraz do eliminacji całego lub części genomu jednego, albo obojga partnerów. Dlatego jest ważne, aby jak najwcześniej zweryfikować status genetyczny powstających siewek lub zregenerowanych roślin. Weryfikację można prowadzić wykorzystując uprzednio opracowane markery. W tej pracy omówiono metody testowania mieszańców oddalonych na podstawie markerów morfologicznych, cytologicznych i molekularnych.

Słowa kluczowe: identyfikacja, markery cytologiczne, markery molekularne, markery morfologiczne, mieszańce oddalone

Interspecific and intergeneric hybridization is a method of high importance in modern plant breeding. The goal of distant hybridization is introduction of genes to breeding materials from wild species, which code for resistance to non-favourable agricultural conditions and to pathogenic factors. In course of distant hybridization conditions may occur for formation of apomictic embryos, as well as for elimination of the whole genome of one partner or a part of chromosomes of one or both partners. For this reason, it is important to verify genetic status of arising seedlings or regenerants as early as possible. Such verification can be performed using markers established earlier by means of diverse methods. In this paper several methods of verification are discussed based on morphological, cytological and molecular markers.

Key words: identification, cytological markers, molecular markers, morphological markers, distant hybrids

* Praca została wykonana w ramach projektu badawczego KBN 756/P06/98/14

WPROWADZENIE

Krzyżowanie roślin jest podstawową metodą w tworzeniu nowych odmian. Lepsze poznanie i możliwość kontrolowania biologii zapylania i zapłodnienia znacznie zwiększyły skuteczność krzyżowania generatywnego odległych taksonów. Dzięki tej wiedzy można w znacznym stopniu ingerować w proces zapłodnienia i omijać naturalne bariery niezgodności przez usuwanie znamienia lub skracanie słupka, nanoszenie pyłku na kanał słupka lub bezpośrednio do zalążni, inaktywację enzymów znamienia w wysokiej temperaturze, aplikację regulatorów wzrostu (auksyny, gibereliny lub cytokininy) na znamię lub zalążnię, wreszcie przez umożliwienie rozwoju wyizolowanego zarodka w warunkach *in vitro* (Zenkeler, 2001). Inną metodą omijania barier krzyżowania jest łączenie protoplastów (komórek wegetatywnych albo generatywnych pozbawionych ścian) lub fragmentów komórek w warunkach *in vitro*. W ten sposób można otrzymać mieszańce somatyczne lub gametosomatyczne.

Krzyżowanie współczesnych odmian z formami dziko rosnącymi tego samego lub pokrewnego gatunku jest ważną metodą, dzięki której można otrzymać materiał hodowlany posiadający geny związane z odpornością na patogeny i niesprzyjające warunki uprawy. Geny te, obecne w gatunkach nie udomowionych, które w wielu przypadkach wchodziły w skład mieszańców pierwotnych — przodków dzisiejszych odmian, zostały wyeliminowane w drodze dotychczasowej jednostronnej selekcji, ukierunkowanej na wydajność poszczególnych organów lub składników suchej masy oraz na jakość zewnętrzną. Literatura na temat krzyżowania oddalonego jest bogata. Została zebrana m.in. w opracowaniu książkowym Belea (1992). Obszerne opracowania w literaturze polskiej znajdują się m.in. w publikacjach Niemirowicz-Szczytt i Malepszego (1989) oraz Kucharskiej i Orlikowskiej (1997).

Nie wszystkie siewki lub pędy zregenerowane z kalusującego zarodka otrzymanego z krzyżowania są mieszańcami. Niektóre rodzaje i gatunki, np. *Lilium regale* (North i Wills, 1969), *Manihot esculentum* (Nassar i in., 1998), *Ribes* (Keep, 1975) są skłonne do apomiksji — rozwoju zarodka z matecznych komórek woreczka zalążkowego, szczególnie w wyniku zapylania pyłkiem niezgodnym lub niepłodnym. Możliwość wystąpienia apomiksji, niekontrolowanych zapyleń, które mogą zdarzyć się nawet przy stosowaniu bardzo restrykcyjnych procedur krzyżowania oraz powstawanie homokariocytów w wyniku fuzji protoplastów, powodują potrzebę potwierdzenia mieszańcowego charakteru pojedynków, przeznaczonych do dalszych prac hodowlanych. W wielu przypadkach mieszańcowy charakter siewek można rozpoznać dzięki markerom morfologicznym, ujawniającym się we wczesnym stadium rozwoju. Czasem jednak identyfikacja mieszańców jest możliwa dopiero na podstawie zachowania roślin ujawniającego się w reakcji na specyficzne warunki lub na podstawie cech kwiatów lub owoców. W przypadku roślin o długim okresie juvenilnym oznacza to kilkuletnią lub nawet wieloletnią bezowocną pielęgnację roślin, które nie są spodziewanymi mieszańcami. Ich identyfikację można prowadzić na podstawie cech markerowych form rodzicielskich, obserwowanych na różnych poziomach organizacyjnych roślin — morfologicznym, cytologicznym lub molekularnym. Zostaną one kolejno omówione w tym opracowaniu.

MARKERY MORFOLOGICZNE

Identyfikacja mieszańców na podstawie markerów morfologicznych to sposób najbardziej oczywisty i najłatwiejszy pod warunkiem, że cechy morfologiczne (np. kolor okrywy nasiennej, liścieni, kwiatu, kształt liści, pokrój i wysokość roślin, powierzchnia liści lub pędów) są wyraźnie zróżnicowane u krzyżowanych partnerów, co często występuje w grupach oddalonych systematycznie. Takiego zróżnicowania można spodziewać się nie tylko w odrębnych gatunkach lub rodzajach, ale także pomiędzy znacznie różniącymi się grupami odmian, np. pomiędzy liliami azjatyckimi i orientalnymi. Przekonującym dowodem na charakter mieszańcowy roślin z krzyżowania generatywnego jest przede wszystkim odziedziczenie cech charakterystycznych dla formy ojcowskiej albo wystąpienie ich w formie pośredniej. Markerami dla mieszańców somatycznych muszą być cechy obojga rodziców lub pośrednie. W tabeli 1 podano przykłady zastosowania morfologicznych cech markerowych, używanych do wyselekcjonowania mieszańców oddalonych generatywnych i somatycznych.

Tabela 1

Dziedziczenie cech morfologicznych w mieszańcach oddalonych
Inheritance of morphological traits in distant hybrids

Formy rodzicielskie Parental forms	Dziedziczenie cech markerowych Inheritance of marker traits			Autorzy Authors
	pośrednie intermediate	po matce maternal	po ojcu paternal	
1	2	3	4	5
<i>Acer griseum</i> × <i>A. maxi</i> <i>mowitchianum</i>	powierzchnia i kształt liści leaf shape and area	łuszczenie kory bark peeling off	szerokość i długość liści, przebarwienie jesienne liści leaf width and length autumn colour change	Joung i in. (2001)
<i>Aegilops</i> (3 species) × <i>Secale cereale</i>	morfologia roślin plant morphology		omszenie dokłosa neck pubescence	Wojciechowska (1996)
<i>Avena strigosa</i> × <i>A. magna</i>	kształt wiechy, kolor plewy panicle shape, lemma colour	liczba płodnych kwiatków w kłosku number of fertile flowers per spikelet	liczba kwiatków w kłosku number of flowers per spikelet	Ladizinsky (2000)
<i>Brassica carinata</i> × <i>Sinapis turgida</i>	morfologia liści, kwiatostanów i kwiatów, budowa epidermy morphology of leaves, inflorescences and flowers, structure of epidermis			Momotaz i in. (1998)
<i>Brassica oleracea</i> + <i>Camelina sativa</i>	szerokość liści leaf width			Hansen (1998)
<i>Brassica oleracea</i> + <i>Capsella bursa-pastoris</i>	morfologia rośliny i kwiatu plant and flower morphology			Sigareva i Earle (1999)
<i>Brassica oleracea</i> + <i>Armoracia rusticana</i>		morfologia kwiatostanu inflorescence morphology	morfologia ogonków liściowych petiole morphology	Navratilova i in. (1997)
<i>Cucurbita pepo</i> × <i>C. martinii</i>	morfologia liści i kwiatów leaf and flower morphology		odporność na mączniaka i CMV mildew and CMV mildew and CMV	Metwally i in. (1996)

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5
<i>Dianthus chinensis</i> + <i>D. barbatus</i>	barwa i wzór płatków kwiatowych color and pattern of petals	zdolność do regeneracji po <i>D. chinensis</i> regeneration capacity after <i>D. chinensis</i>		Nakano i Mii (1993 a)
<i>Erucastrum abyssinicum</i> × <i>Brassica oleracea</i>	morfologia liści leaf morphology		barwa kwiatów flower color	Sarmah i Sarla (1998)
<i>Glycine max</i> × <i>G. tomentella</i>	morfologia liści leaf morphology		płożący pokrój decumbent habit	Chung i Kim (1990)
<i>Helianthus annuus</i> + <i>H. maximiliani</i>	wysokość pędu, morfologia liści, wielkość kwiatostanu shoot length, leaf morphology, inflorescence size	kształt nasion, kształt kwiatów języczkowych po <i>H. annuus</i> seed shape, shape of ligular flowers after <i>H. annuus</i>	wieloletniość po <i>H. maximiliani</i> perennial character after <i>H. maximiliani</i>	Henn i in. (1998)
<i>Hordeum vulgare</i> + <i>Daucus carota</i>			morfologia rośliny po <i>Daucus carota</i> plant morphology after <i>Daucus carota</i>	Kisaka i in. (1998 a)
<i>Hydrangea macrophylla</i> × <i>H. arborescens</i>	morfologia pędu, budowa epidemy stem morphology, epidermal structure			Kudo i Niimi (1999)
<i>Impatiens hookeriana</i> × <i>I. campanulata</i>	wielkość roślin plant size	morfologia kwiatu flower morphology		Arisumi (1980)
<i>Lilium longiflorum</i> × <i>L. callosum</i>	wielkość kwiatów flower size		barwa płatków petal color	Roh i in. (1996a)
<i>Lilium nobilissimum</i> × <i>L. regale</i>	morfologia liści, termin wybijania pędów i zakwitania leaf morphology, term of shoot sprouting and flowering		morfologia ogonka liściowego, ustawienie horyzontalne kwiatu petiole morphology, horizontal flower attachment	Obata i in. (2000)
<i>Lilium lankongense</i> × <i>L. davidii</i>		pokrój pędu shoot habit	owłosienie brzegów liści hairy leaf margins	North i Wills (1969)
<i>Limonium sinuatum</i> × <i>L. perezii</i>	morfologia liści i kwiatów leaf and flower morphology	wysokość i pokrój rośliny plant habit and height	barwa okwiatu flower color	Morgan i in. (1998)
<i>Lycopersicon esculentum</i> + <i>Solanum tuberosum</i>	morfologia liścia, kwiatu i kwiatostanu leaf, flower and inflorescence morphology			Gavrilenko i in. (1992)
<i>Oryza sativa</i> + <i>Hordeum vulgare</i>		morfologia rośliny po <i>Oryza sativa</i> plant morphology after <i>Oryza sativa</i>	szerokość liści po <i>Hordeum vulgare</i> leaf width after <i>Hordeum vulgare</i>	Kisaka i in. (1998 b)
<i>Sorghum bicolor</i> × <i>Saccharum officinarum</i>	długość liści, liczba międzywęźli leaf length, no. of internodes	kształt języczka, długość międzywęźli, obecność korzeni powietrznych ligular shape, length of internodes, presence of aerial roots	ogólna morfologia general morphology	Nair (1999)
<i>Vigna unguiculata</i> × <i>V. vexillata</i>	kształt liści, kolor strąka i okrywy nasiennej leaf morphology, pod and seed coat colour		owłosienie pędów, liści i strąków stem, leaf and pod hairiness	Gomathina- yagam i in. (1998)

Szczególnym przypadkiem jest weryfikacja mieszańców na podstawie wysokiego potencjału regeneracyjnego roślin mieszańcowych, obserwowanego w warunkach *in vitro*. W rodzaju *Helianthus* jest on dziedziczony po dziko rosnących gatunkach, takich jak *H. mollis*, *H. giganteus*, *H. strumosus*, *H. decapetalus* (Weber i in., 2000). Mieszańce odmian uprawnych skrzyżowane z tymi gatunkami wytwarzały pędy o bardzo wysokiej zdolności do regeneracji zarówno pędów kątowych, jak i przybyszowych.

MARKERY CYTOLOGICZNE

Cechami markerowymi, obserwowanymi w preparatach mikroskopowych, mogą być: wielkość całego genomu, liczba, wielkość i morfologia chromosomów, zdolność do barwienia jąder ziaren pyłku, konfiguracje meiotyczne i hybrydyzacja DNA jądrowego z sondami specyficznych frakcji DNA lub DNA ogólnego.

Wielkość genomu, liczba i morfologia chromosomów mitotycznych

Podstawą identyfikacji mieszańców *Brassica napus* × *B. juncea* (Bajaj i wsp., 1986), *Aegilops* sp. ($2n = 28$) × *Secale cereale* ($2n = 14$) (Wojciechowska, 1996) oraz *Limonium perezii* ($2n = 14$) × *L. sinuatum* ($2n = 16$) (Morgan i wsp., 1998) była liczba chromosomów, oznaczona w merystemach wierzchołkowych korzeni. Było to możliwe, ponieważ formy rodzicielskie miały różne poziomy ploidalności lub różne liczby podstawowe chromosomów. Mieszańce generatywne F_1 powinny posiadać sumę chromosomów komórek gametycznych, natomiast mieszańce somatyczne sumę chromosomów występujących w protoplastach. Liczba chromosomów większa od spodziewanej w mieszańcach generatywnych jest rezultatem sporadycznie występującego braku redukcji liczby w gametach. Taki przypadek opisano dla krzyżowania *Lilium longiflorum* z *L. concolor* ($2n = 24$), gdzie otrzymano mieszańce diploidalne i triploidalne (Fernandez i in., 1996). Mieszaniec somatyczny *Hordeum vulgare* ($2n = 14$) + *Oryza sativa* ($2n = 12$) posiadał 26 chromosomów (Kisaka i in., 1998 b.), natomiast w wyniku połączenia komórek somatycznych *N. tabacum* ($2n = 4x = 48$) z gametami *N. glutinosa* ($n = x = 12$) otrzymano rośliny gametosomatyczne o 60 chromosomach (Giddings i Rees, 1992). Często jednak liczba chromosomów jest znacząco różna od spodziewanej. Dla przykładu, w komórkach mieszańca *Hydrangea macrophylla* ($2n = 52$) × *H. arborescens* ($2n = 38$) stwierdzono $2n = 42$ chromosomy (Kudo i Niimi, 1999). W tym przypadku aneuploidalność mogła być spowodowana destabilizacją kalusa (otrzymanego z wyizolowanego zarodka), z którego mieszaniec został zregenerowany. Eliminacja chromosomów w kolejnych podziałach komórek powstałych z fuzji protoplastów roślin odległych filogenetycznie jest zjawiskiem częstym, związanym ze zróżnicowaną długością cyklu komórkowego lub/i brakiem powinowactwa do wrzeciona podziałowego (Rogalska, 1999). W wielu przypadkach u mieszańców somatycznych stwierdzano mniej chromosomów niż wynosi suma chromosomów partnerskich. Dla przykładu, mieszaniec powstały z połączenia protoplastów komórek somatycznych *Dianthus chinensis* ($2n = 30$) + *D. barbatus* ($2n = 30$) posiadał $2n = 52$ chromosomy (Nakano i Mii, 1993 a). Mieszańce *Medicago truncatula* ($2n = 16$) + *M. scutellata* ($2n = 30$) miały liczbę chromosomów $2n = 16$ lub $2n = 26$, a ich fenotyp przypominał *M. truncatula* (Tian i Rose, 1999). Całkowita eliminacja chromosomów jednego z partnerów, prowadząca do otrzymania czystych haploidów jednej z form rodzicielskich, może

być spowodowana genetycznymi właściwościami i najlepiej została poznana w krzyżowaniach z *Hordeum bulbosum* (Jensen, 1977).

Do weryfikacji mieszańców może także służyć porównanie wielkości genomów, oznaczanych w jądrach 2C, za pomocą np. cytometrii przepływowej. W mieszańcach generatywnych można spodziewać się wartości pośrednich DNA. W cytowanej powyżej pracy Morgan i wsp. (1998) analiza wielkości genomów wykazała dla *L. perezii*, *L. sinuatum* i mieszańca kolejno 8,69, 6,42 i 7,59 pg DNA. W mieszańcu somatycznym *Camelina sativa* + *Brassica oleracea* ilość DNA w jądrach 2C była sumą ilości DNA charakterystycznego dla jąder komórek wegetatywnych form rodzicielskich — 1,52, 1,29 i 2,83 (Hansen, 1998).

Przy nieodróżnianej liczbie chromosomów, identyfikację mieszańców można prowadzić na podstawie rozmiarów chromosomów. Dla przykładu, chromosomy jęczmienia są kilka razy dłuższe niż ryżu, co ułatwiło potwierdzenie prawdziwości mieszańca *Oryza sativa* + *Hordeum vulgare* (Kisaka i in., 1998 b) oraz mieszańca *Cucurbita pepo* × *C. martinii*, choć w tym przypadku różnice pomiędzy chromosomami są znacznie mniejsze (Metwally i in., 1996). Przy niewielkich różnicach, które są charakterystyczne np. dla gatunków tytoniu, porównywano całkowitą długość wszystkich chromosomów należących do genomów partnerskich (Giddings i Rees, 1992).

Chromosomy niektórych gatunków wykazują duże zróżnicowania morfologiczne, wynikające z położenia przewężenia pierwotnego — centromeru, dzielącego chromosom na ramiona różnej długości oraz z obecności i położenia przewężeń wtórnych, oddzielających odcinki satelitarne na ramionach. Te cechy były uwzględniane przy sporządzaniu kariotypów form rodzicielskich, służących do identyfikacji mieszańców międzygatunkowych w rodzajach *Lilium* (Uhring, 1968; Fernandez i in., 1996; Obata i in., 2000; Marasek i Orlikowska, 2001); *Astroemeria* (Rustanius i in., 1991) i *Clivia* (Ran i in., 1999).

Konwencjonalne techniki barwienia (odczynnik Shiffa, orceina, karmin) nie ujawniają różnic pomiędzy morfologicznie podobnymi lub małymi chromosomami, gdzie pozycje przewężeń są trudne do obserwacji, jak np. w rodzaju *Citrus* (cyt. za Miranda i in., 1997) czy *Ribes* (Keep, 1962; Marasek i Orlikowska, inf. ustna). Rozwój technik umożliwiających różnicowanie podłużne chromosomów przez ujawnianie intensywnie wybarwionych prążków poprzecznych dostarczył dodatkowych markerów, ułatwiających identyfikację genotypów. Jedną z nich jest technika prążków Ag-NOR (nucleolus organizer), która polega na wybarwianiu solami srebra regionów jąderkotwórczych (Hizume i in. 1980). Prążki Ag-NOR są zlokalizowane na ogół w miejscach przewężeń wtórnych (Matsui i Sasaki, 1973). Zróżnicowanie Ag-NOR było wykorzystane m.in. do identyfikacji mieszańców międzygatunkowych lili (Smyth i in., 1991), passiflory (Barbosa i Vieira, 1997) i chromosomowych linii addycyjnych zbóż (Santos i in., 1984).

Najczęściej stosowaną metodą wyznaczania pojedynczych chromosomów markerowych jest analiza obecności i położenia prążków C. Powstają one w wyniku usunięcia niektórych frakcji chromatyny przez wytrawianie zasadami, kwasami lub DNAzą i wybarwienie pozostałej treści chromosomów odczynnikami Giemsy. W ten sposób identyfikowano np. mieszańce lili (Smyth i Kongsuwan, 1980; Smyth, 1991; Marasek i Orlikowska, 2001), chromosomy żyta w liniach addycyjnych pszenżyta (Darvey i Gustafson, 1975) oraz analizowano kariotypy gatunków rodzaju *Clivia* (Ran i in., 1999). Metoda prążków C jest szczególnie

przydatna w badaniach nad mieszańcami żyta z pszenicą, ponieważ wzory prążkowe tych gatunków znacznie się różnią (Rogalska, 1999). Inną metodą różnicowania chromosomów jest wybarwianie prążków N, które podobnie jak prążki C odzwierciedlają lokalizację heterochromatyny konstytutywnej (Gill i in., 1991). Duży postęp w badaniach nad małymi i nieodróżnionymi morfologicznie chromosomami nastąpił w wyniku zastosowania barwień fluorescencyjnych, generujących prążki Q (po barwieniu quinakryną), DAPI (barwienie 4'-6-diamidyno-2-fenylindolem) lub CMA (chromomycyną A3), które tak jak prążki C są specyficznym rozmieszczone na chromosomach poszczególnych genotypów i mogą służyć do ich identyfikacji. Barwienia fluorescencyjne wykorzystano, m.in. do analizy cytogenetycznej gatunków *Brassica* (Hasterok i Małuszyńska, 1997) oraz do weryfikacji i charakteryzacji mieszańców międzygatunkowych w rodzaju *Citrus* (Miranda i in., 1997).

Konfiguracje meiotyczne i płodność pyłku

Chromosomy mieszańców międzygatunkowych na ogół wykazują brak lub niewielką homologię, co utrudnia lub uniemożliwia ich koniugację w mejozie. W metafazie obserwuje się wówczas obecność uniwalentów, a w anafazie chromosomy opóźnione. Nieprawidłowości w podziale meiotycznym były podstawą do identyfikacji mieszańców *Vigna unguiculata* × *V. vexillata* (Gomathinayagam i in., 1998), *Cucurbita pepo* × *C. martinii* (Metwally i in., 1996), *Erucastrum abyssinicum* × *Brassica oleracea* (Sarmah i Sarla, 1998), *Aegilops sp.* × *Secale cereale* (Wojciechowska, 1996). Zakłócenia w przebiegu mejozy prowadzą do powstawania nieplodnego pyłku i jest to kolejna cecha, która pomaga zweryfikować mieszańce oddalone (Arisumi, 1985; Wojciechowska, 1996; Ha i in., 1998; Morgan i in., 1998; Sarmah i Sarla, 1998; Choudhary i in., 2000). W przypadku, gdy krzyżowane genotypy wykazują dużą homologię chromosomów, w mejozie obserwuje się asocjacje biwalentne, a w mieszańcach somatycznych biwalentne, tetrawalentne lub triwalentne (w zależności od poziomu ploidalności partnerów), a płodność pyłku może nie być znacząco obniżona (Barbosa i Vieira, 1997).

Hybrydyzacja *in situ*

Metodą łączącą techniki molekularne i cytologiczne jest hybrydyzacja *in situ*. Metoda ta polega na przyłączaniu sondy DNA do homologicznego dla niej DNA w komórkach osadzonych na szkiełkach mikroskopowych (fluorescent *in situ* hybridization — FISH). Sondy sporządza się z dowolnych fragmentów DNA lub z całkowitego DNA partnerów (genomic *in situ* hybridization — GISH). Znakowanie wykonuje się najczęściej barwnikami fluorescencyjnymi, które wiążą się bezpośrednio z nukleotydami — rodaminą, kumaryną, fluoresceiną, 4'-6-diamidyno-2-fenylindolem (DAPI), chromomycyną lub quinakryną, a miejsca hybrydyzacji można obserwować w mikroskopie fluorescencyjnym, stosując filtry właściwe dla danego barwnika. DNA można także znakować biotyną lub digoksygeniną, wówczas miejsca hybrydyzacji są wykrywane za pomocą awidyny lub antydigoksygeniny, połączonych z cząsteczkami fluoryzującymi lub enzymami wytrącającymi chromogeniczny substrat (Schwarzacher i in., 1994). Ta metoda pozwala na określenie liczby chromosomów każdego z partnerów, a w kolejnych pokoleniach generatywnych także obecności oraz pozycji translokacji (Zwierzykowski i in., 1998; Molnár-Láng i in., 2000). Do weryfikacji mieszańców pierwotnych wystarcza analiza jąder późnej profazy, w których widać obecność kolorów sondy. Mieszańce pierwotne lub wtórne zweryfikowano w ten sposób w krzyżowaniach

międzygatunkowych w obrębie rodzajów *Allium* (Khrustaleva i Kik, 1998), *Lilium* (Lim i in., 2000; Marasek, i in., inf. ustna) oraz międzyrodzajowych *Hordeum chilense* × *Secale africanum* (Ananthawat-Jonsson i in., 1990)

MARKERY MOLEKULARNE

Markerami molekularnymi mogą być związki chemiczne, których obecność lub ilość w tkankach jest charakterystyczna dla genotypu. Mogą to być specyficzne białka lub izoformy białek, a szczególnie izoenzymy (Gavrilenko i in., 1992), cukry (Roh i in., 1996 b), fenole (Li i in., 1995) lub olejki lotne (Rodov i in., 1996). Mechanizm powstawania białek enzymatycznych sterujących biosyntezą analizowanych związków jest uruchamiany przez sekwencje rozwojowe lub w wyniku zaindukowania czynnikami zewnętrznymi. Z tego powodu niedogodnością wykorzystywania markerów będących rezultatem aktywności genów jest uzależnienie wyniku badania od warunków wzrostu, rodzaju tkanki, stadium rozwoju i stanu fizjologicznego rośliny. Radykalnym sposobem weryfikacji jest stosowanie markerów DNA (Pinto i in., 1995) — związku przenoszącego informację genetyczną, który jest najbardziej stały, obecny w każdej komórce i który nie musi być aktywny w czasie analizy.

Markery oparte na analizie cukrów i fenoli

Zawartość monocukrów mannozy i galaktozy w wydzielinie znamienia była cechą markerową w identyfikowaniu mieszańców *Lilium longiflorum* × *L. × elegans*. W mieszańcu stwierdzano wartości pośrednie pomiędzy formami rodzicielskimi, ale tylko wtedy, gdy analizę wykonywano na kwiatach z dużych cebul (Roh i in., 1996 b). Z tego powodu metoda ta była nieprzydatna do wczesnej identyfikacji mieszańców. Przeciwnie, analiza flawonoidów za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) w potomstwie w/w partnerów wykazała, że profile mieszańców różniły się znacznie od rodzicielskich, a analiza mogła być wykonana w każdej fazie rozwoju roślin lili — w liściach, a nawet kalusie, z którego mieszańce zregenerowały. Markerem służącym do odróżnienia mieszańców irysa były proporcje barwników malwidyny i petunidyny. W formach rodzicielskich — *Iris ensata* i *I. laevigata* proporcje tych antocjanów oscylowały wokół 1:1, podczas gdy w mieszańcach autoallotetraploidalnych wynosiły 2:1 (Yabuya i Noda, 1998). Mieszańce somatyczne *Medicago sativa* + *Onobrychis vicifolia* weryfikowano na podstawie obecności w liściach tanin skondensowanych (Li i in., 1995). Związki te występują naturalnie w sparcecie, a pożądane są także w lucernie. Analiza ilościowa tanin była możliwa w wyniku barwienia liści aldehydem dwumetylo-aminocynamonowym (DMACA), a następnie pomiarów spektrofotometrycznych. Polifenole wykazują dużą zmienność strukturalną i ilościową nawet w różnych tkankach tej samej rośliny. Dlatego ważne jest określenie, który organ najlepiej charakteryzuje skład fenoli. Dla śliw mogą to być liście i owoce (Groh i in., 1994), dla pelargonii liście, a dla róży kora (Bauer, 1993). Analiza wymienionych związków może być wykonana za pomocą chromatografii cieczowej, spektrofotometrii UV lub magnetycznego rezonansu jądrowego. Technikę wykorzystującą magnetyczny rezonans zastosowano do odróżniania gatunków i mieszańców lili na podstawie stopnia uwodnienia łusek cebulowych (Roh i in., 1996 a).

Markery oparte na analizie białek konstytutywnych i enzymatycznych

Typowanie markerów na podstawie własności fizyko-chemicznych białek polega na rozdzieleniu elektroforetycznym ekstraktu białkowego i porównaniu obrazu rozdziału form rodzicielskich i badanego przypuszczalnego mieszańca. W przypadku wystąpienia na ścieżce elektroforetycznej weryfikowanego genotypu prążków charakterystycznych dla formy ojcowskiej, można wykluczyć zjawisko apomiksji i potwierdzić status mieszańcowy. Analiza fazeoliny była np. zastosowana do wykrywania przekrzyżowań w populacjach fasoli (Ferreira i in., 2000). Obecność enzymu chitynazy była podstawą do potwierdzenia mieszańcowości kalusa, powstałego z połączenia protoplastów cytryny i mieszańca pomarańczy z mandarynką, dawcy genu kodującego odporność na choroby grzybowe (Deng i in., 1994).

Jako markery są najczęściej typowane te enzymy, wśród których obserwuje się duży polimorfizm. Wynika on z tego, że enzymy są kodowane przez więcej niż jeden gen. Wraz ze wzrostem liczby genów kodujących dany enzym, wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia mutacji, która powoduje zmianę w składzie aminokwasowym białka. Nawet jeden aminokwas w łańcuchu peptydowym może spowodować zmianę konformacji natywnego białka i zmienić jego mobilność w czasie elektroforezy. Enzymy o tych samych zdolnościach katalitycznych, ale różniące się właściwościami fizykochemicznymi, nazywane są izoenzymami (izozymami). Różnice w zestawie izoenzymów pozwalają na wyodrębnienie jednostek markerowych dla genotypów rodzicielskich i mieszańca, powstałego zarówno z krzyżowań oddalonych, jak i wewnątrzgatunkowych. Warunkiem koniecznym, aby można było zastosować tę metodę, jest obecność w formach rodzicielskich różnych wariantów allelicznych i ekspresja u spodziewanego mieszańca obu tych białek (Szklarczyk, 1996). Metwally i wsp. (1996) wykazali, że do weryfikacji mieszańca na podstawie polimorfizmu peroksydazy i albuminy konieczne jest nagromadzenie w tkance wystarczającej ilości enzymu, który na dodatek nie może posiadać wysokiego stopnia zakonserwowania ewolucyjnego.

Czynnikiem decydującym o wyborze konkretnych enzymów do analizy, jest ich rola w metabolizmie rośliny i powszechność występowania. Do identyfikacji mieszańców międzygatunkowych *Lilium* (Fernandez i in., 1996), *Vigna* (Gomathinayagam i in., 1998), międzyrodzajowych *Erucastrum abyssinicum* × *Brassica oleracea* (Sarmah i Sarla, 1998) oraz *Brassica* i *Sinapsis* (Momotaz i in., 1998) stosowano rozdział izoenzymów esterazy, peroksydazy i kwaśnej fosfatazy. Rozdział oksydaz polifenolowej i amonowej oraz liazy fenyloalaninowej zastosowano do weryfikacji mieszańców *Vigna* (Gamathanayagan i in., 1998), dehydrogenazy maleinianowej i izomerazy fosfoglukonowej do weryfikacji mieszańców róż (Kim i Byrne, 1996), a dehydrogenazy glutaminianowej do weryfikacji mieszańca somatycznego goździka i gipsówki (Nakano i Mii, 1993 a).

Analiza polimorfizmu enzymów jest metodą wiarygodną i skuteczną w wielu przypadkach. Warunkiem powodzenia jest wyizolowanie ekstraktu białkowego z tych części roślin, w których następuje ekspresja genów kodujących interesujący nas enzym oraz znalezienie różnic pomiędzy badanymi obiektami. Jednakże, aby ocenić aktywność i polimorfizm danego enzymu, trzeba zapewnić porównywalne warunki, w jakich wzrastają badane rośliny oraz izolować enzymy z takich samych tkanek, w tym samym stadium rozwoju, chociaż zakres tego wymogu jest uzależniony od roli określonego enzymu w metabolizmie (Weeden i Lamb, 1985; Bell i Simpson, 1994).

Techniką stosowaną do rozróżniania allelicznych form enzymu jest ogniskowanie izoelektryczne. Metoda ta wykorzystuje zmiany w wypadkowym ładunku elektrycznym białek (powstałe np. w wyniku zamiany jednego aminokwasu na inny, gdy ich łańcuchy boczne posiadają inną wartość ładunku), które ujawniają się w wyniku elektroforetycznego rozdziału w gradience pH. W ten sposób identyfikowano odmiany i mieszańce lili (Okazaki i in., 1994; Booy i in., 1998), mieszańce międzyrodzajowe *Hibiscus rosa-sinensis* i *Lavatera thuringiaca* (Vazquez-Thello i in., 1996) oraz mieszańce *Brassica* i *Sinapsis* (Momotaz i in., 1998).

Markery DNA uzyskiwane za pomocą enzymów restrykcyjnych i hybrydyzacji

Najstarszą techniką wyznaczania markerów DNA jest polimorfizm długości fragmentów restrykcyjnych (RFLP). Genomowe DNA pocięte enzymami restrykcyjnymi na fragmenty o różnej długości jest rozdzielane elektroforetycznie, przenoszone na membrany i hybrydyzowane ze specyficznymi sondami DNA (metoda Southerna). Metoda identyfikacji hybrydujących fragmentów zależy od sposobu wyznakowania sondy (radiografia, luminescencja lub reakcja barwna). Obraz rozdziału i hybrydyzacji DNA różnych genomów może być odmienny nawet w przypadku jednonukleotydowej różnicy, jeśli powoduje ona powstanie lub zanik sekwencji rozpoznawanej przez restryktazę. Markery RFLP zastosowano m.in. do weryfikacji asymetrycznego mieszańca somatycznego *Lycopersicon esculentum* + *L. peruvianum* (Wijbrandi i in., 1990, cyt. Wolters i in., 1994), somatycznego mieszańca jęczmienia i marchwi (Kisaka i in., 1998 a), mieszańców somatycznych ryżu i jęczmienia (Kisaka i in., 1998 b), do potwierdzenia statusu mieszańcowego kalusa powstałego z połączenia protoplastów *Dianthus caryophyllus* i *Gypsophila paniculata* (Nakano i Mii, 1993 a) oraz *Dianthus chinensis* i *D. barbatus* (Nakano i Mii, 1993 b), do potwierdzenia mieszańcowości siewek ze skrzyżowań gatunków *Citrus* (Moriguchi i in., 1997), do badania udziału mitochondriów i plastydów partnerskich w somatycznych mieszańcach *Diplotaxis catholica* + *Brassica juncea* (Mohapatra i in., 1998), do analizy mieszańców pochodzących z krzyżowania *Brassica oleracea* i *A Armoracia rusticana* (Navratilova i in., 1997) oraz do weryfikacji mieszańca somatycznego lucerny ze sparcecią (Li i in., 1995). Wykorzystując hybrydyzację DNA do sondy sporządzonej z całkowitego DNA genomowego sparceci autorzy mogli wykryć obecność pojedynczych chromosomów sparceci w mieszańcu. Sondy genetyczne sporządzone z fragmentów restrykcyjnych były używane do weryfikacji mieszańców somatycznych *Solanum tuberosum* z wieloma gatunkami pokrewnymi (Helgeson i Haberlach, 1999).

Markery generowane techniką RFLP są szczególnie przydatne do badania obecności DNA cytoplazmatycznego występującego w dużej liczbie kopii, co powoduje, że polimorfizm widoczny jest już po rozdzieleniu elektroforetycznym i użycie sondy oraz hybrydyzacja nie są konieczne (Masojć, 2001). Wadą tej metody jest wysoki koszt enzymów restrykcyjnych oraz konieczność pracy z dużą ilością dobrze oczyszczonego i nieuszkodzonego DNA.

Markery oparte na technice powielania DNA

Odkrycie w 1985 roku łańcuchowej reakcji z polimerazą (PCR) stanowiło milowy krok w zastosowaniu markerów DNA. Technika ta pozwala na namnożenie w krótkim czasie małych fragmentów DNA do ilości wykrywalnych na żelu po wybarwieniu bromkiem etydydny lub solami srebra. Produktami powielania są różnej długości fragmenty DNA, rozpoczynające się od sekwencji zastosowanego startera. Startery dobierane są losowo, bez wcześniejszego rozpoznania sekwencji nukleotydowej badanego genomu. Technika powielania występuje w

wielu wersjach, a główne różnice dotyczą długości startera (Bednarek i Chwedorzewska, 2001). Technika RAPD, najczęściej stosowana do identyfikacji mieszańców, polega na powielaniu fragmentów genomu, rozpoczynających się od sekwencji losowo dobranego startera o długości 8–12 nukleotydów. Starter przyłącza się do komplementarnego zdenaturowanego genomowego DNA. Obrazy elektroforetyczne tak namnożonego DNA uzyskuje się poprzez rozdział w żelu agarozowym i barwienie bromkiem etydyny. Do reakcji wystarcza 10–50 ng wstępnie oczyszczonego DNA, a nawet fragment żywej tkanki.

Techniki wykorzystujące amplifikację materiału genetycznego cechuje krótki czas analizy oraz prostota metod. Technikę tę zastosowano, m.in. do analizy mieszańców międzygatunkowych *Lactuca* (Maisonneuve i in., 1995), *Manihot* (Nassar i in., 1998), *Helianthus* (Henn, i in., 1998), *Solanum* (Hu i in., 1993, Rokka i in., 1998; Helgeson i Haberlach, 1999), *Lilium* (Obata i in., 2000, Wiejacha i in., 2001a), *Alstroemeria* (de Benedetti i in., 2000), a także do weryfikacji mieszańców w obrębie rodzajów *Acer* (Joung i in., 2001) oraz *Ribes* (Wiejacha i in., 2001 b i c).

Mieszane techniki markerów DNA

Sprzężenie techniki PCR z RFLP pozwala na tworzenie nowych metod genotypowania. W weryfikacji mieszańców oddalonych stosowano np. technikę polimorfizmu długości amplifikowanych fragmentów (AFLP). W pierwszym etapie genomowe DNA jest trawione restryktazą, a do powstałych fragmentów przyłącza się po obu stronach 20–30-nukleotydowe sekwencje adaptorowe. Takie konstrukcje analityczne (adaptor — fragment restrykcyjny — adaptor) służą jako matryca w reakcji amplifikacji, gdzie starter jest komplementarny do adaptoru na końcu 5', natomiast na końcu 3' posiada kilka dodatkowych nukleotydów, które pełnią rolę selekcyjną (Marczewski, 1997). Przykładem wykorzystania tej techniki może być identyfikacja asymetrycznych mieszańców, uzyskanych w wyniku fuzji protoplastów *Medicago truncatula* i *M. scutellata* (Tian i Rose, 1999) oraz *Cucurbita pepo* i *C. maxima* (Pfosser i in., 2000).

WERYFIKACJA MIESZAŃCÓW NA PODSTAWIE OBECNOŚCI GENÓW MARKEROWYCH WPROWADZONYCH METODĄ TRANSFORMACJI GENETYCZNEJ

Uprzednie wprowadzenie metodą transformacji genetycznej chimerycznych genów markerowych, kodujących np. syntezę barwnika, odporność na antybiotyk lub herbicyd umożliwia weryfikację mieszańców już w najwcześniejszym stadium. Selekcja na podstawie odporności na dwa antybiotyki została zastosowana do weryfikacji somatycznych mieszańców *Hibiscus rosa-sinensis* + *Lavatera thuringiaca* (Vazquez-Thello i in., 1996).

UWAGI KOŃCOWE

Status mieszańcowy można weryfikować w różny sposób, badając cechy charakterystyczne form rodzicielskich, obserwowane lub analizowane na różnych poziomach organizacji roślin. Najbardziej cenne są metody najmniej kosztowne i możliwe do wykonania w najkrótszym czasie i w jak najwcześniejszym stadium rozwoju siewki. Szczególnie istotne jest wykorzystanie cech markerowych związanych z regeneracją, ponieważ już na poziomie

kultury można wykonać selekcję. Taki sposób zastosowano przy wyprowadzaniu mieszańców międzygatunkowych pomidora z pomocą kultury zarodków *in vitro* (Chen i Adachi, 1996), gdzie potencjał regeneracyjny był dziedziczony po formie ojcowskiej. Jeśli nie można wykorzystać zróżnicowania morfologicznego siewek należy, w zależności od możliwości technicznych i specyfiki roślin, selekcjonować rzeczywiste mieszańce za pomocą uprzednio opracowanych markerów cytologicznych lub molekularnych. Markery cytologiczne mogą mieć zastosowanie przede wszystkim przy zróżnicowaniu liczby lub morfologii chromosomów form partnerskich. W przypadku gatunków o krótkim okresie juvenilnym weryfikację mieszańców można prowadzić na podstawie przebiegu pierwszej mejozy i płodności pyłku. Gdy markery cytologiczne nie mają zastosowania można posłużyć się metodami molekularnymi, polegającymi na stwierdzeniu obecności lub ilościowym określeniu różnych związków specyficznych dla form partnerskich, jak barwniki, taniny, olejki eteryczne lub niespecyficznych, jak białka konstytutywne, enzymatyczne lub fenole. Markery te są jednak zależne od ekspresji genów, poprzedzającej izolację związku. Coraz powszechniejsze stają się techniki markerowania DNA. Zostały one opisane m.in. w następujących publikacjach przeglądowych: Bednarek i Chwedorzewska (2001), Marczewski (1997), Masojć (2001), Słomski i wsp. (1998), Wolko i Kruszka (1997). Wyjątkową zaletą tych technik jest wysoka czułość, korzystanie z prób niewielkich ilości materiału roślinnego, co umożliwia analizę we wczesnym stadium rozwoju oraz skraca czas weryfikacji. Materiałem wyjściowym do analiz jest DNA, które występuje w każdej komórce, a więc metody te są niezależne od czynników zewnętrznych, wpływających na ekspresję genów. Podobnie jak w przypadku markerów izoenzymatycznych, różnicowanie poszczególnych odmian i gatunków oparte jest na różnicach w genomie, które mogły powstać na drodze ewolucji w wyniku mutacji punktowych. Jednak za pomocą markerów DNA nie bada się produktów kodowanych przez geny, lecz samą matrycę niosącą informację o produktach. Bardzo spektakularnym potwierdzeniem tego może być praca Cubero i wsp. (1996), gdzie przedstawiono porównanie markerów izoenzymatycznych z molekularnymi. Spośród 11 badanych systemów enzymatycznych tylko jeden nadawał się do różnicowania odmian róży, podczas gdy każdy z 8 przetestowanych starterów użytych do amplifikacji DNA był do tego celu użyteczny.

Nie ulega wątpliwości, że zastosowanie skutecznych, szybkich i łatwych metod identyfikacji mieszańców może znacznie zwiększyć efektywność hodowli. Dobre metody powinny zapewniać wysoki stopień standaryzacji — wyniki powinny być powtarzalne i jednoznaczne. Każda z wymienionych powyżej metod ma swoje wady i zalety, a ich skuteczność zależy od genotypu i warunków, w jakich są wykonywane. Wszystkie techniki, z wyjątkiem markerów morfologicznych, wymagają dostępu do odpowiednio wyposażonego laboratorium i osób przygotowanych do wykonywania specyficznych analiz. Jak wynika z literatury, potwierdzenie mieszańcowości, tak ważne dla dalszych prac hodowlanych, wykonuje się na ogół przy zastosowaniu kilku różnych technik, co przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Techniki zastosowane do weryfikacji mieszańców oddalonych F₁
Techniques applied for verification of distant hybrids F₁

Formy rodzicielskie i autorzy Parental forms and authors	Markery morfologiczne Morphological markers	Markery cytologiczne Cytological markers				
		Zawartość DNA DNA content	Liczba chromosomów Chromosome number	Morfologia chromosomów Chromosome morphology	Konfiguracje meiotyczne Meiotic configuration	Płodność pyłku Pollen fertility
<i>Aegilops</i> (3 species) × <i>Secale cereale</i> (Wojciechowska, 1996)	+		+	+	+	+
<i>Brassica oleracea</i> + <i>Armoracia rusticana</i> (Navratilowa i in., 1997)	+		+			
<i>Brassica campestris</i> × <i>Sinapsis turgida</i> (Momotaz i in., 1998)	+		+			+
<i>Brassica oleracea</i> + <i>Camelina sativa</i> (Hansen, 1998)	+	+				
<i>Capsella bursa-pastoris</i> + <i>Brassica oleracea</i> (Sigareva i Earle, 1999)	+					
<i>Cucurbita pepo</i> × <i>C. martinii</i> (Metwally i in., 1996)	+			+	+	
<i>Helianthus annuus</i> + <i>H. maximiliani</i> (Henn i in., 1998)	+					
<i>Hordeum vulgare</i> + <i>Daucus carota</i> (Kisaka i in., 1998 a)	+					
<i>Hydrangea macrophylla</i> × <i>H. arborescens</i> (Kudo i Niimi, 1999)	+		+			
<i>Iris ensata</i> × <i>I. laevigata</i> (Yabuya i Noda, 1998)			+			+
<i>Lilium longiflorum</i> × <i>L. rubellum</i> (Lim i in., 2000)			+		+	
<i>Lilium longiflorum</i> × <i>L. callosum</i> (Roh i in., 1996)	+			+		
<i>Lilium nobilissimum</i> × <i>L. regale</i> (Obata i in., 2000)	+					
<i>Lycopersicon esculentum</i> + <i>L. peruvianum</i> (Wolters i in., 1994)	+					
<i>Lycopersicon esculentum</i> + <i>Solanum tuberosum</i> (Gavrilenko i in., 1992)	+		+		+	+
<i>Medicago media</i> i <i>M. sativa</i> × <i>M. arabica</i> , i <i>M. murex</i> (Broda i Szklarska-Spitalniak, 1997)			+			
<i>Medicago sativa</i> + <i>Onobrychis vicifolia</i> (Li i in., 1995)	+					
<i>Medicago truncatula</i> + <i>M. scutellata</i> (Tian i Rose, 1999)	+		+			
<i>Oryza sativa</i> + <i>Hordeum vulgare</i> (Kisaka i in., 1998 b)	+					
<i>Solanum acaule</i> + <i>S. tuberosum</i> (Rokka i in., 1998)	+	+	+			
<i>Triticum aestivum</i> + <i>Leymus chinensis</i> (Guangmin i Huimin, 1996)	+		+			

c.d. Tabela 2

Formy rodzicielskie i autorzy Parental forms and authors	Markery molekularne Molecular markers					Markery cytologiczno- molekularne Cytological- molecular markers
	Cukry i fenole Poly- saccharides and phenols	Izoenzymy Isoenzymes	DNA — restrykcyjno- hybrydyza- cyjne DNA — restriction- hybridization	DNA powielanie DNA amplification	DNA — techniki łączone Mixed techniques DNA	
<i>Aegilops</i> (3 species) × <i>Secale cereale</i> (Wojciechowska, 1996)						
<i>Brassica oleracea</i> + <i>Armoracia rusticana</i> (Navratilowa i in., 1997)			+			
<i>Brassica campestris</i> × <i>Sinapsis turgida</i> (Momotaz i in., 1998)		+				
<i>Brassica oleracea</i> + <i>Camelina sativa</i> (Hansen, 1998)				+		
<i>Capsella bursa-pastoris</i> + <i>Brassica oleracea</i> (Sigareva i Earle, 1999)		+		+		
<i>Cucurbita pepo</i> × <i>C. martinii</i> (Metwally i in., 1996)		+				
<i>Helianthus annuus</i> + <i>H. maximiliani</i> (Henn i in., 1998)				+		
<i>Hordeum vulgare</i> + <i>Daucus carota</i> (Kisaka i in., 1998 a)			+			
<i>Hydrangea macrophylla</i> × <i>H. arborescens</i> (Kudo i Niimi, 1999)				+		
<i>Iris ensata</i> × <i>I. laevigata</i> (Yabuya i Noda, 1998)	+					
<i>Lilium longiflorum</i> × <i>L. rubellum</i> (Lim i in., 2000)						+
<i>Lilium longiflorum</i> × <i>L. callosum</i> (Roh i in., 1996)	+					
<i>Lilium nobilissimum</i> × <i>L. regale</i> (Obata i in., 2000)		+		+		
<i>Lycopersicon esculentum</i> + <i>L. peruvianum</i> (Wolters i in., 1994)			+			
<i>Lycopersicon esculentum</i> + <i>Solanum tuberosum</i> (Gavrilenko i in., 1992)		+				
<i>Medicago media</i> i <i>M. sativa</i> × <i>M. arabica</i> , i <i>M. murex</i> (Broda i Szklarska-Śpitalska, 1997)		+				
<i>Medicago sativa</i> + <i>Onobrychis viciifolia</i> (Li i in., 1995)	+		+			
<i>Medicago truncatula</i> + <i>M. scutellata</i> (Tian i Rose, 1999)					+	
<i>Oryza sativa</i> + <i>Hordeum vulgare</i> (Kisaka i in., 1998 b)			+			
<i>Solanum acaule</i> + <i>S. tuberosum</i> (Rokka i in., 1998)				+		
<i>Triticum aestivum</i> + <i>Leymus chinensis</i> (Guangmin i Huimin, 1996)		+				

LITERATURA

- Anamhawwat-Jonsson K., Schwarzacher T., Leitch A. R., Bennett M. D., Heslop-Harrison J. S. 1990. Discrimination between closely related *Triticeae* species using genomic DANN as a probe. *Theor. Appl. Genet.* 79: 721 — 728.
- Arisumi T. 1980. Rescuing abortive *Impatiens* hybrids through aseptic culture of ovules. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110: 273 — 276.
- Bajaj Y. P. S., Mahajan S. K., Labana K. S. 1986. Interspecific hybridization of *Brassica napus* and *B. juncea* through ovary, ovule and embryo culture. *Euphytica* 35: 103 — 109.
- Barbosa L. V., Vieira M. L. C. 1997. Meiotic behaviour of passion fruit somatic hybrids, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener + *P. amethystina* Mikan. *Euphytica* 98: 121 — 127.
- Bauer H. 1993. Identification of “flower-sports” of pelargonium and roses by phenolic compounds. *Gartenbauwissenschaft* 58: 82 — 89.
- Bednarek P. T., Chwedorzewska, K. 2001. Markery molekularne, ich charakterystyka genetyczna oraz wybrane zastosowania w analizie genetycznej roślin. *Biotechnologia* 1 (52): 9 — 34.
- Bell J. A., Simpson D. W. 1994. The use of isoenzyme polymorphisms as an aid for cultivar identification in strawberry. *Euphytica* 77: 113 — 117.
- Belea A. 1992. Interspecific and intergeneric crosses in cultivated plants. Akademiai Kiado, Budapest.
- Booy G., Wouters T. C. A. E., Kleyn-Noordijk Y. 1998. Identification of lily cultivars using isoelectric focusing of proteins from bulb scales and tissue culture bulblets. *Plant Breeding* 117: 57 — 62.
- Broda Z., Szklarska-Śpitalniak H. 1997. Cytogenetyczna i izoenzymatyczna analiza mieszańców międzygatunkowych lucerny. *Mat. I Krajowej Konferencji “Hodowla Roślin”*, Poznań: 475 — 478.
- Chen L. Z., Adachi T. 1996. Efficient hybridization between *Lycopersicon esculentum* and *L. peruvianum* via ‘embryo rescue’ and *in vitro* propagation. *Plant Breeding* 115: 251 — 256.
- Choudhary B. R., Joshi P., Ramarao S. 2000. Interspecific hybridization between *Brassica carinata* and *Brassica rapa*. *Plant Breeding* 119: 417 — 420.
- Chung G. H., Kim J. H. 1990. Production of interspecific hybrids between *Glycine max* and *G. tomentella* through embryo culture. *Euphytica* 48: 97 — 101.
- Cubero J. I., Millan, T., Osuna, F., Torres, A., M., Cobos, S. 1996. Varietal identification in *Rosa* by using isozyme and RAPD markers. *Acta Horticulturae* 424: 261 — 264.
- Darvey N. L., Gustafson J. P. 1975. Identification of rye chromosomes in wheat-rye addition lines and triticale by heterochromatin bands. *Crop Sci.* 15: 239 — 243.
- De Benedetti L., Burchi G., Mercuri A., Pecchioni N., Faccioli P., Schiva T. 2000. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis for the verification of hybridity in interspecific crosses of *Alstroemeria*. *Plant Breeding* 119: 443 — 445.
- Deng Z. N., Gentile A., Domina A., Nicolosi E., Tribulato E., Vardi A. 1994. Recovery of citrus somatic hybrids tolerant to *Phoma tracheiphila* toxin, combining selection and identification by RAPD markers. In: *Current issues in plant molecular and cellular biology*. Terzi M., Cella R., Fallavigna A. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 177 — 183.
- Fernandez, A., M., Nakazaki, T., Tanisaka, T. 1996. Development of diploid and triploid interspecific hybrids between *Lilium longiflorum* and *L. concolor* by ovary slice culture. *Plant Breeding* 115: 167 — 171.
- Ferreira J. J., Alvarez E., Fueyo M. A., Roca A., Giraldez R. 2000. Determination of the outcrossing rate of *Phaseolus vulgaris* L. using seed protein markers. *Euphytica* 113: 259 — 263.
- Gavrilenko T. A., Barbakar N. I., Pavlov A. V. 1992. Somatic hybridization between *Lycopersicon esculentum* and non-tuberous *Solanum* species of the *Etuberosa* series. *Plant Science* 86: 203 — 214.
- Giddings G. D., Rees H. 1992. A *Nicotiana* gametosomatic hybrid and its progenies. *J. Exp. Bot.* 43: 419 — 425.
- Gill B. S., Friebe B., Endo T. R. 1991. Standard karyotype and nomenclature system for description of chromosome bands and structural aberrations in wheat (*Triticum aestivum*). *Genome* 34: 830 — 839.
- Gomathinayagam P., Ganeshram S., Rathnaswamy R., Ramaswamy N. M. 1998. Interspecific hybridization between *Vigna unguiculata* (L.) Walp. and *V. vexillata* (L.) A. Rich. through *in vitro* embryo culture. *Euphytica* 102: 203 — 209.

- Groh B., Bauer H., Treutter D. 1994. Chemotaxonomical investigations of *Prunus domestica* by isoenzyme markers and phenolic compounds. *Scientia Horticulturae* 58: 41 — 55.
- Guangmin X., Huimin C. 1996. Plant regeneration from intergeneric somatic hybridization between *Triticum aestivum* L. and *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel. *Plant Sci.* 120: 197 — 203.
- Ha S., Maekawa M., Kita F., Kinoshita T. 1998. Cytological relationships among *Eumelilotus* species analysed using cytological observations of interspecific hybrids obtained by *in vitro* culture. *Euphytica* 101: 17 — 22.
- Hansen L. N. 1998. Intertribal somatic hybridization between rapid cycling *Brassica oleracea* L. and *Camelina sativa* (L.) Crantz. *Euphytica* 104: 173 — 179.
- Hasterok R., Małuszyńska J. 1997. Analiza cytogenetyczna wybranych gatunków *Brassica*. Mat. konf. Hodowla Roślin. Poznań: 467 — 473.
- Helgeson J. P., Haberland G. T. 1999. Somatic hybrids of *Solanum tuberosum* and related species. In: Plant biotechnology and *in vitro* biology in the 21st century. Altman A., Ziv M., Izhar S. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 151 — 154.
- Henn, H. J., Wingerder, R., Schnabi, H. 1998. Regeneration of fertile interspecific hybrids from protoplast fusions between *Helianthus annuus* L. and wild *Helianthus* species. *Plant Cell Rep.* 18: 220 — 224.
- Hizume M., Sato S., Tanaka A. 1980. A highly reproducible method of nucleolus organizing regions staining in plants. *Stain Technology* 55: 87 — 90.
- Hu Y. S., Clark M. S., Pehu E. 1993. Use of RAPD markers to screen somatic hybrids between *Solanum tuberosum* and *S. brevidens*. *Plant Cell Reports* 12:107 — 109.
- Jensen C. J. 1977. Monoploid production by chromosome elimination. In: Plant cell tissue, and organ culture. Reinert J., Bajaj Y. P. S. (eds.). Springer-Verlag, Berlin: 299 — 330.
- Joung Y. H., Roh M. S., Bentz S. E. 2001. Characterization of *Acer griseum* and its putative interspecific hybrids. *Acta Horticulturae* 546: 217 — 220.
- Keep E. 1962. Satellite and nucleolar number in hybrids between *Ribes nigrum* and *R. grossularia* and their backcrosses. *Can. J. Genet. Cytol.* 4: 206 — 218.
- Keep E. 1975. Currants and gooseberries. In: Advances in fruit breeding. Janick J., Moore J. (eds.), Purdue University Press, West Lafayette: 197 — 242.
- Khrustaleva L. I., Kik C. 1998. Cytogenetical studies in the bridge cross *Allium cepa* × (*A. fistulosum* × *A. roylei*). *Theor. Appl. Genet.* 96: 8 — 14.
- Kim Y., Byrne D. H. 1996. Interspecific hybrid verification of *Rosa* with isosymes. *HortScience* 31: 1207 — 1209.
- Kisaka H., Kisaka M., Kanno A., Kameya T. 1998 a. Production and analysis of plants that are somatic hybrids of barley (*Hordeum vulgare* L.) and carrot (*Daucus carota* L.). *Theor. Appl. Genet.* 94: 221 — 226.
- Kisaka H., Kisaka M., Kanno A., Kameya T. 1998 b. Intergeneric somatic hybridization of rice (*Oryza sativa* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) by protoplast fusion. *Plant Cell. Rep.* 17: 362 — 367.
- Kucharska D., Orlikowska T. 1997. Kultury *in vitro* zarodków, zalążków i zalążni oraz znaczenie tych technik dla hodowli roślin ozdobnych. *Hod. Rośl. Nasien.* 4: 11 — 16.
- Kudo N., Niimi Y. 1999. Production of interspecific hybrid plants through cotyledonary segment culture of embryos derived from crosses between *Hydrangea macrophylla* f. *hortensia* (Lam.) Rehd. and *H. arborescens*. L. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68: 803 — 808.
- Ladizinsky G. 2000. A synthetic hexaploid (2n = 42) oat from the cross of *Avena strigosa* (2n = 14) and domesticated *A. magna* (2n = 28). *Euphytica* 116: 231 — 235.
- Li Y. G., Tanner G. J., Larkin P. J. 1995. Towards producing bloat-safe *Medicago sativa* L. through protoplast fusion. In: Current issues in plant molecular and cellular biology. Terzi M., Celia R., Falavigna A. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 185 — 190.
- Lim K. B., van Tuyl J. M., Karlov G. I., Khrustaleva L. I., de Jong J. H. 2000. Introgression of interspecific hybrids of lily using genomic *in situ* hybridization (GISH). *Acta Horticulturae* 508: 105 — 111.
- Maisonneuve B., Chupeau M.C., Bellec Y., Chupeau Y. 1995. Sexual and somatic hybridization in the genus *Lactuca*. *Euphytica* 85: 281 — 285.
- Marasek A., Orlikowska T. 2001. Identyfikacja mieszańców oddalonych lilii w oparciu na markerach chromosomowych. *Biotechnologia* 3 (54): 243 — 248.

- Marczewski W. 1997. AFLP — nowa metoda badawcza w genetyce roślin. *Biotechnologia* 2 (37): 121 — 126.
- Masojć P. 2001. Ustalanie tożsamości genetycznej. W: *Biotechnologia roślin*. Malepszy S. (red.), PWN, Warszawa: 485 — 519.
- Matsui S. I., Sasaki M. 1973. Differential staining of nucleolus organisers in mammalian chromosomes. *Nature* 246: 148 — 150.
- Metwally E. I., Haroun S. A., El-Fadly G. A. 1996. Interspecific cross between *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita martinii* through *in vitro* embryo culture. *Euphytica* 90: 1 — 7.
- Miranda M., Ikeda F., Endo T., Moriguchi T. 1997. Chromosome markers and alterations in mitotic cells from interspecific somatic hybrids analysed by fluorochrome staining. *Plant Cell Reports* 16: 807 — 812.
- Moriguchi T., Motomura T., Hidaka T., Akihamo T., Omura M. 1997. Analysis of mitochondrial genomes among *Citrus* plants produced by the interspecific somatic fusion of 'Semina' tangelo with rough lemon. *Plant Cell Reports* 16: 397 — 400.
- Mohapatra T., Kirti P. B., Kumar V. D., Prakash S., Chopra V. L. 1998. Random chloroplast segregation and mitochondrial genome recombination in somatic hybrid plants of *Diplotaxis catholica* + *Brassica juncea*. *Plant Cell Reports* 17: 814 — 818.
- Molnár-Láng M., Linc G., Friebe B. R., Sutka J. 2000. Detection of wheat-barley translocations by genomic *in situ* hybridization in derivatives of hybrids multiplied *in vitro*. *Euphytica* 112: 117 — 123.
- Momotaz A., Kato M., Kakihara F. 1998. Production of intergeneric hybrids between *Brassica* and *Sinapsis* species by means of embryo rescue techniques. *Euphytica* 103: 123 — 130.
- Morgan E. R., Burge G. K., Seelye J. F., Hopping M. E., Grant J. E. 1998. Production of inter-specific hybrids between *Limonium perezii* (Stapf) Hubb. and *Limonium sinuatum* (L.) Mill. *Euphytica* 102: 109 — 115.
- Nair N. V., 1999. Production and cyto-morphological analysis of intergeneric hybrids of *Sorghum* × *Saccharum*. *Euphytica* 108: 187 — 191.
- Nakano M., Mii M. 1993 a. Somatic hybridization between *Dianthus chinensis* and *D. barbatus* through protoplast fusion. *Theor. Appl. Genet.* 86: 1 — 5.
- Nakano M., Mii M. 1993 b. Callus and root formation from an intergeneric somatic hybrid between *Dianthus caryophyllus* and *Gypsophila paniculata*. *Scientia Horticulturae* 53: 13 — 19.
- Nassar N. M. A., Vieira M. A., Vieira C., Grattapaglia D. 1998. A molecular and embryonic study of apomixis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Euphytica* 102: 9 — 13.
- Navrátilová B., Bůžek J., Šíroky J., Havránek J. 1997. Construction of intergeneric somatic hybrids between *Brassica oleracea* and *Armoracia rusticana*. *Biol. Plantarum* 39: 531 — 541.
- Niemirówicz-Szczytt K., Malepszy S. 1989. Otrzymywanie i wykorzystanie mieszańców form oddalonych. W: *Biotechnologia w genetyce i hodowli roślin*. Malepszy S., Niemirówicz-Szczytt K., Przybecki Z. (red.). PWN, Warszawa: 81 — 150.
- North C., Wills A. B. 1969. Inter-specific hybrids of *Lilium lankongense* Franchet produced by embryo-culture. *Euphytica* 18: 430 — 434.
- Obata Y., Niimi Y., Nakano M., Okazaki K., Miyajima I. 2000. Interspecific hybrids between *Lilium nobilissimum* and *L. regale* produced via ovules-with-placenta-tissue culture. *Scientia Horticulturae* 84: 191 — 204.
- Okazaki K., Asano Y., Oosawa K. 1994. Interspecific hybrids between *Lilium* 'Oriental' hybrid and *L.* 'Asiatic' hybrid produced by embryo culture with revised media. *Breeding Science*: 44: 59 — 64.
- Pinto F. M., Chupeau Y., Cabrera V. M. 1995. Molecular genetic characterization of plant somatic hybrids. *In Vitro Cell Dev. Biol.* 31: 96 — 100.
- Pfosser H., Yemelyanova H., Leonhardt W. 2000. Identification of cultivars and hybrids in *Syringa* and *Cucurbita* by DNA fingerprinting. *Acta Horticulturae* 530: 455 — 462.
- Ran Y., Murray B. G., Hammett K. R. W. 1999. Karyotype analysis of the genus *Clivia* by Giemsa and fluorochrome banding and *in situ* hybridization. *Euphytica* 106: 139 — 147.
- Rodov V., Reznickova S., Bugaenko L., Davydova O. 1996. Tissue and cell cultures of interspecific mint hybrids: peculiarities of monoterpene accumulation. *Acta Horticulturae* 447: 607 — 608.
- Rogalska S. 1999. Zastosowanie metod cytogenetycznych w badaniach genetycznych i w hodowli roślin. W: *Podstawy cytogenetyki roślin*, Olszewska M. J. (red.). PWN, Warszawa: 177 — 209.

- Roh M. S., Griesbach R. J., Gross K. C., Line M. 1996 a. Identification and evaluation of the interspecific hybrid of *Lilium longiflorum* and *L. callosum*. *Acta Horticulturae* 414: 111 — 124.
- Roh M. S., Griesbach R. J., Lawson R. H., Gross K. C. 1996 b. Production and identification of interspecific hybrids of *Lilium longiflorum* and *L. × elegans*. *Acta Horticulturae* 414: 93 — 100.
- Rokka V.M., Tauriainen A., Pietila, Pehu E. 1998. Interspecific somatic hybrids between wild potato *Solanum acaule* Bitt. and anther-derived dihaploid potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Cell Reports* 18: 82 — 88.
- Rustanius P., Hang A., Hughes H. G., Tsuchiya T. 1991. Chromosome analysis of *Alstroemeria ligtu* hybrids. *HortScience* 26: 902 — 904.
- Santos J. L., Lacadena J. R., Cermeiro M.C., Orellana J. 1984. Nuclear organizer activity in wheat-barley chromosome addition lines. *Heredity* 52: 425.
- Sarmah, B., K., Sarla N. 1998. *Erucastrum abyssinicum* × *Brassica oleracea* hybrids by ovary and ovule culture. *Euphytica* 102: 37 — 45.
- Schwarzacher T., Leitch A. R., Heslop-Harrison J. S. 1994. DNA-DNA *in situ* hybridization — methods for light microscopy. In: *Plant cell biology: a practical approach*, Harris N., Oparka K. (eds.), Oxford University Press: 127 — 155.
- Sigareva M. A., Earle E. D. 1999. Regeneration of plants from protoplasts of *Capsella bursa-pastoris* and somatic hybridization with rapid cycling *Brassica oleracea*. *Plant Cell Reports* 18: 412 — 417.
- Smyth D. R., Kongsuwan K. 1980. C-bands in lily chromosomes, and their use in identification of hybrids. *The Lily Yearbook NALS* 33: 83 — 86.
- Smyth D. R., Kongsuwan K., Wisudharomin S. 1991. A survey of C-band patterns in chromosomes of *Lilium* (*Liliaceae*). *The Lily Yearbook NALS* 44: 107 — 118.
- Słomski R., Napierała D., Kwiatkowska J. 1998. Reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR) w badaniach naukowych i diagnostyce molekularnej. *Postępy Biologii Komórki* 25, Suppl. 10: 195 — 217.
- Szklarczyk M. 1996. Markery izoenzymatyczne. W: *Zastosowanie metod biotechnologicznych w hodowli roślin*. Michalik B. (red.), Drukrol, Kraków: 90 — 93.
- Tian D., Rose R. J. 1999. Asymmetric somatic hybridisation between the annual legumes *Medicago truncatula* and *Medicago scutellata*. *Plant Cell Reports* 18: 989 — 996.
- Uhring J. 1968. Hybridizing experiments with *Lilium* × Black Beauty. *The Lily Yearbook NALS* 21: 44 — 52.
- Vazquez-Thello A., Yang L.J., Hidaka M., Uozumi T. 1996. Inherited chilling tolerance in somatic hybrids of transgenic *Hibiscus rosa-sinensis* × transgenic *Lavatera thuringiaca* selected by double-antibiotic resistance. *Plant Cell Reports* 15: 506 — 511.
- Weber S., Horn R., Friedt W. 2000. High regeneration potential *in vitro* of sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines derived from interspecific hybridization. *Euphytica* 116: 271 — 280.
- Weeden N. F., Lamb R. C. 1985. Identification of apple cultivars by isozyme phenotypes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110: 509 — 515.
- Wiejacha K., Marasek A., Sabała I., Orlikowska T. 2001 a. Molecular markers in detection of distant hybrids in *Lilium*. *Acta Horticulturae* 546: 281 — 285.
- Wiejacha K., Pluta S., Golis A., Orlikowska T. 2001 b. Identyfikacja mieszańców porzeczki czarnej przy pomocy markerów RAPD. *Folia Horticulturae* 13/1A: 183 — 188.
- Wiejacha K., Pluta S., Golis A., Orlikowska T. 2001 c. Investigation on molecular markers for characterization of parental genotypes used in *Ribes* sexual hybridization. *Acta Horticulturae*: 185 — 188.
- Wojciechowska B. 1996. Hybrids of tetraploid *Aegilops* sp. with *Secale cereale*. *J. Appl. Genetics* 37A: 174 — 178.
- Wolko B., Kruszka K., 1997. Markery molekularne w badaniach zmienności genetycznej roślin. *Post. Nauk Rol.* 3: 3 — 20.
- Wolters A.M., Jacobsen E., O'Connell M., Bonnema G., Sree Ramulu K., de Jong H., Schoenmakers H., Wijbrandi J., Koornneef M. 1994. Somatic hybridization as a tool for tomato breeding. *Euphytica* 79: 265 — 277.
- Yabuya T., Noda T. 1998. The characterization of autoallotetraploid hybrids between *Iris ensata* Thunb. and *I. laevigata* Fisch. *Euphytica* 103: 325 — 328.
- Zenkter M. 2001. Kultura zalążków, zalążni, i zarodków. W: *Biotechnologia roślin*. Malepszy S. (red.). PWN, Warszawa: 70 — 86.

Zwierzykowski Z., Lukaszewski A. J., Lesniewska A., Naganowska B. 1998. Genomic structure of androgenic progeny of pentaploid hybrids, *Festuca arundinacea* × *Lolium multiflorum*. Plant Breeding 117: 457 — 462.

Podziękowania

Autorki dziękują paniom prof. Stanisławie Rogalskiej i dr hab. Marii Chrząstek za udostępnienie brakującej literatury, a pani prof. Rogalskiej i panu dr Waldemarowi Marczewskiemu za pomocną dyskusję.

GRAŻYNA PODOLSKA**JAN MAZUREK****GRZEGORZ STYPUŁA**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Określenie wymagań agrotechnicznych nowych rodów pszenicy ozimej

Determination of agrotechnical requirements for new winter wheat strains

W latach 1998–2000 przeprowadzono doświadczenia, których celem było określenie wymagań agrotechnicznych nowych rodów pszenicy ozimej odnośnie terminu siewu, ilości wysiewu i dawki nawożenia azotem. Stwierdzono, że badane rody pszenicy ozimej wykazały różną reakcję na czynniki agrotechniczne, co pozwoliło na wydzielenie grup odmian. Pod względem reakcji na termin siewu badane rody zakwalifikowano do trzech grup. Grupa pierwsza — rody wrażliwe na każde opóźnienie siewu poza termin optymalny (BOA 397), grupa druga — znoszące opóźnienie terminu siewu do około 14 dni: SMH 2297, SMH 2497, SMH 3398, SMH 3498, grupa trzecia — mało wrażliwe na opóźnienie terminu siewu: AND 2298 i MIB 798. Pod względem wymagań dotyczących ilości wysiewu uwzględnione w badaniach rody zaliczono do dwóch grup: wymagające rzadkich siewów — AND 2298, MIB 798, SMH 2497, SMH 3398; wymagające średniej gęstości siewu — BOA 397, SMH 2297 i SMH 3498. Pod względem wymagań dotyczących nawożenia azotem badane rody zaliczono do grupy produktywnie wykorzystującej średnie dawki nawożenia azotem — AND 2298, MIB 798, SMH 2497, SMH 3398 oraz produktywnie wykorzystujące duże dawki nawożenia azotem — BOA 397, SMH 2297, SMH 3498.

Słowa kluczowe: ilość wysiewu, komponenty plonu, nawożenie azotem, plon ziarna, pszenica ozima, rody, termin siewu

In the years 1998–2000 experiments were conducted with purpose to determine requirements of some new winter wheat strains to main agrotechnical factors: sowing term, sowing density and nitrogen fertilization. Differences were shown in response of the strains to the factors and grouping of the wheat objects was performed. As regards to the response to sowing term, the examined strains were classified into three groups: the first represented by one strain sensitive to delay of sowing (BOA 397), the second group with strains tolerant to 14 days delay of sowing term (SMH 2297, SMH 2497, SMH 3398 and SMH 3498) and the third group of strains insensitive to the sowing delay (AND 2298 and MIB 798). As regards to the response to sowing density, the strains were classified into two groups: the first one requiring low sowing density (AND 2298, MIB 798, SMH 2497, SMH 3398) and the second one requiring medium sowing density (BOA 397, SMH 2297 and SMH 3498). As regards to the response to nitrogen fertilization, the strains were classified into two groups: one requiring a medium level of fertilization (AND 2298, MIB 798, SMH 2497, SMH 3398) and the other one for wheats requiring high nitrogen doses (BOA 397, SMH 2297, SMH 3498).

Key words: grain yield, nitrogen fertilization, sowing density, sowing term, species, winter wheat yield components

WSTĘP

Plon ziarna z jednostki powierzchni pszenicy ozimej jest wypadkową liczby kłosów na jednostce powierzchni, liczby ziaren w kłosie i masy tysiąca ziaren. Liczba kłosów na jednostce powierzchni zależy od liczby roślin i rozkrzewienia produkcyjnego, liczba ziaren w kłosie od liczby kłosek w kłosie i stopnia płodności (Listowski, 1985). Na kształtowanie się tzw. cech struktury plonu bardzo duży wpływ mają czynniki agrotechniczne. Przede wszystkim termin siewu, gęstość siewu i nawożenie azotem. Termin siewu jest jednym z podstawowych czynników silnie wpływających na wzrost, rozwój i plonowanie pszenicy ozimej. Mechanizm oddziaływania terminu siewu związany jest głównie z reakcją fotoperiodyczną określonego genotypu. Warunkuje ona różnicowanie, inicjację, segmentację oraz wałeczkowanie kłosa, w efekcie tego wpływa na liczbę kłosek i ziaren w kłosie oraz liczbę pędów na roślinie (Podolska, Mazurek, 1995, 1997, 2000).

Innym czynnikiem wpływającym na formowanie się elementów plonowania jest ilość światła przypadającego na jednostkę powierzchni liści, a ta z kolei zależy od gęstości siewu (Ruszkowski, 1988). Nawożenie azotem jest jednym z głównych czynników plonotwórczych. Wpływa między innymi na intensywność krzewienia, liczbę ziaren w kłosie, liczbę kłosów na jednostce powierzchni (Mazurek, Sułek, 1995; Podolska, 1997).

Odmiany pszenicy wykazują niejednakową reakcję na wyżej wymienione czynniki. Wprowadzanie do Listy Odmian Roślin Uprawnych nowych odmian, powoduje konieczność określenia ich reakcji na podstawowe czynniki agrotechniczne.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1998–2000 przeprowadzono w SD Puławy trzy odrębne doświadczenia nad określeniem reakcji nowych odmian i rodów pszenicy ozimej na: termin siewu (doświadczenie pierwsze), gęstość siewu (doświadczenie drugie) i nawożenie azotem (doświadczenie trzecie). We wszystkich doświadczeniach uwzględniono następujące rody pszenicy ozimej: AND 2298, BOA 397, MIB 798, SMH 2297, SMH 2497, SMH 3398, SMH 3498.

Doświadczenia z terminem siewu i gęstością siewu przeprowadzono metodą podbloków losowanych w 4 powtórzeniach na mikropoletkach zlokalizowanych na glebie kompleksu pszenno-dobrego o wysokiej zasobności w fosfor i potas. Przedplonem był ziemniak wczesny. Nawożenie fosforowe (80 kg P_2O_5) i potasowe (100 kg K_2O) stosowano przed siewem, natomiast azotowe (80 kg N/ha) w dwóch dawkach: w fazie ruszenia wegetacji na wiosnę (50 kg N/ha), oraz w fazie strzelania w źdźbło (30 kg N/ha). Zabiegi pielęgnacyjne przeprowadzono ręcznie. Rośliny mechanicznie zabezpieczano przed wyleganiem i opryskiwano przeciwko chorobom i szkodnikom. W czasie wegetacji notowano daty występowania faz rozwojowych: wschodów, krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia, dojrzałości mleczej, dojrzałości woskowej i dojrzałości pełnej.

W doświadczeniu pierwszym uwzględniono trzy terminy siewu: optymalny dla miejscowych warunków (około 20 września), oraz opóźniony o 15 dni i o 30 dni w stosunku do optymalnego, określone jako opóźniony i późny. Obsada roślin po wschodach wynosiła 450 roślin/m².

W doświadczeniu drugim uwzględniono trzy obsady roślin po wschodach, tj. 300, 450 i 600 sztuk/m². Siew wykonano ręcznie, punktowo w rozstawie rzędów 11 cm, w terminie optymalnym.

Doświadczenie trzecie przeprowadzono w hali wegetacyjnej IUNG w wazonach Mitscherlicha, w czterech powtórzeniach, metodą serii niezależnych. Uwzględniono trzy poziomy nawożenia azotem: 1,2; 2,4; 3,6 g azotu/wazon. Azot podawano w formie NH₄NO₃, stosując ½ dawki przed siewem pszenicy i ½ dawki w fazie strzelania w źdźbło. Nawożenie pozostałymi składnikami wynosiło P₂O₅ — 1 g, w postaci KH₂PO₄, K₂O — 1,5 g w postaci K₂SO₄, Mg — 1,5 g w postaci MgSO₄ 7H₂O. Ponadto do podłoża dodano żelazo (50 mg), bor (5 mg) i miedź (3 mg). Wazony napełniono glebą pseudobielicową, zmieszaną z piaskiem wiślanym w stosunku 5:2, w ilości 7 kg. Wilgotność gleby utrzymywano przez cały okres wegetacji na poziomie 60% pojemności wodnej. Liczba roślin w wazonie wynosiła 10 sztuk. Zbiór wszystkich doświadczeń wykonano w fazie dojrzałości pełnej pszenicy. Oznaczono plon ziarna z 1 m² lub z wazonu i komponenty plonu: liczbę kłosów z jednostki powierzchni, krzewienie produkcyjne, plon ziarna z rośliny i z kłosa, liczbę ziaren z rośliny i z kłosa, masę tysiąca ziaren. Wyniki pomiarów i oznaczeń opracowano za pomocą analizy wariancji w układach ortogonalnych; istotność różnic oceniono za pomocą testu Tukeya przy P = 0,95. Posługując się kryterium istotności różnic plonu ziarna, wydzielono grupy odmian o różnej reakcji na termin siewu, gęstość siewu i dawkę nawożenia azotem.

WYNIKI

Doświadczenie pierwsze

Badane rody wykazały odmienną reakcję na termin siewu. Ród BOA 397 obniżał istotnie poziom plonowania przy wysiewie w terminie opóźnionym w stosunku do optymalnego. Rody: SMH 2297, SMH 2497, SMH 3398 i SMH 3498 plonowały na podobnym poziomie przy wysiewie w terminie optymalnym i opóźnionym, obniżały natomiast istotnie poziom plonowania przy wysiewie w terminie późnym. Rody AND 2298 i MIB 397 nie wykazały spadku plonu wraz z opóźnieniem terminu siewu (tab. 1).

Termin siewu nie miał wpływu na liczbę roślin na jednostce powierzchni u większości rodów. Wyjątek stanowi ród AND 2298 i SMH 3498, u których najniższą liczbę roślin stwierdzono przy wysiewie pszenicy w terminie późnym (AND 2298) lub późnym i optymalnym (SMH 3498).

Liczba kłosów na jednostce powierzchni u większości badanych rodów była istotnie mniejsza przy wysiewie pszenicy w terminie późnym w stosunku do optymalnego i opóźnionego. Jedynie ród SMH 3398 wykazał istotny spadek liczby kłosów przy wysiewie w terminie opóźnionym w stosunku do optymalnego. U rodów MIB 798, SMH 2497 i SMH

3498 nie stwierdzono istotnego wpływu terminu siewu na liczbę kłosów na jednostce powierzchni.

Tabela 1

Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu
Yield and yield structure of new varieties of winter wheat, depending on sowing term

Cechy Traits	Rody Strains	Termin siewu Sowing term			NIR LSD
		I	II	III	
1	2	3	4	5	6
Plon ziarna z m ² Grain yield per m ²	AND 2298	1,080	1,010	0,927	r.n
	BOA 397	1,060	0,933	0,840	0,126
	MIB 798	0,790	0,767	0,700	r.n
	SMH 2297	1,067	0,970	0,810	0,235
	SMH 2497	0,813	0,827	0,727	0,098
	SMH 3398	0,973	0,867	0,793	0,127
	SMH 3498	0,963	0,923	0,730	0,152
Liczba roślin/m ² Number of plants per m ²	AND 2298	395	424	385	37,15
	BOA 397	377	413	389	r.n
	MIB 798	352	434	406	r.n
	SMH 2297	392	417	394	r.n
	SMH 2497	391	397	400	r.n
	SMH 3398	402	385	391	r.n
	SMH 3498	377	423	377	37,82
Liczba kłosów/m ² Number of heads per m ²	AND 2298	718	628	575	137,73
	BOA 397	545	573	492	74,98
	MIB 798	488	566	520	r.n
	SMH 2297	610	571	499	65,42
	SMH 2497	557	628	524	r.n
	SMH 3398	659	458	522	107,59
	SMH 3498	560	563	512	r.n
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	AND 2298	1,82	1,48	1,49	0,194
	BOA 397	1,45	1,39	1,26	0,134
	MIB 798	1,39	1,30	1,28	r.n
	SMH 2297	1,56	1,37	1,27	0,114
	SMH 2497	1,42	1,58	1,31	r.n
	SMH 3398	1,64	1,19	1,33	r.n
	SMH 3498	1,49	1,33	1,36	0,138
MTZ Weight of 1000 grains	AND 2298	41,93	42,55	42,71	r.n
	BOA 397	46,74	44,83	45,96	r.n
	MIB 798	42,69	41,01	42,51	r.n
	SMH 2297	45,49	44,58	44,61	r.n
	SMH 2497	39,38	38,50	40,08	r.n
	SMH 3398	42,06	41,70	41,37	r.n
	SMH 3498	44,40	42,69	41,90	r.n
Plon ziarna z rośliny Grain yield per plant	AND 2298	2,73	2,38	2,41	r.n
	BOA 397	2,81	2,26	2,16	0,581
	MIB 798	2,24	1,77	1,72	0,567
	SMH 2297	2,72	2,33	2,06	0,577
	SMH 2497	2,08	2,08	1,82	r.n
	SMH 3398	2,42	2,25	2,03	0,312

c.d. Tabela 1

1	2	3	4	5	6
Plon ziarna z kłosa Grain yield per head	SMH 3498	2,56	2,18	1,94	0,537
	AND 2298	1,50	1,61	1,61	r.n
	BOA 397	1,94	1,63	1,71	r.n
	MIB 798	1,62	1,36	1,35	r.n
	SMH 2297	1,75	1,70	1,62	r.n
	SMH 2497	1,46	1,32	1,39	0,124
	SMH 3398	1,48	1,92	1,52	r.n
	SMH 3498	1,72	1,64	1,43	0,237
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	AND 2298	65,1	55,9	56,4	r.n
	BOA 397	60,1	50,4	47,0	10,735
	MIB 798	52,5	43,2	40,5	r.n
	SMH 2297	59,8	52,3	46,2	12,609
	SMH 2497	52,8	54,0	45,4	r.n
	SMH 3398	57,5	54,0	49,1	r.n
	SMH 3498	57,4	51,1	46,3	r.n
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per head	AND 2298	35,8	37,8	37,7	r.n
	BOA 397	41,5	36,4	37,2	r.n
	MIB 798	37,9	33,2	31,8	r.n
	SMH 2297	38,5	38,1	36,3	r.n
	SMH 2497	37,1	34,3	34,7	r.n
	SMH 3398	35,2	46,0	36,7	r.n
	SMH 3498	38,7	38,4	34,1	r.n

Średnia wartość krzewienia produkcyjnego zmniejszała się wraz z opóźnieniem terminu siewu, ale u rodów: MIB 798, SMH 2497, SMH 3398 różnice w krzewieniu nie były udowodnione. Nie stwierdzono istotnego wpływu terminu siewu na masę tysiąca ziaren i liczbę ziaren z kłosa badanych rodów pszenicy ozimej. Plon ziarna z rośliny zmniejszał się wraz z opóźnieniem terminu siewu u wszystkich badanych rodów za wyjątkiem AND 2298 i SMH 2497, natomiast plon ziarna z kłosa zmniejszył się jedynie u odmian: SMH 2497 i SMH 3498. Liczba ziaren z rośliny ulegała zmniejszeniu na skutek opóźnienia terminu siewu jedynie u rodów BOA 397 i SMH 2297.

Na podstawie zmian wielkości plonu i cech jego struktury wydzielono trzy grupy rodów o różnej reakcji na termin siewu.

- Obojętne na opóźnianie terminu siewu (AND 2298, MIB 798),
- Znoszące opóźnienie siewu o około 2 tygodnie, ale wykazujące duży spadek plonu przy późnym terminie siewu (SMH 2297, SMH 2497, SMH 3398, SMH 3498),
- Wrażliwe na każde opóźnienie terminu siewu poza okres optymalny (BOA 397).

Wyniki badań o różnej reakcji rodów i odmian pszenicy ozimej na termin siewu potwierdzają dane literatury (Mazurek, 1995; Podolska, 1997; Podolska, Mazurek, 2000). W dotychczasowych badaniach jedynie ród MIB 496 charakteryzował się brakiem wrażliwości na termin siewu (Podolska, Mazurek, 2000). Obecnie takimi rodami są: AND 2298, MIB 798. Wprowadzenie do Listy Odmian Roślin Uprawnych tego typu odmian miałoby duże znaczenie szczególnie dla gospodarstw uprawiających rośliny późno schodzące z pola np. burak cukrowy, ziemniak późny, bobik itp.

Doświadczenie drugie

Oddziaływanie gęstości siewu na plon ziarna poszczególnych rodów pszenicy było niejednakowe. Rody AND 2298, MIB 798, SMH 2497 i SMH 3398 plonowały podobnie przy badanych ilościach wysiewu. Rody BOA 397, SMH 2297 i SMH 3498 plonowały najwyżej przy obsadzie 600 roślin/m² w stosunku do 300 (BOA 397, SMH 2297) lub 450 (SMH 3498) roślin/m² (tab. 2). Związane to było głównie z niejednakowymi zmianami cech struktury plonu pod wpływem zróżnicowanej gęstości siewu (tab. 2).

Tabela 2

Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu
Yield and yield structure of new varieties of winter wheat, depending on sowing density

Cechy Traits	Rody Strains	Gęstość siewu Sowing density			NIR LSD
		300	450	600	
1	2	3	4	5	6
Plon ziarna z m ² w kg Grain yield per m ²	AND 2298	0,977	1,035	1,053	r.n
	BOA 397	0,913	1,077	1,147	0,173
	MIB 798	0,767	0,763	0,773	r.n
	SMH 2297	0,987	1,033	1,143	0,118
	SMH 2497	0,920	0,907	0,913	r.n
	SMH 3398	0,990	1,050	1,033	r.n
	SMH 3498	0,793	0,897	0,913	0,098
Liczba roślin/m ² Number of plants per m ²	AND 2298	278	420	526	38,21
	BOA 397	307	407	536	79,90
	MIB 798	278	406	540	29,81
	SMH 2297	287	399	496	46,05
	SMH 2497	277	417	523	48,69
	SMH 3398	273	423	529	11,64
	SMH 3498	275	405	517	32,86
Liczba kłosów/m ² Number of heads per m ²	AND 2298	620	685	764	58,5
	BOA 397	429	570	677	94,4
	MIB 798	435	552	612	104,0
	SMH 2297	558	624	732	101,5
	SMH 2497	551	690	719	88,5
	SMH 3398	623	724	802	98,4
	SMH 3498	415	540	651	52,2
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	AND 2298	2,23	1,63	1,45	0,490
	BOA 397	1,40	1,40	1,26	0,097
	MIB 798	1,56	1,36	1,13	0,336
	SMH 2297	1,94	1,56	1,47	0,358
	SMH 2497	1,99	1,65	1,37	0,288
	SMH 3398	2,28	1,71	1,52	0,520
	SMH 3498	1,51	1,33	1,26	0,194
MTZ Weight of 1000 grains	AND 2298	41,25	40,44	40,31	r.n
	BOA 397	46,33	45,15	44,71	1,062
	MIB 798	43,32	42,04	40,80	1,320
	SMH 2297	45,53	45,11	44,68	r.n
	SMH 2497	39,52	39,44	37,70	1,580
	SMH 3398	41,98	42,13	40,28	r.n
	SMH 3498	42,62	42,85	43,08	r.n

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5	6
Plon ziarna z rośliny Grain yield per plant	AND 2298	3,51	2,46	2,00	0,661
	BOA 397	2,97	2,65	2,14	0,456
	MIB 798	2,76	1,88	1,43	0,634
	SMH 2297	3,44	2,56	2,30	0,902
	SMH 2497	3,32	2,17	1,75	0,608
	SMH 3398	3,63	2,48	1,95	1,296
	SMH 3498	2,88	2,21	1,77	0,567
Plon ziarna z kłosa Grain yield per head	AND 2298	1,58	1,51	1,38	r.n
	BOA 397	2,13	1,89	1,69	0,17
	MIB 798	1,76	1,38	1,26	0,216
	SMH 2297	1,77	1,65	1,56	0,169
	SMH 2497	1,67	1,31	1,27	r.n
	SMH 3398	1,59	1,45	1,29	0,104
	SMH 3498	1,91	1,66	1,40	0,268
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	AND 2298	85,1	60,8	49,6	12,80
	BOA 397	64,1	58,7	47,9	9,40
	MIB 798	63,7	44,7	35,0	12,15
	SMH 2297	75,5	57,4	51,5	20,74
	SMH 2497	84,0	55,0	46,4	17,49
	SMH 3398	86,5	58,9	48,4	31,78
	SMH 3498	67,6	51,6	41,1	14,01
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per head	AND 2298	38,3	37,3	34,2	r.n
	BOA 397	46,0	41,9	37,7	3,50
	MIB 798	40,6	32,8	30,9	3,14
	SMH 2297	38,9	36,6	34,9	3,14
	SMH 2497	42,2	33,2	33,7	6,40
	SMH 3398	37,9	34,4	32,0	2,56
	SMH 3498	44,8	38,7	32,5	6,93

Jedynie liczba roślin na jednostce powierzchni gleby ulegała zwiększaniu w miarę wzrostu gęstości siewu, ale już kształtowanie się liczby kłosów na 1 m² było niejednakowe u badanych rodów, np. rody: BOA 397, SMH 2497 i SMH 3497 reagowały wzrostem liczby kłosów na 1 m² na każde zwiększenie gęstości siewu, a u rodów: AND 2298 i SMH 2297 stwierdzono najwyższą liczbę kłosów przy siewie 600 z/m², w porównaniu do gęstości 450 i 300 roślin/m². U pozostałych rodów mniejszą liczbę kłosów na jednostce powierzchni stwierdzono tylko przy obsadzie 300 roślin/m² w porównaniu do pozostałych.

Podobne rozkrzewienie produkcyjne roślin stwierdzono przy obsadzie 450 i 600 na m² natomiast większe z siewu rzadkiego — 300 roślin/m² (wyjątek SMH 2497). U rodów BOA 397, MIB 798 i SMH 2497 najlepiej wykształcone ziarno stwierdzono przy najmniejszej gęstości siewu. Pozostałe odmiany nie reagowały istotnymi zmianami tej cechy na uwzględnione gęstości siewu.

Plon ziarna z rośliny i liczba ziaren z rośliny były największe przy obsadzie 300 roślin/m², istotnie niższe przy obsadach 450 i 600 roślin/m², pomiędzy którymi nie stwierdzono istotnego zróżnicowania omawianych cech. Plon ziarna z kłosa ulegał istotnej redukcji wraz ze wzrostem gęstości siewu u rodów BOA 397, i SMH 3398, natomiast u rodów: MIB 798, SMH 2297, SMH 3498 był większy przy obsadzie 300 roślin/m² w stosunku do pozostałych. U odmian AND 2298 i SMH 2497 gęstość siewu nie miała

istotnego wpływu na plon ziarna z kłosa. Liczba ziaren z kłosa większości badanych rodów była największa przy obsadzie 300 roślin/m², a mniejsza przy obsadzie 600 roślin/m² (wyjątek ród AND 2298).

Na podstawie wielkości plonu ziarna z jednostki powierzchni (tab. 2) wydzielono trzy grupy odmian i rodów odmiennie reagujących na gęstość siewu:

- Odmiany nie wykazujące zróżnicowania poziomu plonowania przy gęstościach siewu: od 300 do 600 roślin/m²: AND 2298, MIB 798, SMH 2497, SMH 3398. Ze względów ekonomicznych należy je siać rzadko (ok. 300 ziaren/m²).
- Odmiany plonujące niżej przy obsadzie 300 roślin/m² i podobnie przy obsadzie 450 i 600 roślin/m²: BOA 397, SMH 3498. Odmiany te wymagają średnich ilości wysiewu, tj. około 450 ziaren/m².
- Odmiany charakteryzujące się najwyższym poziomem plonowania przy siewie gęstym (600 roślin/m²: SMH 2297. Wymagają one wysiewu około 600 ziaren/m².

Różne wymagania odmian i rodów pszenicy ozimej w stosunku do gęstości siewu stwierdzili: Ruszkowski (1991), Mazurek (1995), Podolska (1997) oraz Podolska i Mazurek (2000). Odmiany badane przed kilkunastoma latami jak wskazuje Ruszkowski (1981) i Mazurek (1995) generalnie wymagały większych gęstości siewu. Za wymagające siewów rzadkich uważano wówczas odmiany o koniecznej gęstości siewu (ok. 450 z/m²), średnich (ok. 600 z/m²) i gęstych (ok. 750 z/m²). Kierunek zmian cech struktury plonu obserwowany w przedstawionej pracy jest zbliżony do sygnalizowanego w poprzednich opracowaniach (Ruszkowski, 1988, 1991; Mazurek, 1995; Podolska, 1997). Odmienne reakcje rodów i odmian pszenicy ozimej na gęstość siewu jest prawdopodobnie związana z ich różnymi wymaganiami świetlnymi. Niejednakowe zagęszczenie roślin/m² wywołuje zmiany natężenia światła przypadającego na jednostkę powierzchni liści. Powoduje to zmiany w procesach fizjologicznych roślin między innymi w fotosyntezie, a więc zmienia się stan odżywienia roślin, co wpływa na wykształcenie się kwiatostanów i ich płodność, czyli liczbę ziaren w kłosie (Listowski, 1979; Ruszkowski, 1981, 1988).

Doświadczenie trzecie

Plon ziarna z wazonu wskazuje, że badane odmiany różniły się stopniem wykorzystania nawożenia azotem. Rody: AND 2298, MIB 798, SMH 2497 i SMH 3398 produktywnie wykorzystywały średnią dawkę azotu i nie zwiększały plonu na dawce największej, natomiast rody BOA 798 i SMH 2298 podobnie plonowały na małej i średniej oraz średniej i dużej dawce N. Istotnąwyżkę plonu zapewniły tylko na dużej dawce azotu w stosunku do niskiej. Odmiana SMH 3498 reagowała wzrostem poziomu plonowania na każde zwiększenie dawki azotu (tab. 3).

Dawka nawożenia azotem w zasadzie nie różnicowała w istotny sposób liczby kłosków w kłosie (wyjątek SMH 3498), masy tysiąca ziaren (wyjątek MIB 798, SMH 3498), plonu ziarna z kłosa (wyjątek SMH 3498), i liczby ziaren z kłosa (wyjątek AND 2298, SMH 3498).

U wszystkich badanych odmian i rodów liczba kłosów z wazonu zwiększała się wraz ze wzrostem dawki azotu, przy czym rody: AND 2298, SMH 2297, SMH 2497, istotnie zwiększały wartość tej cechy przy dawce 2,4 gN/wazon w stosunku do dawki 1,2 g N/wazon, natomiast u odmian: BOA 397, MIB 798, SMH 3498 zwiększenie dawki z

2,4 gN/wazon do 3,6 gN/wazon powodowało istotny wzrost liczby kłosów z wazonu. Zwiększenie dawki N spowodowało istotnąwyżkę plonu ziarna z rośliny wszystkich badanych odmian (wyjątek SMH 2297). U rodów BOA 397, SMH 3498 najwyższe wartości tej cechy wystąpiły przy największej dawce azotu. U pozostałych odmian na dawce średniej. W badaniach Mazurek i Sułek (1995) i Podolskiej (1997) znajdujemy potwierdzenie wyników omawianej pracy, wskazujące na niejednakowe możliwości odmian pszenicy ozimej do produktywnego wykorzystania nawożenia azotem.

Tabela 3

Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy ozimej w zależności od dawki nawożenia azotem
Yield and yield structure of new varieties of winter wheat depending on nitrogen fertilization doses

Cechy Traits	Rody Strains	Dawka nawożenia azotem (g na wazon) Nitrogen fertilization dose (g per pot)			NIR LSD
		1,2	2,4	3,6	
1	2	3	4	5	6
Plon ziarna z wazonu Grain yield per pot	AND 2298	37,3	63,7	67,7	16,62
	BOA 397	43,7	47,0	67,3	19,33
	MIB 798	40,0	59,3	68,3	15,89
	SMH 2297	47,0	55,0	66,7	18,69
	SMH 2497	36,7	54,3	52,7	17,37
	SMH 3398	38,7	55,7	65,3	15,67
	SMH 3498	26,3	55,7	69,3	11,29
Plon ziarna z kłosa Grain yield per head	AND 2298	2,11	2,03	1,83	r.n
	BOA 397	2,08	1,99	2,06	r.n
	MIB 798	1,97	2,44	2,16	r.n
	SMH 2297	2,10	1,70	2,00	r.n
	SMH 2497	1,49	1,68	1,61	r.n
	SMH 3398	1,71	1,88	1,90	r.n
	SMH 3498	1,27	2,06	1,82	0,321
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per head	AND 2298	56,1	51,6	45,1	8,011
	BOA 397	51,3	47,9	48,1	r.n
	MIB 798	48,8	57,5	47,5	r.n
	SMH 2297	54,1	48,7	52,0	r.n
	SMH 2497	44,9	46,5	46,7	r.n
	SMH 3398	49,9	54,3	55,9	r.n
	SMH 3498	41,9	54,2	49,0	8,839
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	AND 2298	99,1	161,8	166,7	60,72
	BOA 397	107,8	113,1	157,2	50,14
	MIB 798	99,2	139,7	150,2	38,70
	SMH 2297	121,2	157,6	173,5	48,75
	SMH 2497	110,6	150,2	152,8	34,66
	SMH 3398	112,8	160,9	192,2	71,09
	SMH 3498	86,7	146,7	186,7	36,19
Liczba kłosków w kłosie Number of spikelets per head	AND 2298	20,1	21,2	20,5	r.n
	BOA 397	20,6	19,4	19,8	r.n
	MIB 798	21,3	22,1	20,5	r.n
	SMH 2297	17,8	18,2	18,4	r.n
	SMH 2497	18,3	17,9	18,2	r.n
	SMH 3398	18,6	19,3	19,3	r.n
	SMH 3498	20,6	22,9	21,4	1,42

c.d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6
Liczba kłosów z wazonu Number of heads per pot	AND 2298	17,7	31,3	37,0	10,99
	BOA 397	21,0	23,7	32,7	10,89
	MIB 798	20,3	24,3	31,7	4,79
	SMH 2297	22,3	32,3	33,3	8,68
	SMH 2497	24,7	32,3	32,7	6,37
	SMH 3398	22,7	29,7	34,3	r.n
	SMH 3498	20,7	27,0	38,0	9,30
MTZ Weight of 1000 grains	AND 2298	37,63	39,36	40,60	r.n
	BOA 397	40,52	41,54	42,81	r.n
	MIB 798	40,33	42,45	45,47	4,519
	SMH 2297	38,79	34,90	38,44	r.n
	SMH 2497	33,19	36,15	34,50	r.n
	SMH 3398	34,30	34,61	33,98	r.n
	SMH 3498	30,33	37,98	37,12	2,765

WNIOSKI

1. Badane rody pszenicy ozimej wykazały różną reakcję na termin siewu, gęstość wysiewu i nawożenie azotem, co pozwoliło na wydzielenie grup odmian o różnych wymaganiach.
2. Pod względem reakcji na termin siewu badane rody można zaszeregować do następujących grup:
 - wrażliwe na każde opóźnienie siewu poza termin optymalny; BOA 397,
 - znoszące opóźnienie terminu siewu do około 14 dni: SMH 2297, SMH 2497, SMH 3398, SMH 3498,
 - mało wrażliwe na termin siewu: AND 2298 i MIB 397.
3. Uwzględnione w badaniach rody można zaliczyć do dwóch grup różniących się wymaganiami w stosunku do ilości wysiewu:
 - dobrze plonujące przy małej ilości wysiewu ok. 300 roślin/m²: AND 2298, MIB 798, SMH 2497, SMH 3398,
 - wymagające wysiewu średniego, tj. ok. 450 roślin/m²: BOA 397, SMH 2297 i SMH 3498,
4. Badane rody można zaliczyć do dwóch grup różniących się wykorzystaniem nawożenia azotem.
 - odmiany reagujące wyższą plonem ziarna na dawkę azotu 2,4 g N/wazon: AND 2298, MIB 798, SMH 2497, SMH 3398, co wskazuje na produktywnie wykorzystanie średnich dawek nawożenia N,
 - odmiany reagujące istotną wyższą plonem ziarna na duże dawki azotu: BOA 397, SMH 2297, SMH 3498, a więc mające predyspozycje wykorzystania intensywnego nawożenia tym składnikiem.

LITERATURA

- Listowski A. 1985. Biologiczne podstawy produktywności roślin. IUNG, Puławy: 7 — 21.
- Mazurek J., Podolska G. 1995. Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu. Biul. IHAR 194: 63 — 69.
- Mazurek J., Podolska G. 1995. Wpływ ilości wysiewu na plonowanie i strukturę plonu nowych odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR 194: 71 — 76.
- Mazurek J., Sułek A. 1995. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu nowych odmian pszenicy ozimej. Biul. IHAR 194: 77 — 80.
- Podolska G. 1997. Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Część I. Wpływ gęstości siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Biul. IHAR 204: 157 — 162.
- Podolska G. 1997. Reakcja odmian i rodów pszenicy ozimej na wybrane czynniki agrotechniczne. Część II. Wpływ terminu siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian i rodów pszenicy ozimej. Biul. IHAR 204: 163 — 167.
- 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 — 172.
- Podolska G., Mazurek J. 2000. Reakcja nowych rodów pszenicy ozimej na termin siewu. Biul. IHAR 214: 55 — 62.
- Podolska G., Mazurek J. 2000. Reakcja nowych rodów pszenicy ozimej na gęstość siewu. Biul. IHAR 214: 63 — 67.
- Ruszkowski M., Jaworska K., Podolska G. 1981. Struktura plonu i rodów pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu. Biul. IHAR 177: 99 — 108.
- Ruszkowski M. 1988. Obsada a produktywność roślin zbożowych. Konferencja naukowa. IUNG, Puławy: 7 — 25.

KRZYSZTOF JOŃCZYK**ANDRZEJ KAWALEC**¹

Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej

¹Stacja Doświadczalna Osiny

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wstępna ocena przydatności wybranych odmian pszenicy ozimej do uprawy w różnych systemach produkcji roślinnej

The preliminary estimation of usefulness of some winter wheat varieties to cultivation in different crop production systems

W latach 1998–2000 badano na wybranych polach trwałego doświadczenia płodozmianowego reakcję odmian pszenicy ozimej na uprawę w różnych systemach produkcji: ekologicznym, konwencjonalnym, integrowanym, monokulturze. W doświadczeniach testowano cztery odmiany pszenicy ozimej różniące się cechami morfologicznymi, podatnością na choroby, repartycją, rokiem wpisania do rejestru odmian, cechami jakościowymi, były to: Kobra, Roma, Juna, Elena. Program badań obejmował analizę wybranych parametrów wzrostu na poziomie rośliny i ładu. Testowane odmiany pszenicy ozimej wykazały największe zróżnicowanie plonów i analizowanych cech w ekologicznym systemie produkcji. Cechami, które decydowały o większej produkcyjności odmian w systemie ekologicznym były odporność na choroby liści oraz konkurencyjność w stosunku do chwastów.

Słowa kluczowe: odmiany, pszenica ozima, system produkcji roślinnej

Trials were conducted with four winter wheat varieties (Kobra, Roma, Juna, Elena) grown in the years 1998–2000 on fields of a long-term crop rotation experiment. Response of the varieties was investigated to four different crop production systems defined as ecological, conventional, integrated and monoculture. The tested varieties differed in plant morphology, susceptibility to diseases and quality characteristics. Yield and some parameters of plant growth and crop canopy were analyzed. The highest differences of the investigated traits were recorded for the ecological system of crop production. Resistance to leaf diseases and competitiveness in relation to weeds were the main factors causing the differences within this system.

Key words: crop production system, varieties, winter wheat

WSTĘP

We współczesnym rolnictwie wyróżnia się trzy systemy gospodarowania: konwencjonalny, integrowany i ekologiczny. Każdy z nich charakteryzuje się odmienną hierarchią celów oraz różnymi metodami wykorzystywanymi w procesie produkcji umożliwiającymi ich osiągnięcie (Jordan, 1990; Kuś, 1998). Zróżnicowane warunki uprawy kształtowane przez system wiążą się z występowaniem w różnym nasileniu chorób i szkodników, zachwaszczeniem, zasobnością gleby w składniki pokarmowe, uproszczeniami w uprawie. Wszystkie wymienione elementy poprzez wielostronne oddziaływanie kształtują bioróżnorodność agroekosystemów, a tym samym determinują odmienne warunki do wzrostu i rozwoju łanu rośliny uprawnej. W systemach gospodarowania, które charakteryzują się wyższym poziomem nakładów na środki produkcji oraz uproszczonymi zmianowaniami (specjalizacją), rozwój i kształtowanie łanów przebiega odmiennie niż w systemach niskonakładowych, a szczególnie w ekologicznym. Ekologiczne gospodarowanie, w którym nie stosuje się pestycydów i syntetycznych nawozów mineralnych a kluczową rolę plonotwórczą przejmują płodozmiany, preferuje odmiany o większej tolerancyjności względem chorób, szkodników, tempa początkowego wzrostu, bardziej konkurencyjne w stosunku do chwastów. Badania dotyczące różnych sposobów gospodarowania koncentrują się w przeważającej części nad zagadnieniami porównań efektów ekonomicznych, aspektami ekologicznymi związanymi z ograniczeniem strat składników pokarmowych wnoszonych do gleby bądź stosowaniem pestycydów, ocen jakościowych uzyskiwanych produktów (Kuś, 1998; Zawislak i in., 1998).

Celem badań była ocena plonów wybranych odmian pszenicy ozimej wysiewanej w różnych systemach produkcji roślinnej (od systemu ekologicznego do uprawy monokulturowej) oraz dodatkowo wskazanie cech, które w największym stopniu determinują ich produkcyjność.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 1998–2000 w Stacji Doświadczalnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Osinach. Doświadczenie zlokalizowano w wybranych polach trwałego doświadczenia płodozmianowego o powierzchni całkowitej 13 ha na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. W tym obiekcie porównywane są różne systemy produkcji roślinnej: ekologiczny, konwencjonalny, integrowany i monokultura. Każdy z systemów reprezentowany jest przez odpowiednie zmianowanie: system ekologiczny: ziemniak^{xx} — jęczmień jary + wsiewka — koniczyna czerwona z trawą — koniczyna czerwona z trawą-pszenica ozima + poplon, system integrowany: ziemniak^{xx} — jęczmień jary — bobik — koniczyna czerwona — pszenica ozima, system konwencjonalny: rzepak — pszenica ozima — jęczmień jary. Doświadczenia z pszenicą ozimą założono w trzech zmianowaniach i monokulturze na polach o powierzchni 1 ha — 0,25 ha dla każdej odmiany w układzie kompletnie zrandomizowanym. Duże pola umożliwiły zastosowanie agrotechniki zbieżnej z stosowaną w warunkach produkcyjnych, wybrane jej elementy zamieszczono w tabeli 1. W badaniach uwzględniono cztery

odmiany pszenicy ozimej różniące się cechami morfologicznymi, były to: Kobra, Roma, Juma, Elena. Dodatkowo przy wyborze odmian uwzględniono następujące kryteria: rejonizację, podatność na choroby podstawy źdźbła (w oparciu o ocenę COBORU oraz wyniki badań prowadzonych w Zakładzie Płodozmianów IUNG), repartycję, rok wpisania do rejestru odmian, cechy jakościowe (Kaczyński, Lewandowska, 1993; Podolska, Kaczyński, 1995; Kuś, Mróz, 1997).

Tabela 1

Wybrane elementy agrotechniki pszenicy ozimej w różnych systemach produkcji
Some elements of winter wheat agrotechny in different systems of production

Wyszczególnienie Specification	System produkcji System of production			
	ekologiczny ecological	integrowany integrated	konwencjonalny conventional	monokultura monoculture
Zaprawianie nasion Seed dressing	—	+	+	+
Nawożenie N kg/ha Fertilization	—	60	120	150
Herbicydy Herbicide	—	1x	1 lub 2 x	2 lub 3 x
Fungicydy Fungicide	—	1 x	2 x	2 lub 3 x
Antywylegacz Growth regulator	—	1 lub 2	1 x	2 x
Bronowanie Harrowing	2 lub 3 x	1 x	1 x	1x

W niniejszej publikacji zamieszczono wstępne wyniki obejmujące analizę plonowania oraz wybranych parametrów wzrostu na poziomie rośliny i łanu. Plon ziarna oraz elementy struktury plonu oceniano w oparciu o zbiór z powierzchni kontrolnych (około 20 m²) kombajnem poletkowym, wskaźnik pokrycia liściowego LAI i kąt ustawienia liści MTA oceniano w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia (miernik Li 2000 firmy Li Cor USA), ocenę porażenia przez patogeny grzybowe podstawy źdźbła i liści wykonano w fazie kłoszenia i dojrzałości mleczonej wyliczając indeksy porażenia (Herman, Dovrtel, 1986). Ocenę zachwaszczenia wykonano metodą ilościowo wagową w dwóch terminach, fazie krzewienia i dojrzałości mleczonej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plony pszenicy ozimej uzyskane w poszczególnych systemach, niezależnie od odmian, kształtowały się od 31,3 dt/ha w 1999 roku w systemie ekologicznym do 73,0 dt/ha w integrowanym. Największą wydajność, średnio za 3 lata, uzyskano w systemie integrowanym 64 dt/ha, o 5% niższe plony odnotowano w systemie konwencjonalnym, o 27% w monokulturze i o 38% w systemie ekologicznym. Największą zmiennością w latach ($V = 24\%$) charakteryzowały się plony w systemie ekologicznym i monokulturze (tab. 2). W systemie ekologicznym dużym wahaniom podlegała zarówno obsada kłosów, jak i masa 1000 ziaren. W monokulturze o dużej zmienności plonów decydowała głównie dorodność

ziarna. Spośród testowanych odmian w systemie ekologicznym największe i najbardziej stabilne plony w latach uzyskały odmiany Kobra i Roma 41,6 dt/ha. O większej produktywności tych odmian decydowała głównie dorodność ziarna.

Tabela 2

Plonowanie odmian pszenicy ozimej w różnych systemach produkcji (średnio z lat 1998–2000)
Yielding of winter wheat varieties in different crop production systems (means for years 1998–2000)

Odmiana Variety	Cecha Trait	System produkcji Crop production system			
		ekologiczny ecological	integrowany integrated	konwencjonalny conventional	monokultura monoculture
Kobra	plon ziarna (dt/ha) grain yield	41,6	65,1	61,4	47,5
	obsada kłosów (szt/m ²) number of ears per m ²	415	530	521	473
	MTZ (g) weight of 1000 grains	38,6	43,2	44,2	38,9
Roma	plon ziarna (dt/ha) grain yield	41,6	60,6	58,5	48,2
	obsada kłosów (szt/m ²) number of ears per m ²	387	492	426	432
	MTZ (g) weight of 1000 grains	42,2	47,5	47,1	39,4
Juma	plon ziarna (dt/ha) grain yield	34,4	63,5	58,6	45,8
	obsada kłosów (szt/m ²) number of ears per m ²	435	574	527	509
	MTZ (g) weight of 1000 grains	35,6	41,5	41,8	35,9
Elena	plon ziarna (dt/ha) grain yield	39,8	66,9	63,7	47,6
	obsada kłosów (szt/m ²) number of ears per m ²	444	548	528	452
	MTZ (g) weight of 1000 grains	34,5	39,3	38,9	32,4
Średnio (współczynnik zmienności %) Mean (variability coefficient %)					
Plon ziarna (dt/ha) Grain yield		3,93 (24,0)	6,40 (15,9)	6,05 (14,4)	4,70 (24,7)
Obsada kłosów (szt/m ²) Number of ears/m ²		420 (14,2)	536 (13,0)	500 (12,6)	466 (12,0)
MTZ (g) Weight of 1000 grains		37,7 (14,0)	42,9 (15,2)	43 (13,6)	36,6 (19,7)
NIR (0,05) dla	plonu ziarna grain yield	0,55	0,61	0,52	0,72
LSD (0.05) for	obsady kłosów number of ears/m ²	48	57	41	43
MTZ					
Weight of 1000 grains		2,7	3,6	3,1	4,1

Odmiany te charakteryzowały się w większości lat istotnie wyższą masą tysiąca ziaren, Roma — 42,2 g, Kobra — 38,6 g oraz stosunkowo małą obsadą kłosów — około 400 szt/m². Najniższe plony w tych warunkach, istotnie niższe od pozostałych odmian w każdym roku

badan, uzyskała odmiana Juma — średnio 34,4 dt/ha. W systemach uprawy integrowanej i konwencjonalnej odmiany reagowały w mniejszym stopniu na warunki uprawy.

W obu systemach najwyższą plonującą odmianą była Elena, średnia wydajność z trzech lat w systemie integrowanym 66,9 dt/ha w konwencjonalnym 63,7 dt/ha. W syntezie oraz w większości lat istotne różnice w plonach stwierdzono jedynie między odmianami Elena i Roma, odpowiednio 0,61 dt/ha w systemie integrowanym i 0,53 dt/ha w konwencjonalnym. Elena tworzyła łany o obsadzie kłosów 530–550 szt/m², zagęszczenie to było większe o 50 szt/m² w systemie integrowanym i o 100 szt/m² w konwencjonalnym w porównaniu do Romy. Cechą charakterystyczną Romy, ujawnioną we wszystkich systemach, była wysoka masa 1000 ziaren. Parametr ten jednak, w warunkach uprawy systemu konwencjonalnego i integrowanego, był niewystarczający do uzyskania poziomu plonów pozostałych odmian.

Pszenica uprawiana w systemie ekologicznym w obu analizowanych terminach (w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia) wykazała mniejsze wartości LAI o około 1–1,5 jednostki, tak jak w pozostałych systemach (tab. 3).

Tabela 3

Wybrane parametry wzrostu odmian pszenicy ozimej w różnych systemach produkcji
Some parameters of winter wheat varieties in different crop production systems

Odmiana Variety	Wyszczególnienie Specification	System produkcji Crop production system							
		ekologiczny ecological		integrowany integrated		konwencjonalny conventional		monokultura monoculture	
	faza rozwoju growth stage	35–39	59–65	35–39	59–65	35–39	59–65	35–39	59–65
Kobra	LAI*	2,9	3,4	4,5	4,5	4,2	4,4	3,8	4,2
	MTA**	63	59	56	55	59	53	57	51
	wysokość (cm) height	85		75		70		70	
Roma	LAI	3,3	3,8	5,2	5,2	4,0	4,8	4,1	4,4
	MTA	62	56	56	49	58	51	56	51
	wysokość (cm) height	100		90		90		90	
Juma	LAI	3,0	3,5	4,6	4,9	4,2	4,8	4,4	4,5
	MTA	57	59	55	52	56	52	58	53
	wysokość (cm) height	100		85		80		80	
Elena	LAI	3,1	3,6	4,8	4,9	4,4	5,5	4,3	4,5
	MTA	62,6	59	55,1	54	58,2	53	58,4	52
	wysokość (cm) height	80		75		75		75	
Średnio Mean	LAI	3,1	3,5	4,6	4,9	4,2	4,9	4,1	4,4
	MTA	61,5	58	55,5	53	58,0	52	57,6	51
	wysokość (cm) height	91		81		79		79	

* LAI — Indeks ulistnienia

* LAI — Leaf area index

** MTA — Średni kąt ustawienia liści

** MTA — Mean foliage tip angle

Największą zdolnością do zacieniania powierzchni charakteryzowały się rośliny pszenicy uprawiane w systemie integrowanym. Kąt ustawienia liści był parametrem o mniejszej zmienności, ogólnie zauważono tendencje do bardziej erektoidalnego ustawienia liści pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym. Wynik ten może być związany z lepszą penetracją światła w łanie o mniejszym zagęszczeniu (mniejsza obsada roślin i pędów) oraz nasileniem występowania chorób grzybowych wpływających na wcześniejsze zamieranie dolnych liści. Porównując parametry łanów testowanych odmian w ramach systemu stwierdzono większe różnice LAI w fazie kłoszenia. Podobnie jak w odniesieniu do plonów ziarna największą zmienność analizowanych cech odnotowano w systemie ekologicznym. Największą wartością wskaźnika LAI charakteryzowała się w systemie ekologicznym i integrowanym odmiana Roma. Wynik ten wiązać należy z wysokością roślin oraz mniejszym porażeniem przez choroby liści, głównie *Puccinia recondita*. W roku 2000, w którym wystąpiło silne porażenie przez rdzę brunatną, LAI Romy był o 1 jednostkę większy niż u Jumy. W systemach konwencjonalnym i monokulturze różnice między odmianami były mniejsze, wartości LAI kształtowały się na poziomie 4–4,5. Ogólnie wskaźnik pokrycia liściowego był wypadkową zagęszczenia i wysokości łanu oraz stanu zdrowotnego roślin determinującego czas trwania ulistnienia. Eisele i Köpke (1997) wskazują na czas trwania ulistnienia jako cechę pożądaną u odmian uprawianych w systemie ekologicznym.

Ocena fitosanitarna zasiewów wykazała, że w warunkach uprawy monokulturowej indeksy porażenia podstawy źdźbła były wyższe, średnio 3–4 razy niż w pozostałych systemach (tab. 4). Różnice te były szczególnie wyraźne w roku 1999, w którym warunki pogodowe w kwietniu i czerwcu (opady 96,6 i 147,7 mm) sprzyjały rozwojowi chorób podsuszkowych. Spośród ocenianych odmian większą odpornością na choroby podstawy źdźbła charakteryzowały się Juma i Kobra. Ocena uszkodzeń liści przez choroby grzybowe wykazała, że w systemie ekologicznym są one jedną z głównych przyczyn limitujących plonowanie. W fazie dojrzałości mleczno-woskowej w latach o nasilonym występowaniu *Septoria tritici* i *Puccinia recondita* (lata 1998 i 2000) indeksy porażenia liścia flagowego wynosiły 80–90 i były kilkakrotnie wyższe niż w pozostałych systemach. Konsekwencją takiego porażenia było wcześniejsze zakończenie wegetacji i mniejsza masa 1000 ziaren. Odmianą, która w mniejszym stopniu była porażana przez patogeny liści była Kobra. Odnotowano ponadto, że w warunkach pełnej ochrony (system konwencjonalny i integrowany) odmiana o mniejszej odporności — Elena (średni indeks porażenia w systemie ekologicznym 66) reagowała bardziej efektywnie na stosowane fungicydy. Obserwacja ta jest zbieżna z wynikami wskazującymi, że ochrona przed chorobami grzybowymi realizowana we współdziałaniu z innymi elementami agrotechniki (nawożenie, zwalczanie chwastów, zapobieganie wyleganiu) daje lepsze rezultaty (Jończyk, 1997).

Ocena zachwaszczenia przeprowadzona w fazie krzewienia wykazała stosunkowo małą masę chwastów w poszczególnych systemach 3,6–4,9 g/m², bez wyraźnego zróżnicowania w obrębie odmian (tab. 5).

Tabela 4

Indeksy porażenia podstawy źdźbła i liści odmian pszenicy ozimej uprawianych w różnych systemach produkcji roślinnej (średnio z lat 1998–2000)
Infestation indices of winter wheat varieties by leaf and stem base diseases in different crop production systems (means for years 1998–2000)

Odmiana Variety	Wyszczególnienie Specification	System produkcji Crop production system			
		ekologiczny ecological	integrowany integrated	konwencjonalny conventional	monokultura monoculture
Kobra	podstawa pędu (70–75) *	10	11	16	40
	stem base				
Roma	liść podflagowy (58–60)**	56	17	30	36
	penultimate leaf				
Juma	podstawa pędu (70–75)	13	21	20	48
	stem base				
Elena	liść podflagowy (58–60)	60	22	30	15
	penultimate leaf				
Juma	podstawa pędu (70–75)	14	9	8	41
	stem base				
Elena	liść podflagowy (58–60)	70	23	16	30
	penultimate leaf				
Elena	podstawa pędu (70–75)	17	14	18	51
	stem base				
Elena	liść podflagowy (58–60)	66	14	14	24
	penultimate leaf				

(70–75) * — Faza dojrzłości mlecznej wg Zadoksa

(70–75) * — Milk growth stage according to Zadoks

(58–60)** — Faza kłoszenia wg Zadoksa

(58–60)** — Earing growth stage according to Zadoks

Tabela 5

Zachwaszczenie pszenicy ozimej uprawianej w różnych systemach (sucha masa chwastów w g/m² średnio z lat 1998–2000)
Weed infestation of winter wheat cultivated in different crop production systems (weed dry matter g/m² means for years 1998–2000)

Odmiana Variety	System produkcji rolniczej Crop production system							
	ekologiczny ecological		integrowany integrated		konwencjonalny conventional		monokultura monoculture	
	23–30*	75–80	23–30	75–80	23–30	75–80	23–30	75–80
Kobra	5,0	57,5	3,6	13,9	15,5	21,0	4,0	37,0
Roma	7,3	40,4	3,2	6,7	19,1	17,3	4,0	37,0
Juma	4,0	43,3	3,6	3,7	6,4	19,0	4,8	17,5
Elena	3,2	52,9	3,8	20,0	6,0	11,4	5,1	26,7
Średnio Mean	4,9	48,5	3,6	11,1	11,8	17,2	4,5	29,6

* Stadia rozwojowe wg Zadoksa

* Growth stage according to Zadoks

Większe wartości w systemie konwencjonalnym związane były z małą skutecznością herbicydów w 1999 roku i nasileniem występowania *Viola arvensis*. Większe różnice w zachwaszczeniu odnotowano w fazie dojrzłości mlecznej. W systemie ekologicznym

sucha masa chwastów wynosiła 48,5 g/m², natomiast w systemie integrowanym 11,1 g/m². Zachwaszczenie w systemie ekologicznym charakteryzowało się dużą różnorodnością gatunkową, najliczniej występowały chwasty dwuliścienne: *Stellaria media*, *Galium aparine*, *Papaver rhoeas*, *Lamium purpureum*, *Polygonum persicaria*, *Capsella bursa-pastoris*, jednoliścienne występowały sporadycznie głównie *Agropyron repens*. Na dużą różnorodność gatunków chwastów, występujących w zbożach uprawianych w gospodarstwach ekologicznych, wskazują w swoich badaniach Kapeluszný i Haliniarz (2000) oraz Stupnicka-Rodzinkiewicz i Hochół (2000). Odmianą, która w mniejszym stopniu była zachwaszczona w tym systemie była Roma. Gatunkiem występującym w największej liczebności w monokulturze była *Apera spica-venti*. Zachwaszczenie w systemie konwencjonalnym związane było z nasileniem występowania *Viola arvensis*. Z uzyskanych wyników trudno jednoznacznie określić, która z odmian charakteryzowała się większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów w warunkach stosowania herbicydów, czynnikiem silnie modyfikującym była tu skuteczność działania stosowanych preparatów.

WNIOSKI

1. Testowane odmiany pszenicy ozimej wykazały największe zróżnicowanie plonów i analizowanych cech w ekologicznym systemie produkcji.
2. Największe plony w warunkach uprawy systemu ekologicznego uzyskały odmiany Kobra i Roma (średnia z 3 lat 42 dt/ha), a w integrowanym i konwencjonalnym Elena (64–67 dt/ha).
3. O większej produkcyjności Kobry w systemie ekologicznym, w porównaniu do pozostałych odmian, decydowała odporność na choroby liści, głównie rdzę brunatną. Roma obok małych indeksów porażenia liści cechowała się większą konkurencyjnością w stosunku do chwastów.
4. Elena uprawiana w systemie konwencjonalnym i integrowanym w mniejszym stopniu niż pozostałe odmiany porażana była przez patogeny liści, dodatkowo charakteryzowała się największym indeksem powierzchni liści.

LITERATURA

- Eisele J.A., Köpke U. 1997. Choice of cultivars in organic farming: new Criteria for winter wheat ideotypes. *Pflanzenbauwissenschaften*, 1/1: 19 — 24.
- Jończyk K. 1997. Oddziaływanie siedmiu czynników agrotechnicznych na plonowanie pszenicy ozimej w doświadczeniach z replikacją połówkową w zależności od wybranych elementów agrotechniki. *Biul. IHAR* 204: 173 — 180.
- Jordan I.V. 1990. Long Ashton low input farming and environment (LA. LIFE) Schweiz. Landw. For. 29, 4: 389 — 391.
- Herman M., Dovrtel U. 1986. Vzťahy medzi vynosom pšenice a napadením houbov *Pseudocercospora herpotrichoides*. *Sborník UV-TIZ — Ochrana Rostlin* 22, 3: 207 — 216.
- Kaczyński L., Lewandowska B. 1993. Ocena wrażliwości odmian pszenicy ozimej na stanowisko po zbożach. *Wiad. Odmian.* 50. COBORU, Słupia Wielka.
- Kapeluszný J., Haliniarz M. 2000. Zachwaszczenie zbóż uprawianych w gospodarstwach ekologicznych. *Pam. Puł.* 122: 39 — 50.

- Kuś J. 1998. Wstępne porównanie trzech systemów gospodarowania (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). Roczn. AR Poznań, 52: 119 — 126.
- Kuś J., Mróz A. 1997. Różnice odmianowe w podatności pszenicy ozimej na porażenie przez *Gaeumannomyces graminis*. Mat. XXXVII Sesji Naukowej IOR. Progress in Plant Protection, 37/2: 301 — 304.
- Podolska G., Kaczyński L. 1995. Charakterystyka i wymagania agrotechniczne odmian pszenicy ozimej. IUNG, COBORU, IHAR, Radzików.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Hochół T. 2000. Fitocenozy zbóż w gospodarstwach ekologicznych na wybranych przykładach z terenu Małopolski. Pam. Puł. 122: 31 — 39.
- Zawiślak K., Rzeszutek J., Salam Saeed T.A., Adamiak E. 1998. Produkcyjna i ekonomiczna ocena uprawy pszenicy w systemie płodozmianowym i monokulturze. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricultura, 66: 47 — 65.

HENRYK J. CZEMBOR**MARIUSZ WIEWIÓRA**

Zakład Genetyki i Hodowli Roślin

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Dziedziczenie tolerancji na toksyczne działanie glinu u wybranych odmian pszenicy jarej (*Triticum aestivum* L.)*

The inheritance of tolerance to aluminum toxicity in chosen spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars

Toksyczność glinu (Al) jest ważnym czynnikiem ograniczającym możliwość uprawy pszenicy na glebach kwaśnych. Celem badań było określenie sposobu dziedziczenia tolerancji na toksyczne działanie glinu i poszukiwanie źródeł tolerancji innych niż reprezentowany przez brazylijską odmianę pszenicy jarej BH 1146 mającej opisany już wcześniej gen *Alt_{BH}* na chromosomie 4D. Badano sposób dziedziczenia tolerancji na toksyczne działanie glinu w odmianach Carazinho (BRA), Ruivo Tardio A (PRT), Trigo des Acores (PRT), Barbela PI 185700 (PRT). Stwierdzono, że tolerancja na glin warunkowana jest jednym genem dominującym. Odmiany reprezentują identyczne źródło tolerancji jak brazylijska pszenica jara BH-1146.

Słowa kluczowe: dziedziczenie, pszenica, toksyczność glinu

Aluminium toxicity is an important factor limiting wheat production on acid soils. The purpose of this research was to find mode of inheritance of tolerance to aluminium toxicity and to find new sources of tolerance different from that represented by the Brazilian cultivar BH-1146. Inheritance of tolerance to aluminium toxicity in Carazinho (BRA), Ruivo Tardio A (PRT), Trigo des Acores (PRT) and Barbela PI 185700 (PRT) was investigated. The nutrient solution-screening test with 148 µM Al concentration was used. A single gene pair controls tolerance to aluminium toxicity in these cultivars. It represents the same source of tolerance as that found in spring wheat BH-1146.

Key words: aluminium toxicity, inheritance, wheat

WSTĘP

Ocenia się, że około 30–40% gruntów ornych na świecie stanowią gleby kwaśne. W Polsce odsetek gruntów ornych o kwaśnym odczynie szacuje się na poziomie 60%, z czego 24% to gleby o pH poniżej 4,5 (Boguszewski, 1980; Anioł, 1989).

* Praca finansowana w ramach projektu KBN 5PO6A 01815

Już w 1918 roku stwierdzono, że jednym z głównych czynników limitujących produktywność jęczmienia i żyta na glebach kwaśnych jest toksyczność jonów glinu (Hartwell, Pember, 1918). W zakresie odczynu obojętnego i zasadowego glin występuje w glebie w formach nierozpuszczalnych. W miarę obniżania się pH glin przechodzi do toksycznych dla roślin form rozpuszczalnych w roztworze glebowym. Najbardziej toksycznymi dla roślin są $\text{AlO}_4\text{Al}_{12}(\text{OH})_{24}(\text{H}_2\text{O})_{12}^{7+}$ (oznaczany potocznie Al_{13}) oraz $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ (Al^{3+}) (Kinraide, 1991).

Pierwsze i najbardziej symptomatyczne objawy szkodliwego działania glinu obserwuje się na korzeniach. Ulegają one skręceniu i zgrubieniu, a wzrost elongacyjny zostaje spowolniony lub całkowicie zahamowany. Llugany i wsp. (1995) obserwowali spowolnienie wzrostu korzeni u wrażliwej kukurydzy już w ciągu 30 minut. Wtórnymi efektami uszkodzenia korzeni przez glin jest ograniczone pobieranie składników mineralnych i podwyższona wrażliwość na suszę wywołana niemożnością pobrania wody z głębszych warstw gleby.

Znaczny odsetek znanych, tolerancyjnych na toksyczne działanie glinu, odmian pszenicy pochodzi z terenu Brazylii, gdzie występowanie gleb kwaśnych wymusza na hodowcach działania podnoszące poziom tolerancji na ten czynnik. Najbardziej znaną jest jara odmiana BH 1146 używana powszechnie na świecie jako wzorzec tolerancji na glin w badaniach genetycznych, fizjologicznych oraz pracach hodowlanych. BH 1146 autorstwa Ildefonso Correia powstała w wyniku krzyżowania PG1//Frontera/Mentana i została zarejestrowana w Brazylii w 1955 roku. Uprawiana do późnych lat osiemdziesiątych odmiana charakteryzuje się poza tolerancją na zakwaszenie gleby wczesnym dojrzewaniem i dużą odpornością na suszę (Camargo, Filho, 2000).

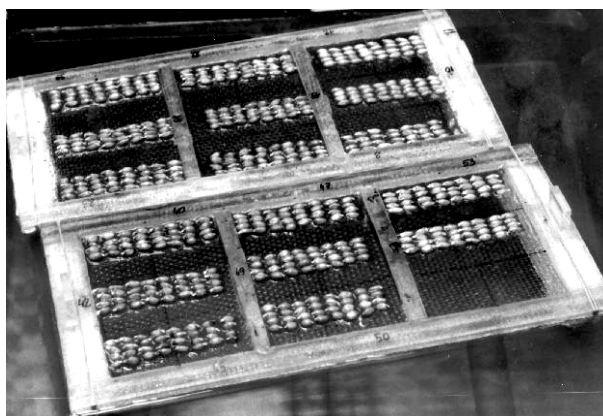
Polskie odmiany pszenicy jarej wykazują niską tolerancję na toksyczne działanie glinu. Spośród nich 75% należy do wrażliwych lub bardzo wrażliwych. Wymagają one stanowisk o wysokim pH, więc nie nadają się do uprawy na glebach o znacznym stopniu zakwaszenia ($\text{pH} < 5,5$), a co za tym idzie z dużą ilością aktywnych, toksycznych form glinu (Wiewióra, 1999).

Celem niniejszej pracy jest określenie sposobu dziedziczenia tolerancji na glin u kilku wybranych odmian pszenicy jarej oraz poszukiwanie źródeł odporności różnych od reprezentowanego przez brazylijską BH 1146. Takie odmiany mogą posłużyć jako materiał wyjściowy w pracach polskich hodowli, mających na celu podniesienie odporności pszenicy jarej na zakwaszenie gleby.

MATERIAŁ I METODA

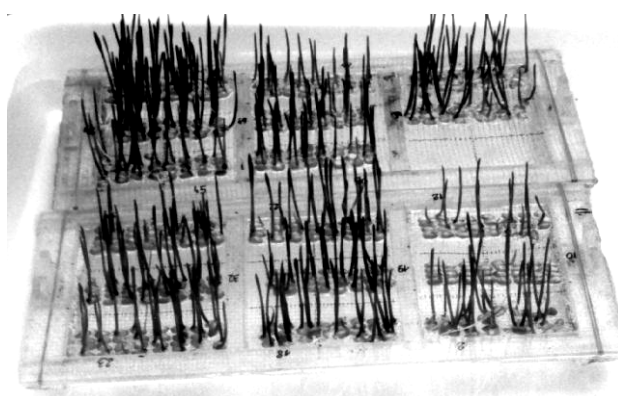
Badaniom poddano cztery odmiany pszenicy jarej: Carazinho (Brazylia), Ruivo Tardio A (Portugalia), Trigo des Acores (Portugalia), Barbela PI 185700 (Portugalia), tolerujące stężenie $592 \mu\text{M}$ Al w pożywce. Zostały one wyselekcjonowane na podstawie testów ponad 1600 obiektów zgromadzonych w Banku Genów Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Badano materiały pochodzące z prawie wszystkich rejonów geograficznych świata (Wiewióra, 1998).

Do określenia tolerancji na toksyczne działanie glinu zastosowano metodę kultur wodnych dla roślin zbożowych opracowaną przez Anioła w Pracowni Stresu Mineralnego IHAR (Anioł, 1981, 1985) (rys. 1 i 2). Metoda polega na pomiarze odrostu korzeni głównych po 24-godzinnym stresie glinowym. Określenie odrostu możliwe jest dzięki wybarwieniu korzeni Eriochrom cyjaniną R. Tak określona tolerancja w wystarczającym stopniu koreluje z reakcją roślin na toksyczność glinu w warunkach polowych (Fisher, Scott, 1983).



Rys. 1. Podkielkowane nasiona na polietylenowych siatkach w pożywce podstawowej nie zawierającej glinu

Fig. 1. Germinated seed on polyethylen mesh in basic medium without aluminium



Rys. 2. Czterodniowe siewki w pożywce z glinem (stężenie Al = 148 μ M)

Fig. 2. Four days old seedlings in basic medium with 148 μ M aluminium concentr

Wytypowane cztery odmiany o wysokiej tolerancji krzyżowano w warunkach polowych z wrażliwą odmianą Hanno, której korzenie zamierały już w stężeniu glinu w pożywce wynoszącym 148 μ M (Wiewióra, 1999). Wykonano także krzyżowania badanych

odmian z wzorcową odmianą BH 1146 o wysokiej tolerancji na glin i określonym sposobie dziedziczenia tej cechy oraz odmian badanych między sobą. W wyniku krzyżowania dysponowano około 30 ziarniakami F_1 każdej z kombinacji.

Przeprowadzono test w kulturach wodnych pokolenia mieszańcowego F_1 . Mieszańce F_1 zostały wysadzone na poletkach o powierzchni 2 m^2 w celu otrzymania pokolenia F_2 , umożliwiającego przeprowadzenie analizy rozszczeń. Przeprowadzono zbiór ręczny każdej rośliny osobno w celu uniknięcia zamieszania materiału. Analizę F_2 wykonano przedstawioną powyżej metodą hydroponiczną. Uzyskane wyniki poddano opracowaniu statystycznemu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Tolerancyjne odmiany rodzicielskie poddane testowi w stężeniu Al w pożywce wynoszącym $148\text{ }\mu\text{M}$ wykazały odrost 100% badanych siewek. Dla wrażliwej odmiany Hanno stężenie $148\text{ }\mu\text{M}$ Al jest najniższym stężeniem powodującym zahamowanie wzrostu i nieodwracalne uszkodzenie korzeni wszystkich siewek (tab. 1).

Tabela 1

Tolerancja badanych odmian na stężenie $148\text{ }\mu\text{M}$ glinu w pożywce
Tolerance of the investigated varieties to the $148\text{ }\mu\text{M}$ Al concentration in nutrient medium

Odmiana Variety	Liczba siewek tolerancyjnych Number of tolerant seedlings	Liczba siewek wrażliwych Number of sensitive seedlings	Procent siewek tolerancyjnych Percent of tolerant seedlings	Odrost korzenia głównego (mm) Primary root regrowth (mm)
Hanno	0	52	0	0
BH 1146	42	0	100	28
Carazinho	47	0	100	27
Trigo des Ac.	42	0	100	36
Ruivo (Tardio A)	41	0	100	32
Barbela PL185700	43	0	100	31

Mieszańce F_1 z kombinacji krzyżowań odmian tolerancyjnych z wrażliwą odmianą Hanno, odmian tolerancyjnych z wzorcową BH 1146 oraz odmian tolerancyjnych między sobą wykazywały odrost 100% siewek w stężeniu glinu $148\text{ }\mu\text{M}$.

Uzyskane w warunkach polowych pokolenie F_2 poddane testowi w kulturach wodnych w stężeniu Al w pożywce wynoszącym $148\text{ }\mu\text{M}$ wykazywało segregację przedstawioną w tabeli 2. Stężenie zostało ustalone na poziomie $148\text{ }\mu\text{M}$ w celu wyodrębnienia wszystkich mieszańców o tolerancji na glin wyższej od wrażliwej odmiany Hanno. W wyniku testowania pokolenia F_2 (tab. 2) pochodzącego z kombinacji krzyżowań Hanno z odmianami tolerancyjnymi uzyskano około 75% siewek tolerancyjnych i 25% siewek wrażliwych, co pozwalało wysunąć hipotezę, że tolerancja na glin u wyżej wymienionych odmian jest warunkowana przez jeden gen dominujący. Jedynie dla kombinacji Hanno $\times$ Barbela, gdzie pokolenie F_2 segregowało w stosunku 64% siewek tolerancyjnych do 36% siewek wrażliwych mamy do czynienia prawdopodobnie z innym sposobem dziedziczenia badanej cechy.

Tabela 2

Segregacja pokolenia F₂ na siewki tolerancyjne i wrażliwe na glin w stężeniu 148 μM Al
The segregation into aluminium-tolerant and aluminium-sensitive seedlings in F₂ at the 148 μM Al concentration

Kombinacja Cross	Liczba badanych siewek Number of tested seedlings	Liczba siewek tolerancyjnych Number of tolerant seedlings	Liczba siewek wrażliwych Number of sensitive seedlings	Procent siewek tolerancyjnych Percent of tolerant seedlings
Hanno x Ruivo (Tar. A)	481	358	123	74,4
Hanno x Barbela	456	292	164	64,0
Hanno x Carazinho	537	406	131	75,6
Hanno x Trigo des Ac.	405	311	94	76,8
Hanno x BH 1146	449	335	115	74,6
BH 1146 x Barbela	472	472	0	100
BH 1146 x Carazinho	545	545	0	100
BH 1146 x Trigo des Ac.	437	437	0	100
BH 1146 x Ruivo (Tar. A)	324	324	0	100
Barbela x Trigo des Ac	120	120	0	100
Barbela x Ruivo (Tar. A)	257	257	0	100
Trigo des Ac. x Ruivo (Tar. A)	321	321	0	100
Trigo des Ac. x Carazinho	369	369	0	100
Ruivo (Tar. A) x Carazinho	237	237	0	100
Barbela x Carazinho	390	390	0	100

Obliczenie wartości chi-kwadrat (Srb, i in., 1969) pozwoliło w przypadku kombinacji krzyżowań Hanno z odmianami BH-1146, Carazinho, Ruivo (Tardio A) i Trigo des Acores na przyjęcie z dużym prawdopodobieństwem schematu segregacji 3:1 (tolerancyjne: wrażliwe) (tab. 3). Na podstawie przedstawionej wyżej segregacji pokolenia F₂ oraz obliczonej wartości chi-kwadrat stwierdzono, że tolerancja na toksyczne działanie glinu u odmian BH-1146, Carazinho, Ruivo (Tardio A) i Trigo des Acores jest warunkowana jednym genem dominującym. Nie ustalono sposobu dziedziczenia dla odmiany Barbela.

Tabela 3

Wartość chi-kwadrat dla rozszczepienia 3:1 w pokoleniu F₂ z kombinacji krzyżowań pomiędzy pięcioma tolerancyjnymi odmianami pszenicy jarej i wrażliwą odmianą Hanno (stężenie Al = 148 μM)
Chi square value for the 3:1 segregation in F₂ generation from crosses between the five tolerant spring cultivars and the sensitive wheat Hanno (Al concentration 148 μM)

Kombinacja Cross	Obserwowano Observed		Przewidywano Expected		chi-kwadrat chi square χ^2	Prawdopodobieństwo Probability P
	R	S	R	S		
BH 1146	335	115	337	112	0,09	0,7 — 0,9
Carazinho	406	131	403	134	0,10	0,7 — 0,9
Ruivo (Tar.A)	358	123	361	120	0,08	0,7 — 0,9
Trigo des Ac.	311	94	304	101	0,69	0,3 — 0,5
Barbela	292	164	342	114	29,24	< 0,001

R — Tolerancyjne

R — Tolerant

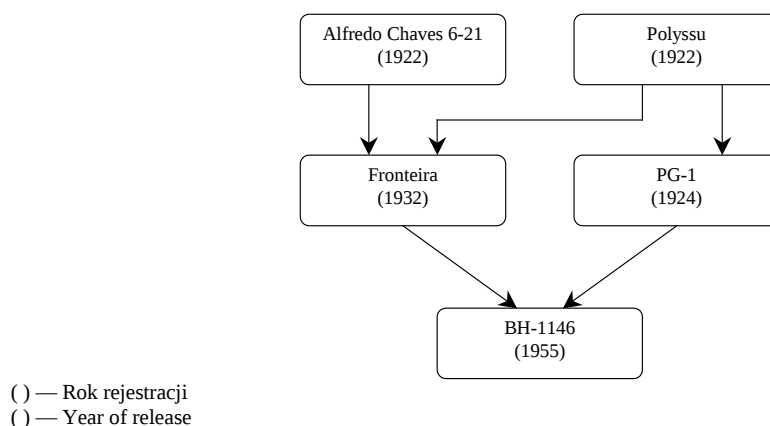
S — Wrażliwe

S — Sensitive

Lagos i wsp. (1991) stwierdzili, że za tolerancję na toksyczne działanie glinu w odmianie BH-1146 odpowiedzialny jest jeden gen dominujący, a potwierdzeniem tego są

uzyskane w niniejszej pracy wyniki. Na podstawie analizy monosomicznej autorzy stwierdzili, że gen ten znajduje się na chromosomie *4D*. Riede i Anderson (1996) określili metodą RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), że gen ten znajduje się na długim ramieniu (L) chromosomu *4D* i zaproponowali dla niego nazwę *Alt_{BH}*. Wcześniejsze badania stwierdzały, że tolerancja na glin dziedziczy się przez dwa niezależne geny dominujące z wysokim efektem addytywnym (Nodari i in., 1982; Camargo, 1981, 1984). Anioł (1991) krzyżował tolerancyjne odmiany BH-1146, Preludio, Carazinho i Fielder z ozimą pszenicą Grana. Badania segregacji pokolenia F₂ wykazały warunkowanie tolerancji przez dwa geny. Nie stwierdził natomiast różnic między badanymi odmianami.

Różnice w liczbie genów warunkujących tolerancję na toksyczne jony glinu uzyskane przez różnych autorów można tłumaczyć różnicami w stosowanych metodykach badań, różnicami w stężeniach glinu w pożywce i czasie ekspozycji, a także różnymi komponentami używanymi do krzyżowań. Nie stwierdzono segregacji pokolenia F₂ uzyskanego z kombinacji krzyżowań BH-1146 z badanymi odmianami tolerancyjnymi, co pozwala wnioskować, że reprezentują one takie samo źródło tolerancji na glin. Segregacji na osobniki tolerancyjne i wrażliwe nie stwierdzono także w wyniku testowania pokoleń F₂ kombinacji krzyżowań badanych odmian między sobą, co potwierdza powyższe wyniki o identyczności sposobu dziedziczenia tolerancji. Wydaje się prawdopodobne, że gen lub geny tolerancji na glin znajdujący się na chromosomie *4D* jest obecny w większości brazylijskich odmian tolerancyjnych. Gen tolerancji reprezentowany w BH 1146 pochodzi od odmian Alfredo Chaves 6–21 i Polyssu, co ilustruje rysunek 3 (De Sousa, 1998).



Rys. 3. Pochodzenie genu tolerancji na toksyczność glinu reprezentowanego przez BH-1146 (wg De Sousa, 1998)

Fig. 3. The origin of the tolerance to aluminum toxicity gene represented by BH-1146 (De Sousa, 1998)

Bliskość kulturowa Portugalii i Brazylii pozwala przypuszczać, że jest on także obecny w odmianach portugalskich, co częściowo potwierdza niniejsza praca. Różnice pomiędzy odmianami tolerancyjnymi i umiarkowanie tolerancyjnymi są prawdopodobnie rezultatem

działania genów modyfikatorów, takich jak zidentyfikowane przez Anioła (1984) w odmianie Chinese Spring na chromosomach 6AL, 7AS, 2DL, 4DL i 7D.

WNIOSKI

1. Tolerancja na toksyczne działanie glinu w odmianach BH-1146, Carazinho, Trigo des Acores i Ruivo (Tardio A) jest warunkowana jednym genem dominującym.
2. Wszystkie badane reprezentują takie samo źródło tolerancji, jak używany powszechnie standard tolerancji BH-1146.

LITERATURA

- Anioł A. 1981. Metody określania tolerancyjności zbóż na toksyczne działanie jonów glinu. Biul. IHAR 243: 3 — 14.
- Anioł A. 1985. Podstawy hodowli roślin odpornych na toksyczne działanie jonów glinu. Biul. IHAR 156: 185 — 193.
- Anioł A. 1989. Podstawy hodowli zbóż tolerancyjnych na niskie pH gleby. Biul. IHAR 171/172: 215 — 220.
- Anioł A. 1991. Genetics of acid tolerant plant. In: Plant-soil interactions at low pH. R. J. Wright et al. (eds.). Kluwer Acad. Publ.: 1007 — 1017.
- Anioł A., Gustafson J. P. 1984. Chromosome location of genes controlling aluminum tolerance in wheat, rye and triticale. Can. J. Genet. Cytol. 26: 701 — 705.
- Boguszewski W. 1980. Wapnowanie gleb. PWRiL, Warszawa.
- Camargo C. E. O. de 1981. Wheat improvement. I. The heritability of tolerance to aluminum toxicity. Bragantia 40: 33 — 45.
- Camargo C. E. O. de 1984. Wheat improvement. VI. Heritability studies on aluminum tolerance using three concentrations of aluminum in nutrient solutions. Bragantia 43: 279 — 291.
- Camargo C. E., Filho A. W. 2000. Sao Paulo State, Brazil Wheat Pool. In: The world wheat book. Bonjean A. P., Angus W. J. (eds.). Lavoisier Publishing: 550 — 577.
- De Sousa C. N. A. 1998. Classification of Brazilian wheat cultivars for aluminium toxicity in acid soils. Plant Breeding 117: 217 — 221.
- Fisher J. A., Scott B. J. 1983. Breeding wheats for tolerance to acid soils. Proc. Austr. Breeding Conf. Adelaide: 333.
- Hartwell B. L., Pember F. R. 1918. The presence of aluminium as a reason for the difference in the effect of so called acid soil on barley and rye. Soil Sci. 6: 259 — 279.
- Kinraide T. B. 1991. Identity of the rhizotoxic aluminium species. Plant and Soil 134: 167 — 178.
- Lagos M. B., Fernandes M. I. M., Camargo C. E. O. de, Federizzi L. C., Carvalho F. I. F. 1991. Genetics and monosomic analysis of aluminum tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Rev. Brasil. Genet. 14: 1011 — 1020.
- Llugany M., Poschenrieder C., Barcelo J. 1995. Monitoring of aluminium-induced inhibition of root elongation in four maize cultivars differing in tolerance to aluminium and proton toxicity. Physiol. Plant. 93: 265 — 271.
- Nodari R. O., Carvalho F. I. F., Federizzi L. C. 1982. Genetic bases of the inheritance of Al-toxicity tolerance in wheat genotypes. Pesq. Agropec. Bras. 17 (2): 269 — 280.
- Srb M., Owen R. D., Edgar R. S. 1969. Genetyka ogólna. PWN, Warszawa.
- Wiewióra M. 1998. Tolerancyjność form pszenicy jarej z Banku Genów IHAR Radzików na toksyczne działanie jonów glinu. Komunikat. Biul. IHAR 208: 61 — 66.
- Wiewióra M. 1999. Tolerancyjność polskich odmian i rodów pszenicy jarej na toksyczne działanie glinu. Biul. IHAR 212: 59 — 64.

ANNA STRZEMBICKA**KRYSTYNA SZWED-URBAŚ¹****ZBIGNIEW SEGIT¹**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

¹Instytut Genetyki i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza, Lublin

Charakterystyka wybranych odmian i linii *Triticum durum* pod względem odporności na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*)

Characterization of selected *Triticum durum* cultivars and lines with respect to their reaction to leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*)

Oceniano odporność 29 genotypów *Triticum durum*, w tym 16 odmian zagranicznych i 13 linii krajowych na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) w latach 1999–2000. Rośliny z poszczególnych form inokulowano w szklarni w stadium siewek czterema patotypami (izolatami) grzyba, zaś w polu mieszaniną tych patotypów w stadium 8–9 według skali Feeke’a. Dwanaście spośród badanych form (7 odmian i 5 linii) charakteryzowało się wysoką odpornością na rdzę brunatną w stadium siewek i w stadium rośliny dorosłej. Ośiem form (5 odmian i 3 linie) wykazało średnią odporność w warunkach polowych.

Słowa kluczowe: odporność, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Triticum durum*

The resistance to leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) was evaluated for 29 genotypes of *Triticum durum*, including 16 cultivars of foreign origin and 13 home lines, in the years 1999–2000. Plants from each of the above-mentioned forms were inoculated at the seedling stage in a greenhouse with four pathotypes of leaf rust and under field conditions in the 8–9 stage according to the Feeke’s scale, with a mixture of the pathogen cultures. Twelve tested forms (7 cultivars and 5 lines) showed a very high resistance to leaf rust at the seedling and adult plant stages. Eight genotypes (5 cultivars and 3 lines) showed a moderate adult plant resistance.

Key words: *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, resistance, *Triticum durum*

WSTĘP

Rdza brunatna pszenicy (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) jest jedną z poważniejszych chorób w skali światowej. Cechą charakterystyczną, która decyduje o ekonomicznym znaczeniu tej choroby jest systematyczność jej występowania w świecie oraz istotny wpływ na obniżenie plonu (Roelfs i in., 1992; McIntosh i in., 1995). W Polsce rdza brunatna pojawia się corocznie na pszenicy z różnym nasileniem w zależ-

ności od warunków pogodowych. Również plantacje pszenżyta w kraju są w coraz to większym stopniu zagrożone rdzą brunatną (Arseniuk i Czembor, 1992). Najtańszą i najskuteczniejszą metodą ochrony jest uprawa odmian odpornych. Ważne znaczenie ma dysponowanie aktualnymi i pełnymi danymi o odporności odmian i form wykorzystywanych w hodowli. Rdze należą do patogenów odznaczających się wysokim poziomem zmienności genetycznej i dużymi uzdolnieniami adaptacyjnymi. Istnieje ciągła konieczność poszukiwania źródeł odporności dla tworzenia nowych genotypów możliwych do wykorzystania w hodowli odpornościowej.

Pszenica twarda (*Triticum durum*) zaliczana jest do gatunków na ogół odpornych na rdzę brunatną (Casulli i in., 1983; Roelfs i in., 1992; Singh i in., 1992). Wysoka zawartość białka w ziarnie sprawia, że gatunek ten jest wykorzystywany do krzyżowań zarówno w hodowli pszenicy zwyczajnej, jak i pszenżyta (Szwed-Urbaś, 1997). Dotychczasowe krajowe opracowania, poświęcone odporności na choroby grzybowe form *Triticum durum*, dotyczą polowej oceny kolekcyjnego materiału (Szwed-Urbaś, 1988).

Celem niniejszej pracy była ocena wybranych odmian i linii jarej pszenicy twardej pod względem odporności na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) w warunkach prowokacyjnych z zastosowaniem inokulacji populacją grzyba o znanym składzie patogeniczności.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań było 16 odmian *Triticum durum* pochodzenia zagranicznego oraz 13 ustalonych morfologicznie linii wyprowadzonych z kilku kombinacji krzyżowań w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie. Wymieniony materiał badawczy odznaczał się dobrymi parametrami jakościowymi oraz wysokimi wartościami ważniejszych cech rolniczych (Szwed-Urbaś i Segit, 1996; Szwed-Urbaś, 1997).

Odporność roślin na *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* oceniono w stadium siewki w warunkach szklarniowych i w stadium rośliny dorosłej w polu w latach 1999–2000 w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Krakowie.

W szklarni siewki zakażano w fazie drugiego liścia wybranymi czterema patotypami (izolaty) *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*: 4c, 40b, 83c, 95b. Wymienione patotypy wystąpiły w ostatnich latach z dużą częstotliwością w krajowej populacji patogena (Strzembicka, 1997; Mesterhazy i in., 2000), charakteryzując się określoną kombinacją wirulencji/awirulencji w stosunku do 15 linii izogenicznych NIL z genami odporności *Lr*:

patotyp wirulencja/awirulencja

4c *Lr2c*, *Lr3*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr21*, *Lr26*, *Lr28/Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*.

40b *Lr3*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr21*, *Lr26/Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr28*.

83c *Lr3*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr21*, *Lr26*, *Lr28/Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*.

95b *Lr2b*, *Lr2c*, *Lr3*, *Lr11*, *Lr15*, *Lr17*, *Lr21*, *Lr26/Lr1*, *Lr2a*, *Lr9*, *Lr19*, *Lr23*, *Lr24*, *Lr28*.

Po 12-dniowej inkubacji w kontrolowanych warunkach (komora klimatyczna — temperatura 18–22°C) przeprowadzono ocenę porażenia siewek według skali, w której stopnie: 0, 1, 2 — oznaczają odporność, 3, 4 — wrażliwość, X — różne typy reakcji na tych samych roślinach (Strzembicka, 1997).

W polu odmiany wysiano w jednym powtórzeniu, po 2 rzędkie, z kontrolną odmianą podatną Kolibri (co 5 poletko). Rośliny inokulowano w stadium 8–9 według skali Feekesa przez opryskiwanie zawiesiną uredospor sporządzoną z mieszaniny w.w. 4 izolatów rdzy (z dodatkiem Tween 20). Inokulowano pas roślin o szerokości 50 cm każdego dwurzędkowego poletka. Wariant kontrolny stanowiły rośliny nieinokulowane z przeciwnej strony poletka oraz odmiana podatna. Ocenę stopnia porażenia przeprowadzono po 2 i 4 tygodniach po inokulacji w skali 9-stopniowej: 9 — odporny, 1 — wrażliwy, w pierwszym roku badań. Dla porównania, w drugim roku badań oszacowano nasilenie choroby i typ infekcji stosując zmodyfikowaną, procentową skalę Cobba (Mesterhazy i in., 2000). Skala uwzględnia procent powierzchni liści pokrytej plamami nekrotycznymi, urediami rdzy z chlorozą lub bez np.: 5R, 40MR, 50MS, 60S, gdzie — R — odporny, MR — średnio odporny, MS — średnio wrażliwy, s — wrażliwy, t — ślad.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki oceny 29 genotypów pszenicy twardej *Triticum durum*, pod względem odporności na rdzę brunatną *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, przeprowadzonej w latach 1999–2000 w warunkach sztucznej inokulacji w szklarni i w polu wskazują, że przeważająca liczba ocenianych form odznaczała się odpornością na tę chorobę (tab. 1 i 2). Spośród 16 testowanych odmian 8 odznaczało się wysoką odpornością w stadium siewek w warunkach szklarniowych na wybrane izolaty patogena. Natomiast do najbardziej wrażliwych należy zaliczyć 4 odmiany (Exodur, Biodur, Escal i Ambral). Wysoką odpornością także w warunkach szklarniowych charakteryzowało się 8 linii LGR, zaś 2 linie (LGR 1360/29b, LGR 1359/8) wykazały wysoką wrażliwość (tab. 1).

Analizując wyniki oceny porażenia rdzą w warunkach polowych można zauważyć, że zdecydowana większość testowanych form wykazuje wysoką i średnią odporność w stadium rośliny dorosłej (w stopniu 9–7, reakcja R i MR). Wysoką odporność stwierdzono u 7 odmian i 5 linii, zaś średnią odpornością odznaczało się 5 odmian i 3 linie (tab. 2).

Wśród badanej grupy odmian żadna nie wykazała wysokiej wrażliwości na rdzę brunatną w stadium rośliny dorosłej, natomiast do wrażliwych należy zaliczyć linię LGR 1359/8 (podatna także w stadium siewek). Wzorzec podatności — odmiana Kolibri została porażona w wysokim stopniu w szklarni i w polu.

Reasumując należy stwierdzić, że spośród 29 form pszenicy twardej *Triticum durum* ocenianych pod względem odporności na rdzę brunatną *P. recondita* f. sp. *tritici* dwanaście charakteryzowało się wysoką odpornością zarówno w stadium siewek, jak i rośliny dorosłej (7 odmian i 5 linii), zaś osiem form wykazało średnią odporność w stadium rośliny dorosłej.

Tabela 1

**Reakcja form *Triticum durum* w stadium siewek w szklarni na wybrane patotypy
Puccinia recondita f. sp. *tritici***
**Reaction of *Triticum durum* forms to selected pathotypes of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*
at the stage of seedling in greenhouse**

Odmiana, linia Cultivar, line	Pochodzenie Origin	Patotypy <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> Pathotypes <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i>			
		4c	40b	83c	95b
Exodur	FRA	4*	4	4	4
Ixos	FRA	0	0	0;	0
Brindur	FRA	4	0	4	0
Exceldur	FRA	4	4	2	3
Agridur	FRA/PRT	2	1	1	1
Galadur	FRA	2	2	1	1
Duriac	FRA	0	0	0	0
Messapia	ITA	0	0	0	1
Salentino	ITA	0	0	0	0
Lloyd	FRA	0	0	4	2
Biodur	FRA	4	4	4	4
Escal	FRA	4	4	4	4
Epidur	FRA	2	1	2	1
Salapia	ITA	0	0	1	1
Cosmodur	FRA	2	4	4	4
Ambral	FRA	4	4	4	4
LGR 896/23	POL	2	2	2	2
LGR 9/776/90	POL	2	X	X	3
LGR 899/17/a	POL	1	2	1	1
LGR 8/780/90	POL	3	X	X	3
LGR 1359/33	POL	1	0	0	0
LGR 896/64a	POL	0	2	2	2
LGR 896/59b	POL	1	2	2	2
LGR 896/75a	POL	1	2	2	0
LGR 1359/8	POL	4	4	4	4
LGR 899/62a	POL	2	X	X	2
LGR 1360/29b	POL	4	4	4	4
LGR 900/3a	POL	0	1	1	2
LGR 899/1	POL	2	1	1	1
Kolibri — kontrola (control)	DEU	4	4	4	4

*— Ocena wg skali 0, 1 — Odporny, 2 — Średnio odporny, 3, 4 — Wrażliwy

*— Score scale: 0, 1 — Resistant, 2 — Moderately resistant, 3, 4 — Susceptible

X — Różne typy reakcji na tych samych roślinach

X — Intermediate

Zagadnienie odporności pszenicy twardej *Triticum durum* na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) było przedmiotem wielu badań, co znalazło odbicie w licznych publikacjach (Pasquini i in., 1979; Dmitriev i Gorshkov, 1980; Casulli i in., 1983; Saini i in., 1988; Szwed-Urbaś, 1988; Singh i in., 1992; Hornao i Rao, 1996 a, 1996 b; Sharma i in., 1996). Badania wykazały duże zróżnicowanie pod względem odporności na rdzę w obrębie tego gatunku pszenicy, liczne formy *Triticum durum* charakteryzowały się odpornością w stadium siewek, jak i w stadium rośliny dorosłej. Publikowane wyniki badań wskazują, że odporność u wielu form *Triticum durum* kontrolowana jest genem *Lr23*, także w niektórych przypadkach genem *Lr3*, *Lr10* i *Lr13* (Saini i in., 1988; Singh i in., 1992; Sharma i in., 1996). Gen *Lr13* warunkuje odporność na liczne patotypy rdzy brunatnej

głównie w stadium rośliny dorosłej (McIntosh i in., 1995). Zhang i Knott, 1990; Singh i in., 1992; Sharma i in., 1996 donoszą także o kilku niezidentyfikowanych dotąd genach odporności na rdzę brunatną u badanych form *Triticum durum*.

Tabela 2

Reakcja form *Triticum durum* na porażenie rdzą brunatną po inokulacji w polu w latach 1999–2000
Reaction of *Triticum durum* forms to leaf rust after inoculation in field in 1999–2000

Odmiana, linia Cultivar, line	Lata Years	
	1999	2000
Exodur	7 *	40MR **
Ixos	9	R
Brindur	7	30MR
Exceldur	7	30MR
Agridur	6	40MS
Galadur	8	tR
Duriac	9	R
Messapia	9	R
Salentino	9	R
Lloyd	7	40MR
Biodur	6	40MS
Escal	5	60MS
Epidur	8	R
Salapia	9	R
Cosmodur	7	30MR
Ambral	5	60MS
LGR 896/23	7	30MR
LGR 9/776/90	8	tR
LGR 899/17/a	8	5R
LGR 8/780/90	6	30MS
LGR 1359/33	9	R
LGR 896/64a	7	40MR
LGR 896/59b	9	R
LGR 896/75a	7	40MR
LGR 1359/8	4	30S
LGR 899/62a	6	40MS
LGR 1360/29b	5	70MS
LGR 900/3a	9	R
LGR 899/1	5	60MS
Kolibri — kontrola (control)	2 — 3	60S — 80S

* — Skala 9 stopniowa: 9 — Odporny, 1 — Wrażliwy

* — 9 Score scale: 9 — Resistant, 1 — Susceptible

** — Według zmodyfikowanej procentowej skali Cobba: R = Odporny, t = Ślad, MR = Średnio odporny

MS = Średnio wrażliwy, s = Wrażliwy

** — Scoring according to the modified Cobb's scale: R = Resistant, t = Trace, MR = Moderately resistant

MS = Moderately susceptible, s = Susceptible

Przeprowadzone badania w warunkach sztucznej inokulacji rdzą brunatną pozwoliły dokładniej ocenić poziom odporności poszczególnych odmian i linii pszenicy twardej. Formy o wysokiej odporności mogą stanowić interesujący materiał wyjściowy do krzyżowań z pszenicą zwyczajną lub z żytem w hodowli pszenżyta. Patotypy (izolaty) wykorzystane w badaniach w ostatnich latach przeważają w populacji rdzy (Strzembicka, 1997;

Mesterhazy i in., 2000). Zatem odporność przeciwko nim powinna być uwzględniona w każdym obiecującym materiale wyjściowym dla potrzeb hodowli odpornościowej.

Wykorzystując metodę sztucznej inokulacji należałoby poddać wymienione linie ocenie pod względem odporności na pozostałe dwa gatunki rdzy: rdzę żdźbłową (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) i rdzę żółtą (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*).

WNIOSKI

Badanie odporności na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) odmian i linii *Triticum durum*, z wykorzystaniem metody sztucznej inokulacji, pozwoliły na wyodrębnienie genotypów o wysokiej odporności na tę chorobę.

LITERATURA

- Arseniuk E., Czembor H. J. 1992. Hodowlane aspekty badań chorób pszenżyta, żyta i pszenicy. Zesz. Probl. IHAR, Cz. II. i III: 65 — 76.
- Casulli F., Siniscalco A., Tommasi F. 1983. Reaction of durum and bread wheat to some physiological races of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Phytopatologia Mediterranea, 22, 3: 147 — 151.
- Dmitriev A. P., Gorshkov A. K. 1980. The results of some wheat rust investigations in Ethiopia. Proc. fifth European and Medit. Cereal Rust Conf. Bari, Rome, Italy: 157 — 159.
- Hornao B. K., Rao V. S. P. 1996 a. Sources of resistance to race 77 of leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) in durum wheat. Part I. Seedling resistance. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, 24, 1/2: 39 — 43.
- Hornao B. K., Rao V. S. P. 1996 b. Sources of resistance to race 77 of leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) in durum wheat. Part II. Adult plant resistance. Cereal Rust and Powdery Mildews Bulletin, 24, 1/2: 44 — 48.
- McIntosh R. A., Wellings C. R., Park R. F. 1995. Wheat rusts: an atlas of resistance genes. CSIRO, Australia. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 200 pp.
- Mesterhazy A., Bartos P., Goyeau H., Niks E. R., Csosz M., Andersen O., Casulli F., Ittu M., Jones E., Ministerski J., Manninger K., Pasquini M., Rubiales D., Schachermayr G., Strzembicka A., Szunics I., Todorova M., Unger O., Vanco B., Vida G., Walther U. 2000. European virulence survey for leaf rust in wheat. Agronomie 20. INRA EPD Sciences: 793 — 804.
- Pasquini M., Gras M.A., Zitelli G. 1979. Virulence genes present in population of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* and *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Italy during 1977 and 1979. Cereal Rusts Bull. 7: 8 — 15.
- Roelfs A. P., Singh R. O. Saari E. E. 1992. Rust disease of wheat. Concepts and methods of disease management. CIMMYT Mexico, 81 pp.
- Saini R. G., Gupta A. K., Gupta S. 1988. Diverse genes for leaf rust resistance for some durum wheats. Plant Dis. Res. 3: 96 (Abst.).
- Sharma S. C., Saini R. G., Goel R. K. 1996. Diversity for new leaf rust resistance genes in some macaroni wheat accessions. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, 24, 1/2: 35 — 38.
- Singh H., Dhalival H. S., Gill K. S. 1992. Diversity for leaf rust resistance in *Triticum durum* germplasm. Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin, 20, 1/2: 62 — 67.
- Strzembicka A. 1997. Virulence of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in Poland. J. Appl. Genet. 38B: 101 — 105.
- Szwed-Urbaś K. 1988. Polowa ocena odporności na choroby grzybowe w kolekcji *Triticum durum* Desf. Biul. IHAR 168: 13 — 20.
- Szwed-Urbaś K. 1997. Wyniki oceny materiałów kolekcyjnych *Triticum durum* Desf. w 1996 roku. Biul. IHAR 203: 115 — 127.
- Szwed-Urbaś K., Segit Z. 1996. Wartość ważniejszych elementów plonowania *Triticum durum* z uwzględnieniem interakcji genotypowo-środowiskowej. Biul. IHAR 200: 291 — 297.
- Zhang H., Knott D. R. 1990. Inheritance of leaf rust resistance in durum wheat. Crop Sci. 30: 1218 — 1222.

ALICJA SUŁEK**JAN MAZUREK**

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plon i cechy plonotwórcze nowych odmian pszenicy jarej

The influence of agrotechnical factors on grain yield and yield components of new spring wheat cultivars

W latach 1998–2000 przeprowadzono jeden eksperyment wazonowy oraz dwa mikropoletkowe w celu określenia reakcji nowych odmian pszenicy jarej na dawki azotu, gęstość i termin siewu. Stwierdzono, że odmiany pszenicy jarej miały niejednakowe wymagania w stosunku do badanych czynników.

Słowa kluczowe: gęstość siewu, nawożenie, odmiana, plon ziarna, pszenica jara, struktura plonu, termin siewu

The effects of sowing time, sowing density and nitrogen fertilization on grain yield and its components were tested for new spring wheat cultivars in a pot experiment conducted in the years 1999 and 2000. The investigated forms showed different requirements in regard to all the experimental factors.

Key words: cultivar, grain yield, N-fertilization, sowing density, sowing time, spring wheat, yield components

WSTĘP

Termin siewu, ilość wysiewu i nawożenie azotem zalicza się do podstawowych czynników agrotechnicznych pszenicy jarej, ponieważ w istotnym stopniu modyfikują one wzrost i rozwój, a tym samym budowę łanu i produktywność kłosów tego zboża. (Podolska i Mazurek, 1999). Wcześniejsze badania wykazały, że poszczególne odmiany pszenicy jarej reagują niejednakowo na zmiany wymienionych czynników, zatem mają w odniesieniu do nich niejednakowe wymagania (Mazurek i Sułek, 1995, 1997, 2000; Ruszkowski i in., 1991).

Uzyskanie plonów ziarna adekwatnych do potencjalnych możliwości określonej odmiany jest możliwe tylko w warunkach spełnienia jej wymagań agrotechnicznych, dlatego konieczne jest poznanie tych wymagań w przypadku nowych odmian.

Celem pracy było określenie wymagań agrotechnicznych odmian pszenicy jarej ocenionych w doświadczeniach COBORU w latach 1998–2000.

MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono w Puławach w latach 1998–2000, wykonując 3 odrębne doświadczenia, w których uwzględniono 9 odmian pszenicy jarej (tab. 1). Doświadczenie z gęstością i terminem siewu przeprowadzono na nieobetonowanych mikropoletkach, o powierzchni do zbioru 1 m², zlokalizowanych na glebie kompleksu pszennego dobrego. W doświadczeniu z gęstością siewu uwzględniono 3 obsady roślin po wschodach: 300, 450, 600 sztuk na 1 m². W doświadczeniu z terminami siewu uwzględniono terminy: najwcześniejszy, jaki był możliwy w danym roku, oraz opóźnione o 10 i 20 dni w stosunku do najwcześniejszego. Siew wykonano ręcznie, punktowo w rozstawie 11 x 2 cm. Doświadczenia prowadzono w cyklach dwuletnich, metodą bloków losowych, w trzech powtórzeniach. Nawożenie mineralne wynosiło: 80 kg P₂O₅, 100 kg K₂O, 90 kg N na ha. Doświadczenie z różnymi dawkami azotu założono w wazonach Mitscherlicha metodą serii niezależnych w czterech powtórzeniach. Uwzględniono 3 dawki N; 1,2; 2,4 i 3,6 g N/wazon. Liczba roślin w wazonie wynosiła 10 sztuk. Wazon wypełniono glebą pseudobielicową zmieszaną z piaskiem wiślanym w stosunku 5:2, w ilości 7 kg. Azot podano w formie NH₄NO₃, stosując ½ dawki przed siewem i ½ dawki w fazie strzelania w źdźbło. Nawożenie pozostałymi składnikami na wazon wynosiło: P₂O₅ — 1 g w postaci KH₂PO₄, K₂O — 1,5 g w postaci K₂SO₄, Mg — 0,6 g w postaci MgSO₄ 7H₂O. Ponadto do podłoża dodano żelazo (50 mg), bor 5 mg) i miedź (3 mg). Wilgotność gleby utrzymywano przez cały okres wegetacji na poziomie 60% pojemności wodnej. Zbiór wykonano w fazie dojrzałości pełnej, oznaczając z poletka (wazonu): plon ziarna, liczbę roślin w okresie zbioru, liczbę kłosów oraz krzewienie produkcyjne, plon ziarna z rośliny i kłosa, liczbę ziaren z rośliny i kłosa oraz zawartość białka ogólnego w ziarnie. Wyniki pomiarów i oznaczeń opracowano statystycznie określając istotność różnic za pomocą testu Tukeya, przy P = 0,95.

WYNIKI

Wpływ terminu siewu

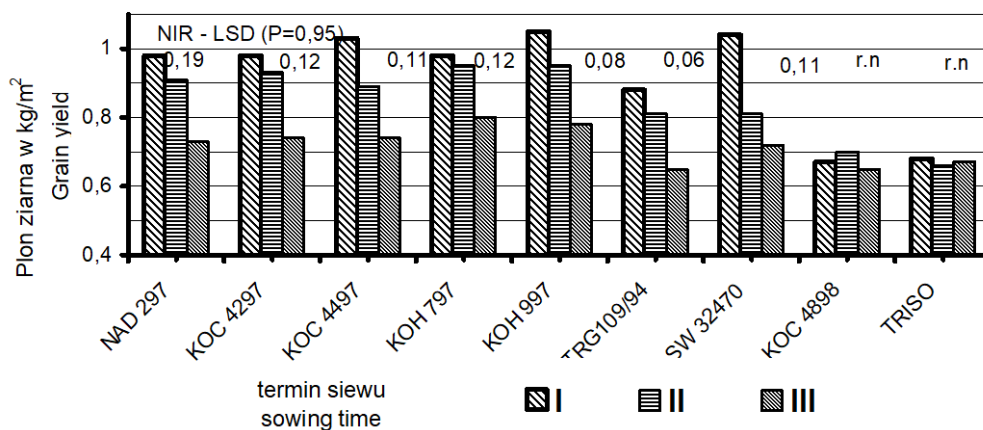
Plon ziarna badanych odmian ulegał niejednakowym zmianom pod wpływem opóźnienia terminu siewu. Plon ziarna większości odmian zmniejszał się w miarę opóźnienia siewu (rys. 1), ale tempo redukcji plonu było związane z cechami odmian. Najbardziej wrażliwe na opóźnienie siewu okazały się odmiany KOC 4497, KOH 997,

Tabela 1

Elementy struktury plonu badanych odmian pszenicy jarej w zależności od terminu siewu
The yield components of the spring wheat varieties and strains depending on sowing time

Cechy struktury plonu Yield components	Odmiany wrażliwe na opóźnienie terminu siewu: KOC 4497, KOH 997, SW 33470 The cultivars sensitive to sowing delay			Odmiany nie wykazujące istotnej obniżki plonu na opóźnienie siewu o 10 dni: NAD 297, KOC4297, KOH 797, STRG 109/94 No significant yield decrease at 10 day delay of sowing time			Odmiany nie wykazujące istotnej obniżki plonu na opóźnienie siewu o 20 dni: Triso, KOC 4898 No significant yield decrease at 20 day delay of sowing time		
	termin siewu sowing time								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Plon ziarna z m ² w kg Grain yield per 1m ² (kg)	1,04	0,88	0,67	0,95	0,90	0,75	0,67	0,70	0,67
Liczba roślin z m ² Number of plants per 1 m ²	411	387	404	397	383	410	400	409	386
Liczba kłosów z 1 m ² Number of ears per 1 m ²	699	619	566	635	651	656	640	613	540
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains (g)	42,6	42,5	38,8	43,5	43,0	40,6	39,3	40,1	39,7
Plon z rośliny (g) Grain yield per plant (g)	2,54	2,30	1,67	2,40	2,37	1,82	1,70	1,71	1,77
Masa ziarna z kłosa (g) Weight of grain per head (g)	1,51	1,41	1,19	1,47	1,39	1,14	1,04	1,14	1,25
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	59,8	54,2	43,0	55,1	55,6	44,1	43,3	42,7	43,5
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per head	35,5	33,3	30,6	33,6	32,1	28,2	26,5	28,5	31,8
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	1,7	1,6	1,4	1,6	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4

SW 32470. Mniej wrażliwe, tj. plonujące podobnie przy pierwszym i drugim terminie siewu były odmiany NAD 297, KOC 4297, KOH 797, STRG 109/94. Wysiew w terminie opóźnionym o 20 dni w stosunku do optymalnego spowodował spadek plonu wszystkich odmian, z wyjątkiem Triso i KOC 4898, u których plon i wartości elementów struktury plonu nie zależał od uwzględnionych terminów siewu (rys. 1., tab. 1).



Rys. 1. Plonowanie odmian pszenicy jarej w zależności od terminu siewu
Fig. 1. Grain yield of the spring wheat cultivars depending on sowing time

Odmiany wymagające siewu w terminie optymalnym obniżały poziom plonowania w miarę opóźnienia terminu siewu, co było związane zarówno z redukcją krzewienia produkcyjnego, jak też zmniejszaniem płodności kłosa. Zmniejszenie krzewienia produkcyjnego powodowało obniżkę liczby kłosów na jednostce powierzchni pola, a ograniczenie płodności kłosa było wynikiem mniejszej liczby ziaren w kłosie, do tego gorzej wykształconych (tab. 1). Liczba roślin w okresie zbioru pszenicy nie uległa zmianom pod wpływem terminu siewu, ale płodność pojedynczej rośliny malała w miarę opóźnienia siewu omawianej grupy odmian pszenicy.

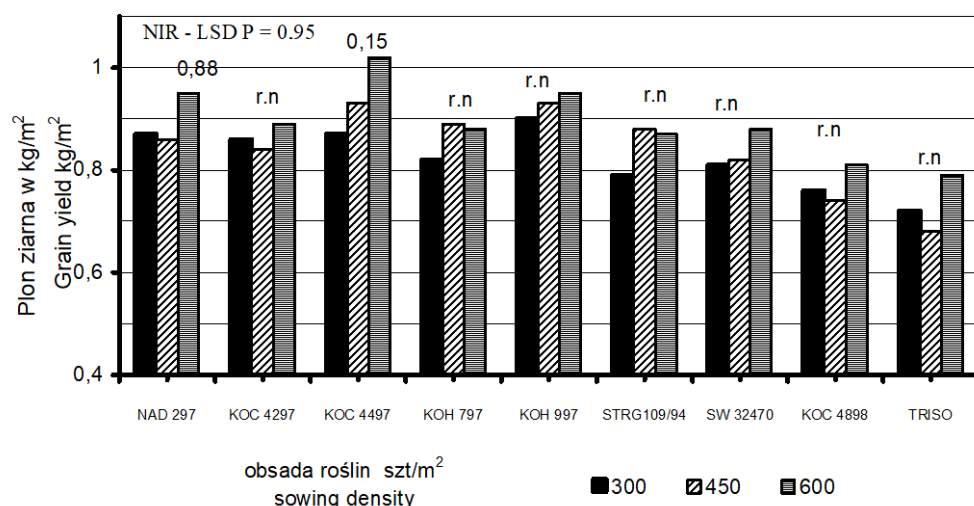
Odmiany nie wykazujące istotnej obniżki plonu ziarna w skutek opóźnienia terminu siewu o 10 dni, ale plonujące niżej przy siewie późnym charakteryzowały się podobnymi wartościami płodności kłosa i rośliny oraz masy 1000 ziaren w przypadku siewu w pierwszym i drugim terminie oraz niższymi przy siewie w pierwszym i drugim terminie oraz niższymi przy siewie w terminie trzecim (tab. 1).

Dwie odmiany (Triso i KOC 4898) okazały się obojętne na termin siewu, ponieważ nie różnicowały plonowania i wartości cech struktury plonu przy uwzględnionych terminach siewu (rys. 1, tab. 1).

Uzyskane wyniki potwierdzają wyniki z lat poprzednich o niejednakowych wymaganiach odmian pszenicy jarej w stosunku do terminu siewu (Mazurek i Sułek, 1997, 2000).

Wpływ ilości wysiewu

Zróznicowanie plonu ziarna z poletka poszczególnych odmian, w zależności od ilości wysiewu (rys. 2) wykazuje możliwości wydzielenia dwóch grup odmian różniących się reakcją na badany czynnik.



Rys. 2. Plonowanie odmian pszenicy jarej w zależności od gęstości siewu.
Fig. 2. Grain yield of the spring wheat cultivars depending on plant density

Odmiany: KOC 4297, KOC 4898, KOH 797, KOH 997, STRG 109/94, SW 32470 i Triso charakteryzowały się podobnym plonowaniem przy uwzględnionych ilościach wysiewu, więc można je uznać za wymagające małych ilości wysiewu. Odmiany reagowały dużym spadkiem liczby ziaren z kłosa na skutek zwiększenia ilości wysiewu, ale jednocześnie zwiększały obsadę kłosów, co w pełni kompensowało straty powodowane mniejszą produktywnością kłosa (tab. 2).

Odmiany NAD 297 i KOC 4497 plonowały wyżej przy ilości wysiewu 600 roślin na 1m² (rys. 2), więc zaliczono je do grupy wymagającej gęstych siewów. U tych odmian wykształcenie ziarna nie zależało od gęstości siewu, dlatego redukcja plonu z kłosa była mniejsza niż w grupie pierwszej, oraz ujawniło się korzystne oddziaływanie obsady kłosów na plon ziarna z m² (tab. 2).

Uzyskane wyniki potwierdzają dane literatury (Mazurek i Sułek, 1995; Mazurek i Sułek, 1997) o istotnym zróżnicowaniu wymagań odmian pszenicy jarej w stosunku do ilości wysiewu.

Tabela 2

**Wpływ ilości wysiewu na strukturę plonu dwóch grup odmian pszenicy jarej o różnej reakcji
na ilość wysiewu**
**Influence of sowing density on yield structure of two groups of spring wheat cultivars with different
reaction to sowing density**

Cechy struktury plonu Yield components	Odmiany wymagające mniejszej ilości wysiewu: KOC 4297, KOC 4898, KOH 797, KOH 997, STRG 109/94, SW 32470, Triso Cultivars with low sowing density demand			Odmiany wymagające większej ilości wysiewu: NAD 297, KOC 4497 Cultivars with high sowing density demand		
	liczba roślin po wschodach na 1 m ² no. of plants/m ² after emergence					
	300	450	600	300	450	600
Plon ziarna z m ² Grain yield per 1 m ²	0,84	0,87	0,86	0,87	0,89	1,01
Liczba roślin z m ² Number of plants per 1 m ²	268	394	517	267	388	526
Liczba kłosów z 1 m ² Number of ears per 1 m ²	590	670	724	561	621	736
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains (g)	41,5	41,7	40,9	42,6	42,3	42,4
Plon ziarna z rośliny (g) Grain yield per plant (g)	3,15	2,21	1,67	3,25	2,29	1,92
Masa ziarna z kłosa w (g) Weight of grain per head (g)	1,43	1,30	1,19	1,55	1,43	1,37
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	71,9	51,8	40,7	76,5	54,6	45,6
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per head	34,5	31,1	29,0	36,3	33,8	32,4
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	2,2	1,7	1,4	2,1	1,6	1,4

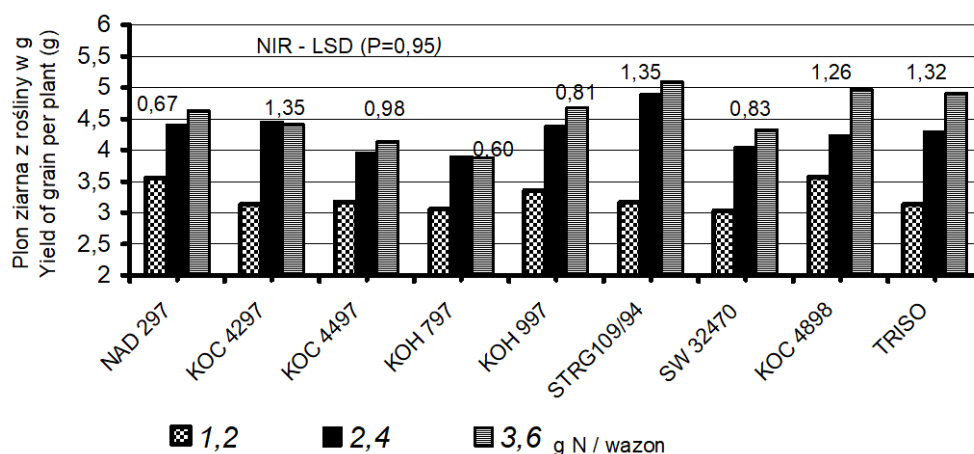
Wpływ nawożenia azotem

Analiza plonowania badanych odmian pszenicy jarej daje podstawę do wydzielenia dwóch grup odmian różniących się reakcją na nawożenie azotem:

- odmiany reagujące zwiększają plonu na duże dawki azotu: KOC 4898 i Triso,
- odmiany reagujące zwiększają plonu na średnią dawkę azotu (2,4 g N/wazon) i nie dające istotnej zwiększki plonu przy dalszym zwiększeniu dawek nawozu: NAD 297, KOC 4297, KOC 4497, KOH 797, KOH 997, STRG 109/94, SW 32470 (rys. 3).

U odmian reagujących na duże dawki azotu stwierdzono istotne zwiększenie liczby ziaren z rośliny i kłosa oraz istotne zwiększenie rozkrzewienia produkcyjnego. Odmiany grupy drugiej reagowały zwiększeniem elementów struktury plonu przy średniej dawce oraz utrzymanie tych wartości przy dalszym zwiększeniu dawki azotu (tab. 3).

Wyniki badań uzasadniają tezę postawioną w badaniach wcześniejszych (Mazurek i Sułek, 1995) o genetycznym uwarunkowaniu reakcji odmian na nawożenie azotem. Odmiany grupy pierwszej prawdopodobnie intensywniej pobierają azot przez cały okres wegetacji, co umożliwia wzrost krzewistości produkcyjnej, jak i liczby zawiązanych ziaren w kłosie.



Rys. 3. Plonowanie odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotem
Fig. 3. Grain yield of spring wheat cultivars in relation to nitrogen fertilization

Tabela 3

Struktura plonu odmian pszenicy jarej w zależności od nawożenia azotem
The yield components of the spring wheat cultivars in relation to nitrogen fertilization

Cechy struktury plonu Yield components	Odmiany reagujące istotną wyższą plonu na duże dawki N: KOC 4898, Triso Cultivars responding significantly to the high nitrogen rate			Odmiany reagujące istotną wyższą plonu na średnią dawkę N: NAD 297, KOC 4297, KOC 4497, KOH 797, KOH 997, STRG 109/94, SW 32470 Cultivars responding significantly to the low nitrogen rate		
	dawka azotu (N — g/wazon) rate of nitrogen (N — g/pot)					
	1,2	2,4	3,6	1,2	2,4	3,6
Plon ziarna z rośliny w (g) Grain yield per plant (g)	3,35	4,43	4,98	3,07	4,91	4,91
Liczba kłosek w kłose Number of grains per head	17,0	17,9	18,6	18,7	19,1	19,4
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains (g)	36,4	39,6	35,6	40,4	42,7	42,0
Masa ziarna z kłosa w (g) Weight of grains per head (g)	1,14	1,39	1,42	1,62	2,13	2,22
Liczba ziaren z rośliny Number of grains per plant	92,0	107,7	138,9	77,1	97,6	102,2
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per head	31	35	40	40	50	53
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	3,0	3,2	3,5	1,9	2,3	2,2

Zawartość białka w ziarnie była związana z właściwościami odmian oraz poziomem nawożenia azotem (tab. 4). W miarę zwiększania dawek azotu wzrosła zawartość białka w ziarnie wszystkich odmian pszenicy jarej. Zróżnicowanie zawartości białka w zależności od odmian była większa przy stosowaniu małej dawki nawożenia N. Odmianami wyróżniającymi się większą zawartością białka były KOC 4898 i Triso (tab. 4).

Tabela 4

Zawartość białka ogółem w (%) w ziarnie pszenicy jarej w zależności od dawki azotu
Total protein content of spring wheat kernels depending on nitrogen fertilization

Odmiany Cultivars	Dawki azotu (N — g /wazon) Rate of nitrogen (N — g/pot)		
	1,2	2,4	3,6
	zawartość białka ogółem w % total protein content (%)		
NAD 297	9,1	13,4	14,3
KOC 4297	10,9	13,0	13,5
KOC 4497	10,9	13,2	13,1
KOH 797	10,7	12,7	14,8
KOH 997	10,0	13,5	13,5
STRG 109/94	11,1	13,2	14,3
SW 32470	11,9	13,2	13,7
KOC 4898	14,1	14,2	15,3
Triso	14,2	14,2	14,9

WNIOSKI

1. Badane odmiany pszenicy jarej różniły się wymaganiami odnośnie terminu siewu. Zakwalifikowano je do trzech grup:
 - odmiany wrażliwe na każde opóźnienie terminu siewu: KOC 4497, KOH 997, SW 32470,
 - odmiany znoszące opóźnienie terminu siewu do 10 dni: NAD 297, KOC 4297, KOH 797, STRG 109/94,
 - odmiany mało wrażliwe na termin siewu: KOC 4898, Triso.
2. Wydzielono dwie grupy odmian różniących się wymaganiami w stosunku do ilości wysiewu:
 - wymagające mniejszej ilości wysiewu około (300-400 ziaren m²): KOC 4297, KOH 797, KOH 997, STRG 109/94, SW 32470, KOC 4898, Triso,
 - wymagające gęstych siewów (około 600 ziaren na 1 m²): NAD 297, KOC 4497.
3. Uwzględnione w doświadczeniu odmiany pszenicy jarej można zaliczyć do dwu grup różniących się reakcją na nawożenie azotem:
 - produktywnie wykorzystujące dużą dawkę azotu: KOC 4898, Triso,
 - wymagające średniej dawki azotu: NAD 297, KOC 4297, KOC 4497, KOH 797, KOH 997, STRG 109/94, SW 32470.
4. Zawartość białka w ziarnie była związana z cechami odmianowymi oraz poziomem nawożenia azotem. Odmiany KOC 4898 i Triso wyróżniały się większą zawartością białka w ziarnie.

LITERATURA

- Mazurek J., Sułek A. 1995. Wpływ ilości wysiewu na plonowanie i strukturę plonu nowych odmian pszenicy jarej. Biul. IHAR 194: 89 — 93.
- Mazurek J., Sułek A. 1995. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu nowych odmian pszenicy jarej. Biul. IHAR 194: 95 — 98.
- Mazurek J., Sułek A. 1997. Wpływ głównych czynników agrotechnicznych na plon i cechy struktury plonu nowych odmian pszenicy jarej. Biul. IHAR 204: 81 — 88.
- Mazurek J., Sułek A. 2000. Plon i cechy struktury plonu odmian i rodów pszenicy jarej w zależności od terminu siewu. Biul. IHAR 214: 79 — 83.
- Podolska G., Mazurek J. 1999. Budowa rośliny i łanu pszenicy ozimej w warunkach zróżnicowanego terminu siewu i sposobu nawożenia azotem. Pam. Puł. 118: 479 — 480.
- Ruszkowski M., Jaworska K., Podolska G. 1991. Struktura plonu rodów pszenicy ozimej w zależności od terminu siewu. Biul. IHAR 194: 95 — 98.
- Wróbel E., Szempliński W. 1999. Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. Pam. Puł. 118: 463 — 469.

ALICJA SULEK

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wpływ gęstości siewu na architekturę łanu pszenicy jarej Sigma uprawianej na różnych glebach

The effect of sowing density on canopy architecture of spring wheat cv. Sigma grown on various soils

W latach 1989–1991 przeprowadzono doświadczenie, które miało na celu określenie zmienności architektury łanu pszenicy jarej pod wpływem gęstości siewu uprawianej na różnych glebach. Wyniki badań wskazują, że łany pszenicy jarej były zbudowane z roślin o różnym stopniu rozkrzewienia i zróżnicowanych pod względem wysokości. Pogorszenie warunków glebowych powodowało zmniejszenie udziału występowania w łanie roślin wysokich charakteryzujących się wyższą produktywnością, a zwiększenie częstotliwości występowania w łanie roślin niskich.

Słowa kluczowe: architektura łanu, gęstość siewu, kompleks glebowy, pszenica jara

The microplot experiment was conducted with the spring wheat cv. Sigma in the years 1989–1991. The aim of this research was to define changes in the crop canopy under the influence of sowing density and soils conditions. The results show that canopies consisted of plants with different number of tillers and different stem height. Deterioration of soil conditions caused decrease in frequency of high plants and increase of frequency of low plants.

Key words: canopy architecture, sowing density, soil complex, spring wheat

WSTEP

Badania wykonane w ostatnich latach wskazują, że obok cech struktury plonu istotne znaczenie dla wydajności zbóż ma model rośliny i architektury łanu. W przypadku pszenicy jarej i jęczmienia jarego stwierdzono, że produktywność pojedynczego kłosa spada w miarę wzrostu krzewienia, jak również wraz ze skracaniem się źdźbła (Kozłowska-Ptaszyńska, 1991, 1993, 1994). Wraz z zagęszczeniem siewu następuje zwiększenie udziału w łanie roślin o skróconych pędach wykazujących mniejszą liczbę ziaren na roślinie i w kłosie, co niekorzystnie wpływa na plon z jednostki powierzchni gleby (Kozłowska-Ptaszyńska, 1994, 1999).

Duże krzewienie pszenicy istotnie wzmacnia oddziaływania konkurencyjne między pędem głównym a tworzącymi się pędami bocznymi o światło, wodę i składniki pokarmowe. Oddziaływanie konkurencyjne między pędami rośliny pszenicy ujawnia się również obniżką liczby ziaren wykształconych zarówno na pędach bocznych jak też na źdźbłach głównych. (Ruszkowski i Podolska, 1991) wskazują, że w przypadku pszenicy ozimej korzystną architekturę łanu stworzyłyby rośliny jednopędowe o wyrównanej wysokości pędu. Badania (Kozłowskiej-Ptaszyńskiej, 1993 i Pecio, 1994) wykonane na jęczmieniu nie potwierdziły takiego poglądu. W dostępnej literaturze brak jest danych odnośnie zmian w pokroju pojedynczej rośliny w łanie i plenności pędów pod wpływem zagęszczenia siewu w różnych warunkach glebowych.

Celem badań było określenie zmienności architektury łanu pszenicy jarej pod wpływem gęstości siewu uprawianej na różnych glebach.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie przeprowadzono w Puławach w latach 1989–1991, na obetonowanych parcelach (ok. 14 m²), wypełnionych ośmioma różnymi glebami (miąższość 1 m), reprezentującymi siedem kompleksów rolniczej przydatności gleb (tab. 1). Gleby te umieszczono z zachowaniem naturalnego profilu, na rodzimym podłożu bez izolacji.

Tabela 1

Charakterystyka gleb
Characterization of soils

Nr parceli Plot number	Typ i rodzaj gleby Soil type and kind	Klasa bonitacyjna Valuation class	Kompleks przydatności rolniczej gleb Soil suitability complex	Wskaźnik bonitacji Index of quality
1	czarna ziemia black soil	I	pszenny bardzo dobry very good wheat complex	100
2	mała brunatna brown alluvial soil	II	pszenny dobry good wheat complex	92
3	brunatna wytworzona z lessu brown soil developed from loess	III a	pszenny dobry good wheat complex	83
4	brunatna właściwa typical brown soil	III b	żytni bardzo dobry very good rye complex	70
5	rędzina limestone soil	IV a	pszenny wadliwy defective wheat complex	57
6	brunatna właściwa typical brown soil	IV b	żytni dobry good rye complex	42
7	brunatna kwaśna acid brown soil	V	żytni słaby weak rye complex	30
8	brunatna kwaśna acid brown soil	VI	żytni bardzo słaby very poor rye complex	18

Obiektem badań była pszenica jara odmiana Sigma. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach. W doświadczeniu uwzględniono trzy obsady roślin, tj. 300, 450, 600 sztuk/m². Przedplonem były rośliny zbożowe z przekopanym w jesieni poplonem z gorczycy. Nawożenie fosforowe i potasowe zastosowano przedsięwzięcie w ilości 100 kg K₂O i 80 P₂O₅/ ha. Nawożenie azotowe dostosowano do żyzności gleby i

rozsiwano je w trzech dawkach, tj. przed siewem, w fazie strzelania w źdźbło i początku kłoszenia (kompleks żytni słaby i żytni bardzo słaby). Całkowita dawka nawożenia azotowego wynosiła 90 kg N/ha na glebach kompleksu 1, 2, 3 i 4; 100 kg N/ha, na glebach kompleksu 5 oraz 140 kg N/ha na glebach kompleksu 6 i 7.

Przed zbiorem z każdego poletka pobrano 10 roślin ze środkowej części dwu kolejnych rzędów w celu określenia architektury łanu (procentowy udział w łanie roślin o różnej liczbie pędów kłosonośnych i udział pędów o różnej długości) oraz plenności kłosów z poszczególnych pędów.

DYSKUSJA I WYNIKI

Niejednakowy przebieg pogody w poszczególnych latach spowodował duże zróżnicowanie poziomu plonowania pszenicy jarej. Jednak kierunek zmian plonowania pszenicy jarej na poszczególnych glebach w latach badań był podobny. Średnio w wieloleciu najwyższy poziom plonu przy wszystkich ilościach wysiewu stwierdzono tylko na glebie kompleksu pszenno-dobrego (less), a najniższy na glebie kompleksu żytniego bardzo słabego. Na pozostałych glebach poziom plonowania pszenicy jarej uległ wahaniom w zależności od gęstości siewu.

Zwiększenie ilości wysiewu było związane z istotnym wzrostem średniego poziomu plonowania. Podobny wpływ ilości wysiewu stwierdzono na wszystkich glebach, z wyjątkiem gleb kompleksu żytniego bardzo dobrego i żytniego słabego, na których pszenica plonowała podobnie przy średniej i dużej ilości wysiewu. Dokładna analiza plonowania i zmian w elementach struktury plonu była omówiona w pracy (Sułek, 1997).

Architektura łanu pszenicy jarej była zależna od przebiegu pogody w okresie wegetacji, jakości gleby i ilości wysiewu. Wymienione czynniki wpływały na zróżnicowanie wysokości pędu głównego i pędów bocznych, częstotliwości występowania pędów o różnej długości, krzewienia produkcyjnego oraz liczbę kłosów i ziaren w kłosie. Ze względu na podobieństwo rozkrzewienia i wysokości roślin w latach 1989 i 1991 w tabelach podano średnie wartości cech architektury łanu z dwu lat. Cechy architektury łanu pszenicy rosnącej w roku 1990 wykazały dużą odrębność, dlatego omówiono je oddzielnie. Udział roślin o różnym rozkrzewieniu (1, 2, i 3-pędowych) zależał głównie od gęstości siewu, a w następnej kolejności od warunków glebowych i przebiegu pogody w latach (tab. 2).

Rośliny jednopędowe stanowiły większość populacji w latach 1989 i 1991, niezależnie od ilości wysiewu, natomiast w roku 1990 tylko przy obsadzie 600 ziaren/m². Łany pszenicy uprawianej na glebach kompleksu żytniego bardzo słabego i pszenno-wadliwego charakteryzowały się mniejszym udziałem roślin rozkrzewionych w porównaniu z innymi glebami. Na dwóch kompleksach większość stanowiły rośliny 1-pędowe, mniej było roślin dwupędowych, a trzypędowe nie występowały. Na pozostałych glebach w większości przypadków stwierdzono pewną ilość roślin 3-pędowych. W roku 1990 ilość ta była dość pokaźna przy wszystkich ilościach wysiewu.

W miarę zwiększenia obsady do 600 roślin/m² stwierdzono zwiększenie się udziału w łanie roślin 1-pędowych, przy zmniejszeniu się występowania roślin 3-pędowych lub 2-pędowych. W roku 1990, na wszystkich glebach, szczególnie na kompleksach pszenno-

dobrym (less), żytnim dobrym i żytnim słabym, uzyskano większy udział w łanie roślin rozkrzewionych (2 i 3-pędowych) przy zmniejszeniu roślin 1-pędowych, w porównaniu z innymi latami. Podobny kierunek zmian w łanie roślin o różnym rozkrzewieniu pod wpływem zagęszczenia siewu obserwowała (Kozłowska-Ptaszyńska, 1993) dla jęczmienia jarego.

Tabela 2

Procent roślin o różnym rozkrzewieniu w zależności od gleby i gęstości siewu
Percentages of plants with various numbers of productive stems in wheat canopy, depending on sowing density and soil conditions

Gleba Soil	Gęstość siewu (roślin na 1 m ²) Sowing rate (seeds m ²)								
	300			450			600		
	Liczba pędów kłosonośnych na roślinie Number of productive shoots per plant								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Średnia z lat (1989–1991) Means from (1989–1991)								
1	54	31	15	70	30	—	75	25	—
2	51	25	24	56	30	14	67	19	14
3	55	30	15	72	23	5	80	20	—
4	64	20	16	57	35	8	82	18	—
5	74	26	—	78	22	—	85	15	—
6	54	33	13	68	32	—	77	23	—
7	48	33	19	60	40	—	72	28	—
8	81	19	—	85	15	—	95	5	—
Rok 1990 Year 1990									
1	14	40	46	30	53	17	45	45	10
2	29	53	18	43	40	17	48	41	11
3	20	50	30	23	38	39	43	32	25
4	33	34	33	33	44	23	67	23	10
5	52	48	—	73	27	—	73	27	—
6	23	23	54	17	44	39	33	33	34
7	10	50	40	17	50	33	32	50	18
8	52	48	—	86	14	—	83	17	—

Wysokość roślin w łanie pszenicy jarej zależała głównie od jakości gleby. Mniejsze zróżnicowanie tej cechy obserwowano w obrębie gęstości siewu, niż między latami badań. W latach 1989 i 1991 (tab. 3) stwierdzono duże skrócenie pędów roślin pszenicy uprawianej na glebach kompleksu pszenno-wadliwego i żytniego bardzo słabego w stosunku do pozostałych gleb. Najwyższe pędy łanu na glebach kompleksu żytniego bardzo słabego osiągnęły wysokość najniższego piętra roślin rosnących na glebach lepszych, a na glebie kompleksu pszenno-wadliwego nie stwierdzono występowania piętra najwyższego. W latach 1989 i 1991 przy obsadzie 300 i 450 roślin/m² stwierdzono większy udział roślin najwyższego piętra (powyżej 90 cm) niż w roku 1990, natomiast przy obsadzie 600 roślin/m² udział roślin wysokich był podobny.

Tabela 3

Procentowy udział roślin o różnej wysokości w lanie pszenicy jarej uprawianej na różnych glebach w zależności od gęstości siewu
Percentages of plants of various height in a stand of spring wheat depending on soil conditions and sowing density

Gleba Soil	Gęstość siewu (roślin na 1 m ²) Sowing rate (seeds m ²)														
	300					450					600				
	wysokość roślin (cm) plant height (cm)														
	średnia z lat 1989–1991 means from 1989–1991														
	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60
1	55	35	10	—	—	45	45	10	—	—	38	32	30	—	—
2	41	40	19	—	—	35	40	25	—	—	31	49	20	—	—
3	55	35	10	—	—	57	38	5	—	—	48	34	18	—	—
4	64	30	6	—	—	43	46	11	—	—	35	56	9	—	—
5	—	22	40	28	10	—	16	42	3	5	—	20	50	20	10
6	40	47	13	—	—	38	50	12	—	—	25	55	20	—	—
7	41	54	5	—	—	36	50	14	—	—	19	43	24	14	—
8	—	—	46	46	14	—	—	35	43	22	—	—	27	40	33
rok 1990 year 1990															
1	30	53	17	—	—	37	33	30	—	—	36	29	35	—	—
2	—	64	36	—	—	—	53	37	10	—	32	54	14	—	—
3	27	61	12	—	—	30	70	—	—	—	30	48	22	—	—
4	20	53	27	—	—	37	40	23	—	—	40	43	17	—	—
5	—	39	37	24	—	—	31	38	31	—	—	37	39	24	—
6	14	53	33	—	—	—	64	36	—	—	—	60	33	7	—
7	20	60	13	7	—	17	50	27	6	—	11	68	11	10	—
8	—	—	20	20	60	—	—	—	21	79	—	—	10	17	73

Tabela 4

Procentowy udział w łanie pędów o różnej długości w zależności od warunków glebowych i gęstości siewu
Percentage of various length shoots within a canopy in relation to soil conditions and sowing density

Gleba Soil	Gęstość siewu (roślin na 1 m ²) Sowing rate (seeds m ²)														
	300					450					600				
	długość pędu (cm) length of shoot (cm)														
	średnia z lat 1989–1991 means from 1989–1991														
	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60
1	35	43	22	—	—	35	42	23	—	—	30	32	38	—	—
2	24	31	25	14	6	22	25	28	9	16	21	33	36	10	—
3	34	22	31	13	—	43	32	25	—	—	40	37	23	—	—
4	42	37	14	7	—	28	36	17	19	—	30	47	23	—	—
5	—	17	32	29	22	—	14	34	30	22	—	17	44	17	22
6	25	35	34	6	—	28	38	30	4	—	19	41	32	8	—
7	24	29	26	14	7	28	38	11	—	23	16	36	29	14	5
8	—	—	39	45	16	—	—	30	37	33	—	—	26	38	36
rok 1990 year 1990															
1	13	27	56	4	—	20	43	28	9	—	22	23	45	10	—
2	—	34	53	13	—	—	35	36	29	—	19	50	14	17	—
3	7	42	38	10	3	14	54	32	—	5	16	32	47	5	—
4	10	47	28	15	—	20	28	42	5	—	28	37	19	16	—
5	—	30	26	30	14	—	22	39	39	6	—	26	37	28	9
6	6	23	58	13	—	—	29	46	19	—	—	38	47	15	—
7	9	22	36	30	3	8	23	60	9	82	6	42	21	31	—
8	—	—	13	13	74	—	—	—	18	—	—	—	8	23	69

W latach 1989 i 1991 na glebach kompleksu pszenno-budźnego bardzo dobrego, pszenno-budźnego dobrego, żytniego słabego ponad 70% roślin osiągnęło klasę roślin najwyższych i wysokich; natomiast w roku 1990 (tab. 3). na glebach kompleksu pszenno-budźnego (mąka), żytniego bardzo dobrego i żytniego dobrego przy obsadzie 300 i 450 roślin/m² znacznie zwiększył się udział roślin piętra średniego (71–80 cm), kosztem najwyższego piętra łanu. Podobne zależności zaobserwowano w stosunku do udziału w łanie pędów z różnych klas wysokości (tab. 4).

Niezależnie od roku badań i gęstości siewu na wszystkich glebach stwierdzono, że wraz ze skracaniem pędu głównego następowało zmniejszenie się liczby kłosków i ziaren w kłosie oraz masy ziarna z kłosa. Pędy boczne w stosunku do głównego cechowały się mniejszą masą ziarna z kłosa. Zmiany te przedstawiono w tabeli 5 na przykładzie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Podobne zależności stwierdzono dla innych gatunków zbóż (Podolska, 1995; Ptaszyńska-Kozłowska, 1999).

Tabela 5

Liczba i masa ziarna z kłosa oraz liczba kłosków w kłosie pędu głównego i pędów bocznych w zależności od ich długości i stopnia rozkrzewienia roślin na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego
Number and weight of grains per ear and number of spikelets per head of main and lateral shoots as depending on their length, and tillering of a plant on the soil of very good rye complex

Typ rośliny Plant type	Pęd Shoot G — main B — lateral	Liczba kłosek w kłosie Number of spikelets per head			Liczba ziaren z kłosa Number of grains per ear			Masa ziarna z kłosa (g) Weight of grains per ear		
		długość pędu length of shoot (cm)								
		>90	81—90	71—80	>90	81—90	71—80	>90	81—90	71—80
gęstość siewu — 300 roślin na 1 m ² sowing rate (plants/m ²)										
1-pęd	G	17,3	16,1	14,7	51,5	45,5	38,2	1,986	1,579	1,131
2-pęd	G	18,1	17,3	—	57,3	40,3	—	1,918	1,324	—
	B ₁	16,6	14,3	—	40,4	23,7	—	1,302	0,902	—
3-pęd	G	19,0	17,2	—	57,0	54,0	—	2,190	1,608	—
	B ₁	17,4	16,8	—	47,5	43,0	—	1,378	1,025	—
	B ₂	14,1	15,7	—	31,4	32,0	—	0,812	0,952	—
gęstość siewu — 450 roślin na 1 m ² sowing rate (plants/m ²)										
1-pęd	G	17,5	17,0	15,8	52,0	48,7	40,4	1,930	1,601	1,360
2-pęd	G	17,8	16,8	—	56,5	42,5	—	1,908	1,365	—
	B ₁	14,9	15,9	—	34,6	31,6	—	1,160	0,823	—
3-pęd	G	17,0	—	—	53,0	—	—	2,137	—	—
	B ₁	16,0	—	—	42,0	—	—	1,334	—	—
	B ₂	16,0	—	—	34,4	—	—	1,153	—	—
gęstość siewu — 600 roślin na 1 m ² sowing rate (plants/m ²)										
1-pęd	G	17,1	15,3	13,1	49,7	39,2	25,6	1,903	1,398	0,779
2-pęd	G	17,7	16,5	—	58,2	42,5	—	2,184	1,691	—
	B ₁	14,2	13,0	—	39,6	14,5	—	1,263	0,453	—

Wysokość pędów była dodatnio związana z ich produktywnością, niezależnie od warunków glebowych i gęstości siewu. Największy plon ziarna uzyskano z kłosów żdźbeł najwyższych, a najmniejszy z kłosów najniższego piętra łanu na danej glebie.

Tabela 6

Masa ziarna (g) z kłosa dla pędów o różnej długości w zależności od warunków glebowych i gęstości siewu
Weight of grains per ear (g) for shoots of various height, depending on soil conditions and sowing density

Gleba Soil	Gęstość siewu (roślin na 1 m ²) Sowing rate (seeds m ²)														
	300					450					600				
	długość pędu (cm) length of shoot (cm)														
	średnia z lat 1989–1991 means from 1989–1991														
	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60
1	2,17	1,51	1,25	—	—	2,00	1,59	1,14	—	—	1,78	1,28	0,83	—	—
2	1,91	1,64	1,06	1,08	0,48	1,87	1,53	1,16	0,78	0,98	1,96	1,51	0,82	0,59	—
3	1,95	1,78	1,17	—	—	1,74	1,38	0,94	—	—	1,78	1,12	0,73	—	—
4	2,03	1,44	0,99	0,93	—	1,99	1,47	1,26	1,13	—	2,04	1,54	0,83	—	—
5	—	1,71	1,31	1,05	0,67	—	1,45	1,32	0,73	0,60	—	1,39	1,36	1,00	0,57
6	1,90	1,49	1,09	0,67	—	1,78	1,47	0,90	0,38	—	1,75	1,43	1,04	0,79	—
7	1,84	1,56	1,06	0,73	0,46	1,88	1,69	1,13	0,89	—	1,75	1,54	0,98	0,89	0,18
8	—	—	1,40	0,91	0,56	—	—	1,38	0,86	0,47	—	—	1,13	0,82	0,60
rok 1990 year 1990															
1	2,38	1,96	1,32	0,78	—	2,21	1,70	1,29	1,08	—	1,98	1,89	1,34	1,05	—
2	—	2,08	1,33	1,13	—	—	1,93	1,68	1,44	—	2,00	1,54	1,07	1,04	—
3	2,06	1,83	1,32	0,90	0,78	1,93	1,49	0,97	—	—	1,96	1,57	1,15	0,49	—
4	2,20	1,97	1,38	0,95	—	1,98	1,68	1,10	0,80	0,50	1,93	1,44	1,29	0,85	—
5	—	2,20	1,93	1,28	1,01	—	2,01	1,48	1,34	—	—	1,92	1,50	0,93	0,91
6	2,15	1,90	1,43	0,86	—	—	2,00	1,23	1,07	0,88	—	1,59	1,28	0,89	—
7	1,98	1,85	1,37	1,10	0,83	1,97	1,86	1,46	0,92	—	1,05	1,59	1,04	0,93	—
8	—	—	1,45	1,46	0,47	—	—	—	1,24	0,72	—	—	1,64	1,38	0,73

Tabela 7

Procentowy udział w plonie ziarna kłosów z różnych klas wysokości łanu w zależności od warunków glebowych i gęstości siewu
 Percentage share in grain yield of shoots with different height, depending on soil complexes and sowing density

Gleba Soil	Gęstość siewu (roślin na m ²) Sowing rate (seeds/m ²)														
	300					450					600				
	długość pędu (cm) length of shoot (cm)														
	średnia z lat 1989—1991 means from 1989—1991														
	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60	>90	81—90	71—80	61—70	<60
1	44	31	25	—	—	42	34	24	—	—	46	33	21	—	—
2	31	27	17	18	7	30	24	18	12	16	40	31	17	12	—
3	34	31	20	15	—	43	34	23	—	—	49	31	20	—	—
4	38	27	18	17	—	34	25	22	19	—	46	35	19	—	—
5	—	36	28	22	14	—	35	32	17	16	—	18	35	25	22
6	38	29	21	12	—	39	32	20	9	—	35	29	21	15	—
7	33	28	19	13	8	34	30	20	16	—	33	29	18	17	3
8	—	—	49	32	19	—	—	50	32	18	—	—	44	32	24
rok 1990 year 1990															
1	39	27	21	13	—	35	27	21	17	—	32	30	21	17	—
2	—	46	29	25	—	—	38	33	29	—	34	27	20	19	—
3	30	27	19	13	11	44	34	22	—	—	38	30	22	10	—
4	34	30	21	15	—	33	28	18	13	8	35	26	23	16	—
5	—	34	30	20	16	—	42	31	27	—	—	40	31	20	9
6	34	30	22	14	—	—	39	23	20	18	—	42	34	24	—
7	27	27	20	16	10	32	29	23	16	—	24	35	23	18	—
8	—	—	43	49	8	—	—	—	63	37	—	—	44	37	19

Zwiększenie ilości wysiewu powodowało w większości przypadków zmniejszenie plonu ziarna z kłosa poszczególnych pięter łanu (tab. 6). Również (Kozłowska-Ptaszyńska, 1991; Kuś, 1993) w badaniach z pszenicą jarej i ozimą stwierdzili dużą zależność między długością pędów a ich produktywnością. Niezależnie od lat i gęstości siewu na wszystkich glebach największy udział w tworzeniu plonu ziarna miały kłosa z dwu górnych przedziałów wysokości na danej glebie.

W latach 1989 i 1991 (tab. 7) wraz ze wzrostem gęstości siewu zwiększał się udział w plonie ziarna kłosów z przedziału wysokości powyżej 90 cm na wszystkich badanych glebach (z wyjątkiem kompleksu żynnego dobrego i żynnego bardzo słabego). Udział w plonie ziarna kłosów z klas wysokości 81–90, 71–80 był podobny na badanych gęstościach, natomiast udział w plonie ziarna kłosów z przedziału wysokości 61–70 i poniżej 60 cm zmieniał się nieregularnie.

W latach 1990 (tab. 7) na glebach: kompleksu pszennego bardzo dobrego i żynnego dobrego wzrastająca gęstość siewu powodowała zmniejszenie się udziału w plonie ziarna kłosów piętra najwyższego. Odwrotną zależność obserwowano na glebach kompleksu pszennego dobrego (mada, less). Wzrost gęstości siewu wpłynął na wzrost udziału w plonie ziarna kłosów z przedziału wysokości 81–90 cm na badanych glebach — z wyjątkiem gleby kompleksu pszennego dobrego — mada i żynnego bardzo dobrego. Również wraz ze wzrostem gęstości siewu udział w plonie ziarna kłosów z przedziału wysokości 71–80 cm (z wyjątkiem gleby kompleksu pszennego bardzo dobrego i pszenego dobrego — mada i pszenego wadliwego). Udział w plonie ziarna kłosów z przedziału wysokości 61–70 cm zmieniał się nieregularnie wraz ze wzrostem gęstości siewu, natomiast zmniejszał się udział w plonie ziarna kłosów z przedziału poniżej 60 cm.

WNIOSKI

1. Wysokość łanu pszenicy zależała od jakości gleby i warunków pogodowych w czasie wegetacji. Ujemny wpływ na tę cechę wywierało pogorszenie warunków glebowych i niedobór opadów w okresie krytycznym rozwoju roślin.
2. Łan pszenicy jarej niezależnie od warunków glebowych i przebiegu pogody był niejednorodny pod względem wysokości i stopnia rozkrzewienia.
3. Produktywność pojedynczego kłosa zależała od długości pędu. W miarę obniżania się wysokości źdźbeł zmniejszała się masa ziarna z kłosa wskutek spadku liczby ziaren w kłosie i masy pojedynczego ziarna.
4. Największy udział w tworzeniu plonu ziarna pszenicy jarej (niezależnie od lat i gęstości siewu) na wszystkich glebach miały kłosa z dwu górnych pięter łanu.

LITERATURA

- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1991. Struktura i architektura łanu pszenicy jarej w zależności od technologii uprawy. IUNG, Puławy, R (288): 13 — 33.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1993. Zmiany w strukturze i architekturze łanu dwurzędowych i sześciorzędowych form jęczmienia jarego pod wpływem gęstości siewu. Pam. Puł. 102: 65 — 76.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1994. Wpływ gęstości siewu na architekturę i wydajność łanu jęczmienia jarego uprawianego na różnych glebach. Pam. Puł. 104: 31 — 50.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1999. Wpływ gęstości siewu na architekturę łanu i plon pszenżyta jarego uprawianego na różnych glebach. Pam. Puł. 117: 99 — 112.
- Kuś J., Kamińska M. 1993. Struktura plonu i architektura łanu pszenicy ozimej zależnie od zmianowania. *Fragm. Agron.* 4: 27 — 28.
- Pecio A. 1994. Studia nad modelem rośliny, łanu jęczmienia jarego. IUNG Puławy (praca doktorska).
- Podolska G. 1995. Struktura plonu i architektura łanu pszenicy ozimej w zależności od warunków glebowych IUNG Puławy, R (323).
- Podolska G., Ruszkowski M. 1991. Studia nad modelem łanu pszenicy ozimej. Wpływ gęstości siewu na architekturę łanu. *Fragm. Agron.* 3: 57 — 71.
- Sułek A. 1997. Wpływ obsady roślin na plonowanie pszenicy jarej na różnych glebach. *Biul. IHAR* 204: 145 — 155.

HALINA GÓRALKatedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza, Kraków

Mieszańce F₁ pszenżyta ozimego z cytoplazmą *Triticum timopheevi**

Hybrid winter triticales with *Triticum timopheevi* cytoplasm

Mieszańce F₁ w sterylizującej cytoplazmie *Triticum timopheevi* charakteryzowały się pośrednim plonem ziarna w stosunku do form rodzicielskich. Siedem mieszańców na 36 badanych wykazało efekt heterozji plonu ziarna w stosunku do lepszego rodzica zawierający się w granicach 10–21%. Został on dla części mieszańców potwierdzony w drugim roku badań. Heterozja plonu ziarna zależała istotnie od efektu heterozji liczby kłosów z poletka i liczby ziaren z kłosa. Wykazano istotną wariancję ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej męskosterylnych linii i form ojcowskich. Efekt heterozji plonu ziarna mieszańców był determinowany ogólną i swoistą wartością kombinacyjną form rodzicielskich. Nie stwierdzono wyraźnych różnic efektu heterozji w zależności od warunków glebowych i gęstości siewu.

Słowa kluczowe: heterozja, ogólna i swoista wartość kombinacyjna, pszenżyto, *Triticum timopheevi*

F₁ hybrids with sterilizing *Triticum timopheevi* cytoplasm showed intermediate grain yield in relation to parental forms. Seven hybrids out of thirty six exhibited heterosis effect in grain yield, in relation to better parental form, ranging from 10 to 21%. For a part of hybrids this effect was confirmed in the second year. Grain yield heterosis was significantly dependent on the heterosis of head number per plot and kernel number per head. Significant variation of general and specific combining ability of male sterile and male parental lines was found. Heterosis effect of the hybrid yield was determined by general and specific combining ability of parental forms. There was no significant difference of the heterosis effect in response to soil conditions and sowing density.

Key words: general and specific combining ability, heterosis, triticales, *Triticum timopheevi*

WSTĘP

Badania nad możliwością hodowli heterozyjnej pszenżyta wykazały występowanie efektu heterozji oraz istotność wariancji ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej rodów i odmian (Barker i Varughese, 1992; Węgrzyn i Grzesik, 1994, 1995; Węgrzyn i in., 1994, 1995; Grzesik 1995; Spiss i Góral, 1995; Dhindsa i in., 1998; Fossati i in., 1998; Grzesik i Węgrzyn, 1998; Naeem i Darvey, 1998; Oettler i in., 1998; Pfeiffer i in., 1998). Prowadzi się także hodowlę linii męskosterylnych i przywracających płodność (Nalepa, 1990; Spiss i Góral, 1994;

* Badania wykonano w ramach projektu nr 5 P06A 001 14 finansowanego przez KBN

Warzecha i in., 1998; Góral i in. 1999). Pierwsze odmiany mieszańcowe były testowane w oficjalnych doświadczeniach w kilku krajach (Fossati i in., 1998; Weissmann i in., 2000). Otrzymywanie nasion mieszańcowych pszenżyta może się odbywać poprzez kastrację form męskosterylnych za pomocą gametocydów (Fossati i in., 1998; Pfeiffer i in., 1998; Weissmann i Jaquiéry, 2000) lub użycie do tego celu sterylizującej cytoplazmy obcego pochodzenia (Cauderon i in., 1985; Nalepa, 1990; Spiss i Góral, 1994; Góral i Spiss, 1997; Góral, 1999; Warzecha i in., 1998).

Celem pracy było zbadanie efektu heterozji mieszańców F_1 pszenżyta ozimego, pochodzących z krzyżowania męskosterylnych linii w cytoplazmie *Triticum timopheevi* z odmianami oraz ocena wartości kombinacyjnej form rodzicielskich.

MATERIAŁ I METODY

W mikradoświadczeniu polowym, przeprowadzonym w 1999 roku w Stacji Doświadczalnej AR w Prusach koło Krakowa badano formy rodzicielskie: 5 matek (linie dopełniające form męskosterylnych: Salvo 15/1, Malno 58/1, CHD 464/2, Tm 105/6 i Purdy 5), 6 form ojcowskich (Bolero, Ugo, Moreno, Tornado, Vero i Nemo) oraz 36 mieszańców F_1 z cytoplazmą *Triticum timopheevi*, otrzymanych w 1998 roku w wyniku zapyleń w izolowanych szkółkach męskosterylnych linii wymienionymi odmianami (Góral, 1999). Doświadczenie założono w układzie bloków niekompletnych w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 1 m², na których wysiano po 200 ziaren w rzędy o rozstawie 20 cm. Zanotowano termin kłoszenia, w czasie kwitnienia utrwalono pylniki do oceny ich długości i żywotności pyłku, a przed zbiorem zmierzono wysokość roślin (3 pomiary na poletku) i długość kłosa (4 losowo wybrane kłosa z poletka). Na każdym poletku policzono kłosa i oceniono plon ziarna. Masę 1000 ziaren oceniono na podstawie 4 prób po 100 ziaren, liczbę ziaren z kłosa otrzymano z przeliczenia masy ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren. Żywotność pyłku badano za pomocą barwienia 2% roztworem acetokarminu. Heterozję przedstawiono jako odchylenie wartości cech mieszańców od lepszego rodzica, wyrażone w procentach.

Analizy wariancji ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej przeprowadzono według modelu stałego dla czynnikowego układu krzyżowań. W celu wykazania zależności heterozji plonu ziarna (Y_1) od heterozji komponentów plonu oraz heterozji plonu ziarna (Y_2) od efektów ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej form rodzicielskich zastosowano rachunek regresji wielokrotnej. Tu heterozję wyrażono jako różnicę wartości cechy mieszańca i lepszego rodzica w jednostkach badanej cechy.

W 2000 roku założono doświadczenia w dwóch miejscowościach, różniących się warunkami glebowymi: w Prusach (czarnoziem wytworzony z lessu) i w Mydlnikach (gleba brunatna, wylugowana na piasku słabogliniastym). Zastosowano trzy gęstości siewu: G1 — 100 ziaren/m², G2 — 200 ziaren/m² i G3 — 400 ziaren/m² w celu zbadania ewentualnego wpływu tego czynnika na poziom heterozji mieszańców. Badano cztery mieszańce: cms Salvo 15/1 × Tornado, cms Malno 53/1 × Tornado, cms Salvo 15/1 × Moreno, cms Malno 53/1 × Moreno, które w 1999 roku wykazały przynajmniej 10% heterozji oraz formy rodzicielskie. Nasiona dwóch pierwszych mieszańców pochodziły ze zbioru 1998 roku (przechowywane w 4° C), nasiona dwóch kolejnych — z roku zbioru. Nasiona wysiano w układzie zależnym, gdzie

podblok stanowiły gęstości siewu, a w obrębie podbloku rozlosowano mieszańce i formy rodzicielskie. Wielkość poletek wynosiła 1 m², długość rzędów — 1 m, a rozstawa — 20 cm. Analizy wariancji przeprowadzono oddzielnie dla miejscowości.

WYNIKI I DYSKUSJA

Plon ziarna i komponenty plonu mieszańców z wyjątkiem masy 1000 ziaren były pośrednie między formami rodzicielskimi lub na poziomie gorszych od form ojcowskich — form matecznych, którymi były linie dopełniające form męskosterylnych (tab. 1).

Tabela 1

Średnie wartości cech rodziców i mieszańców oraz średnia heterozja w stosunku do lepszego rodzica (H%), 1999

Traits of parents and hybrids and heterosis in relation to the better parent (H%), 1999

Cecha Trait	Średnia Mean			H%	
	matki females	ojcowie males	F ₁	średnia mean	zakres range
Plon ziarna g/m ² Grain yield g/m ²	865,4	1007,8	955,7	-6,0	-36,7 — 21,2
Liczba kłosów na m ² Number of ears/m ²	437,5	457,7	424,9	-7,7	-31,3 — 9,4
Żywotność pyłku (%) Pollen viability (%)	97,0	97,7	96,5	-1,5	-6,3 — 0,6
Osadzenie ziaren (%) Seed set (%)	78,6	85,0	79,9	-6,3	-24,1 — 2,9
Liczba ziaren z kłosa Number of grains per ear	39,9	44,9	39,7	-15,5	-39,1 — -4,6
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight (g)	50,2	50,5	56,2	5,6	-7,3 — 17,7
Długość pylników (mm) Anther length (mm)	5,0	5,1	6,1	15,2	1,1 — 31,4
Długość źdźbła (cm) Culm length (cm)	97,6	106,3	107,2	-2,9	-25,1 — 8,8
Długość kłosa (mm) Ear length (mm)	102,8	106,5	114,7	5,2	-4,9 — 16,3
Kłoszenie od 1 maja Heading from May 1 ¹⁾	22,9	21,7	20,6	-4,5	-14,5 — 5,0

¹⁾ — Za lepszego rodzica uznano tego, który kłosił się wcześniej

¹⁾ — Better parental form was recognized, which was heading earlier

Żywotność pyłku, osadzenie ziaren i liczba ziaren z kłosa mieszańców, będące miarą przywrócenia płodności u mieszańców były na poziomie linii dopełniających, długość źdźbła mieszańców — na poziomie form ojcowskich. Mieszańce kłosiły się wcześniej niż formy rodzicielskie. Długość kłosa i masa 1000 ziaren mieszańców była większa niż u form rodzicielskich. Mieszańce miały także dłuższe pylniki niż formy rodzicielskie. Średnio mieszańce F₁ nie wykazywały heterozji plonu ziarna, liczby kłosów i ziaren w kłosie, natomiast wykazały heterozję masy 1000 ziaren (5,6%) i długości pylników (15,2%).

Brak potwierdzenia poziomu heterozji plonu ziarna w obecnej pracy z cytowanymi we wstępie wynikami własnymi i innych autorów, gdzie u pszenżyta wykazano powszechny i

wysoki efekt heterozji, wynika prawdopodobnie z zastosowania sterylizującej cytoplazmy do tworzenia mieszańców, która może obniżać efekt heterozji plonu ziarna mieszańców, głównie z powodu niepełnego przywrócenia płodności. Podobne wyniki otrzymano wcześniej (Góral i Spiss, 1998) oraz w badaniach Warzechy i wsp. (1998), gdzie oceniano heterozję mieszańców pszenżyta wytworzonych na bazie cytoplazmy *Triticum timopheevi*. Sama cytoplazma *Triticum timopheevi* nie ma niekorzystnego wpływu na cechy rolnicze (Góral i Spiss, 2000). Wykazano to badając męskopłodne linie z tą cytoplazmą i porównując je z liniami w cytoplazmie *Triticum aestivum*.

Siedem mieszańców na 36 badanych wykazało efekt heterozji plonu ziarna mieszczący się w granicach 10,0–21,2% ponad wartość lepszego rodzica (tab. 2). Trzy spośród nich stanowiły mieszańce z udziałem linii cms Malno 58/1 o niepełnej męskiej sterility, co wskazuje na fakt, że nasiona zebrane z tej linii miały charakter mieszańcowy. Największy efekt heterozji pod względem plonu ziarna wynosił 21,2% i wystąpił u mieszańca cms Purdy 5 × Tornado. Mieszaniec cms Malno 58/1 × Tornado wykazywał heterozję plonu ziarna (10,2%), liczby kłosów z poletka (8,7%) i masy 1000 ziaren (13,7%).

Analiza regresji wielokrotnej wykazała, że komponenty plonu, z wyjątkiem masy 1000 ziaren, miały istotny wpływ na wysokość heterozji plonu ziarna. Równanie regresji przyjęło postać:

$$Y_1 = 164,78 + 2,70x_1 + 19,23x_2,$$

gdzie Y_1 — heterozja plonu (odchylenie od lepszego rodzica, g),

x_1 — heterozja liczby kłosów z poletka,

x_2 — heterozja liczby ziaren z kłosa.

Współczynnik korelacji wielokrotnej wynosił $R = 0,831$, a determinacji $R^2 = 69,1\%$. Standaryzowane współczynniki regresji cząstkowej wynosiły odpowiednio: 0,855 i 0,482 wskazując, że na efekt heterozji plonu ziarna u badanych mieszańców większy wpływ miała heterozja liczby kłosów niż heterozja liczby ziaren z kłosa. Istotny wpływ heterozji liczby ziaren z kłosa na heterozję plonu ziarna wydaje się oczywisty, ponieważ był to komponent krytyczny ze względu na przywracanie płodności u mieszańców.

Stwierdzono istotną wariancję ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) zdolności kombinacyjnej plonu ziarna i komponentów plonu u badanych linii i form ojcowskich. Linia cms Malno 58/1 i cms Purdy 5 charakteryzowała się dodatnią, istotnie różną od zera ogólną wartością kombinacyjną dla plonu ziarna, a linia cms Salvo 15/1 — dla liczby kłosów z poletka i masy 1000 ziaren (tab. 3). Linia cms Tm 105/6 była najgorszym komponentem matecznym (ujemne efekty ogólnej wartości kombinacyjnej). Najlepszą formą ojcowską była odmiana Tornado, przekazując potomstwu zdolność wydawania wysokiego plonu ziarna i liczby kłosów z poletka. Odmiany Bolero i Moreno zwiększały u potomstwa liczbę ziaren z kłosa, a Ugo i Vero — masę 1000 ziaren. Heterozja plonu u mieszańców cms Malno 58/1 × Ugo i cms Malno 58/1 × Moreno, wobec przeciwnych efektów ogólnej wartości kombinacyjnej rodziców wynikała ze swoistej zdolności kombinacyjnej tych par rodzicielskich (tab. 2, 3).

Tabela 2

Średnie wartości cech niektórych rodziców i mieszańców oraz efekt heterozji w stosunku do lepszego rodzica (H%), 1999

Traits of some parental and hybrid forms and heterosis effect in relation to the better parent (H%), 1999

Genotyp Genotype	Plon g/m ² Yield g/m ²		Liczba kłosów Number of spikes		Ziarna /kłos Grains/ear		MTZ 1000 grain weight, g	
	średnia mean	H %	średnia mean	H %	średnia mean	H %	średnia mean	H %
Salvo 15/1 (S)	918,1		456,8		37,6		50,50	
Malno 58/1 (M)	1018,0		424,5		51,6		45,64	
Purdy 5 (P)	958,6		436,0		35,8		61,20	
Ugo	1032,8		465,8		41,0		55,86	
Moreno	894,4		440,2		45,0		47,76	
Tornado	964,8		461,2		46,3		46,53	
Nemo	988,4		426,8		45,3		52,21	
cms S × Moreno	1034,5	12,7	430,8	-5,7	40,0	-11,1	59,42	17,7
cms S × Tornado	1084,6	12,4	498,2	8,0	37,4	-19,2	58,19	15,2
cms M × Ugo	1188,8	15,1	474,5	1,9	41,4	-19,8	53,72	-3,8
cms M × Moreno	1119,4	10,0	474,5	7,8	45,8	-11,2	50,74	6,2
cms M × Tornado	1121,6	10,2	501,2	8,7	43,8	-15,1	52,92	13,7
cms P × Tornado	1169,2	21,2	436,0	-5,5	43,2	-6,7	56,72	-7,3
cms P × Nemo	1100,5	11,3	477,0	9,4	39,8	-12,1	57,10	-6,7
NRI _(0,05)	133,9		70,1		4,3		3,51	
LSD _(0,05)								

Tabela 3

Efekty ogólnej (GCA) i swoistej SCA) wartości kombinacyjnej linii i odmian
General (GCA) and specific (SCA) combining ability effects

Plon ziarna Grain yield (g/m ²)							
Matki Females	ojcowie males	Bolero	Ugo	Moreno	Tornado	Vero	Nemo
	GCA	-1,2	-41,6*	-3,2	102,0**	-116,8**	60,9**
SCA							
cms Salvo	29,7	57,2	-124,9**	59,4	4,4	5,2	-1,3
cms Malno	63,6**	-42,8	218,3**	110,4**	7,5	-187,5**	-105,9**
cms Tm	-156,6**	-38,4	-69,4	22,6	-28,9	71,3	42,8
cms CHD	-35,4	76,2	-58,2	-82,2*	-3,0	-4,8	72,0
cms Purdy	98,7**	-52,3	34,2	-110,2**	20,0	115,8**	-7,6
Liczba kłosów Number of ears/m ²							
Matki Females	ojcowie males	Bolero	Ugo	Moreno	Tornado	Vero	Nemo
	GCA	-15,9	-27,2*	-5,5	39,3**	-6,2**	15,4
SCA							
cms Salvo	28,8**	8,7	-50,4*	-12,4	10,2	46,7*	-2,9
cms Malno	27,9**	-22,9	54,0*	32,2	14,1	-65,1**	-12,2
cms Tm	-47,8**	-8,2	-24,8	28,6	29,1	-28,4	3,7
cms CHD	-28,3**	3,8	-2,8	5,7	-10,7	14,8	-10,8
cms Purdy	19,5	18,5	24,1	-54,1**	-42,7*	32,0	22,2

Liczba ziaren z kłosa Number of grains per ear							
Matki Females	ojcowie males	Bolero	Ugo	Moreno	Tornado	Vero	Nemo
	GCA	3,89**	-1,29*	2,01**	0,39	-5,29**	0,29
	SCA						
cms Salvo	-2,56**	0,34	1,82	0,82	-0,16	-3,88**	1,04
cms Malno	1,64*	2,14	1,32	2,42	2,04	-4,68**	-3,26*
cms Tm	0,54	1,04	-0,38	-2,08	-4,16**	5,92**	-0,36
cms CHD	-0,01	-0,11	-2,23	-0,63	-0,41	0,17	3,19*
cms Purdy	0,40	-3,42**	-0,54	-0,54	2,68*	2,46	-0,62
Masa 1000 ziaren 1000 grain weight, (g)							
Matki Females	ojcowie males	Bolero	Ugo	Moreno	Tornado	Vero	Nemo
	GCA	-2,28**	2,04**	-1,17*	-0,88	1,73**	0,55
	SCA						
cms Salvo	1,78**	-0,42	-1,83	2,45*	0,94	-1,72	0,57
cms Malno	-1,89**	-0,37	-2,79**	-2,56*	-0,67	3,06**	3,34**
cms Tm	-4,25**	-1,88	0,77	1,35	1,24	0,69	-2,16*
cms CHD	1,66**	2,42*	3,59**	-4,30**	-0,06	-2,42*	0,76
cms Purdy	2,70**	0,25	0,26	3,06**	-1,45	0,39	-2,51*

*, ** — Efekty istotnie różne od zera odpowiednio dla 0,05 lub 0,01

*, ** — Significant effects at 0.05 and 0.01 level, respectively

Analiza regresji wielokrotnej pozwoliła wykazać istotny wpływ ogólnej wartości kombinacyjnej matek i ojców oraz swoistej wartości kombinacyjnej na wielkość efektu heterozji mieszańców. Równanie regresji przyjęło postać:

$$Y_2 = -67,50 + 0,92x_1 + 1,64x_2 + 0,97x_3,$$

gdzie Y_2 — heterozja plonu ziarna (odchylenie od lepszego rodzica),

x_1 - efekt ogólnej wartości kombinacyjnej matek,

x_2 — efekt ogólnej wartości kombinacyjnej ojców,

x_3 — efekt swoistej wartości kombinacyjnej.

Współczynnik korelacji wielokrotnej wynosił $R = 0,964$, a determinacji $R^2 = 92,9\%$. Dla przykładu zwiększenie efektu GCA ojców o 1 g przy stałych efektach GCA matek i SCA par rodzicielskich powinno zwiększyć heterozję plonu ziarna o 1,64 g.

Efekt heterozji plonu ziarna mieszańców uzyskanych z krzyżowania linii cms Malno i cms Salvo z odmianą Moreno, otrzymany w 1999 roku został potwierdzony w dwóch doświadczeniach przeprowadzonych w 2000 roku (tab. 4). W obu miejscowościach, różniących się warunkami glebowymi mieszańce wykazywały różny efekt heterozji, wahający się w zależności od genotypu, miejscowości i gęstości siewu w granicach 0,6–24,9%. Mieszaniec cms Malno × Moreno wykazywał większy efekt heterozji w gorszych warunkach siedliskowych (Mydlniki) i przy rzadszym siewie, a mieszaniec cms Salvo × Moreno — mniejszy efekt heterozji przy najmniejszej gęstości siewu.

Tabela 4

**Średnie wartości plonu ziarna (g/m²) i efekt heterozji w stosunku do lepszego rodzica (H%)
w zależności od gęstości siewu (G) i miejscowości, 2000**
**Average grain yield (g/m²) and heterosis effect in relation to the better parent (H%) in response
to sowing density (G) and location, 2000**

Gęstość Density ¹	Genotyp Genotype	Mydlniki		Prusy		Średnia — Mean	
		średnia mean	H	średnia mean	H	średnia mean	H
G ₁	matki — females						
	Salvo (S)	592,5		1182,5		887,5	
	Malno (M)	556,2		1072,5		814,4	
	ojcowie — males						
	Moreno	581,2		1213,8		897,5	
	Tornado	597,5		1303,8		950,6	
	F ₁						
	cms S × Moreno	596,2	0,6	1296,2	6,8	946,2	5,4
	cms S × Tornado	651,2	9,0	1210,0	-7,2	930,6	-2,1
	cms M × Moreno	726,2	24,9	1377,5	13,5	1051,9	17,2
G ₂	matki — females						
	Salvo (S)	736,2		1273,8		1005,0	
	Malno (M)	788,8		1195,0		991,9	
	ojcowie — males						
	Moreno	776,2		1192,5		984,4	
	Tornado	833,8		1327,5		1080,6	
	F ₁						
	cms S × Moreno	927,5	19,5	1366,2	7,3	1146,9	14,1
	cms S × Tornado	902,5	8,2	1302,5	-1,9	1102,5	2,0
	cms M × Moreno	936,2	18,7	1350,0	13,0	1143,1	15,2
G ₃	matki — females						
	Salvo (S)	722,5		1287,5		1005,0	
	Malno (M)	781,2		1250,0		1015,6	
	ojcowie — males						
	Moreno	683,8		1297,5		990,6	
	Tornado	812,5		1387,5		1100,0	
	F ₁						
	cms S × Moreno	786,2	8,8	1507,5	16,2	1146,9	14,1
	cms S × Tornado	946,2	16,5	1378,8	-0,6	1162,5	5,7
	cms M × Moreno	866,2	10,9	1361,2	4,9	1113,8	9,7
Średnia Mean (G ₁ -G ₂)	matki — females						
	Salvo (S)	683,8		1247,9		965,8	
	Malno (M)	708,8		1172,5		940,6	
	ojcowie — males						
	Moreno	680,4		1234,6		957,5	
	Tornado	747,9		1339,6		1043,8	
	F ₁						
	cms S × Moreno	770,0	12,6	1390,0	11,4**	1080,0	11,8*
	cms S × Tornado	833,3	11,4	1297,1	-3,2	1065,2	2,1
	cms M × Moreno	842,9	18,9*	1362,9	10,4**	1102,9	15,2**
NRI _(0,05) LSD _(0,05)		90,0		72,2		97,7	

¹ — G₁ = 100 ziaren/m²; 100 grains/m² G₂ = 200 ziaren/m²; 200 grains/m² G₃ = 400 ziaren/m²; 400 grains/m²
 *, ** — efekty istotne odpowiednio przy 0,05 i 0,01 *, ** — significant effects at 0.05 and 0.01 level, respectively

Tabela 5

Średnie wartości cech mieszańców i efekt heterozji w stosunku do lepszego rodzica (H %) w zależności od miejscowości i gęstości siewu, 2000

Average values of traits of hybrids and heterosis effect in relation to the better parent (H %) in response to location and sowing density, 2000

Cecha Trait	Gęstość Density	Mydlniki		Prusy		Średnia Mean	
		średnia mean	H, %	średnia mean	H, %	średnia mean	H, %
Plon ziarna Grain yield g/m ²	G ₁	632,4	6,9	1303,7	3,8	968,1	4,9
	G ₂	894,7	11,0	1340,0	4,8	1117,4	7,8
	G ₃	837,4	7,2	1437,8	7,2	1137,6	8,0
NRI _(0,05)		172,3		NS			
LSD _(0,05)							
Liczba kłosów Number of ears	G ₁	292,8	0,7	497,6	-5,0	395,2	-4,3
	G ₂	416,6	-2,2	586,2	-7,7	501,4	-4,1
	G ₃	485,3	-0,0	751,2	-1,5	618,2	0,2
NRI _(0,05)		58,2		40,5			
LSD _(0,05)							
Ziarna/kłos Grains/ear	G ₁	38,6	-5,5	46,8	0,9	42,7	-2,2
	G ₂	39,5	-5,6	42,4	-3,2	40,9	-2,3
	G ₃	32,7	-4,9	37,3	-9,5	35,0	-7,4
NRI _(0,05)		4,2		3,0			
LSD _(0,05)							
MTZ ² 1000 grain weight, g	G ₁	55,6	4,8	56,3	6,0	56,0	5,4
	G ₂	54,5	3,0	54,2	6,0	54,4	5,0
	G ₃	52,2	1,5	51,5	5,6	51,8	3,8
NRI _(0,05)		1,0		1,3			
LSD _(0,05)							

¹ — G₁ — 100 ziaren/m²; 100 grains/m²

¹ — G₂ — 200 ziaren/m²; 200 grains/m²

¹ — G₃ — 400 ziaren/m²; 400 grains/m²

² — Masa 1000 ziaren

² — 1000 grain weight

Ns — Nie istotne

Ns — Not significant

Mieszaniec cms Salvo × Tornado wykazał efekt heterozji tylko na słabszej glebie (Mydlniki), największy przy gęstości siewu 400 ziaren/m². Nie potwierdzono efektu heterozji mieszańca cms Malno × Tornado. Nie można wykluczyć wpływu wieku nasion dwóch ostatnich mieszańców na brak efektu heterozji. W doświadczeniach w 1999 roku wysiano nasiona tych mieszańców zebrane w 1998 roku. Nasiona dwóch pierwszych mieszańców potwierdzających efekt heterozji pochodziły z roku zbioru. Ogólnie, większy efekt heterozji otrzymano przy gęstszym siewie (200 i 400 ziaren/m²) niż przy siewie rzadkim (100 ziaren/m²). W obu miejscowościach nie stwierdzono istotnych różnic w przeciętnym plonie ziarna wszystkich genotypów przy gęstości siewu 200 i 400 ziaren/m², a w Prusach — żadna z zastosowanych gęstości nie zwiększała istotnie plonu. Średni plon mieszańców w lepszych warunkach glebowych (Prusy) był o 72,6% większy niż w Mydlnikach, a efekt heterozji nieco większy w gorszych warunkach glebowych

(Mydlniki). Na podstawie tych doświadczeń mimo niewielkiej liczby badanych genotypów można wnioskować, że w badaniach efektu heterozji, gdy dysponuje się ograniczoną ilością nasion mieszańcowych można stosować siew 200 ziaren/m² i otrzymać wyniki porównywalne ze stosowaną gęstością, tj. 400 ziaren/m².

Brak różnic w plonie mieszańców w zależności od gęstości siewu należy przypisać wzajemnej kompensacji elementów struktury plonu. Przy większej gęstości siewu na poletkach było więcej kłosów, ale o mniejszej liczbie ziaren w kłosie i masie 1000 ziaren (tab. 5). Szczególnie wyraźnie zależność ta wystąpiła na żyzniejszej glebie (Prusy). Poszczególne mieszańce wykazywały efekt heterozji masy 1000 ziaren przy braku heterozji liczby kłosów z poletka i liczby ziaren z kłosa.

W przedstawianych badaniach wykazano dość często występującą heterozję, choć nie tak powszechną jak w przypadku mieszańców z „własną” cytoplazmą. Przyjmuje się, że efekt heterozji wynoszący 10% może być ekonomicznie opłacalny. Najlepsze mieszańce wykazywały heterozję plonu ziarna rzędu kilkunastu procent w stosunku do aktualnie uprawianych odmian pszenżyta. Mieszańce te zasługują na badanie w doświadczeniach w kilku miejscowościach i na większych poletkach. Aktualny stan badań pozwala wnioskować, że jest możliwe i może być opłacalne prowadzenie hodowli heterozyjnej pszenżyta z wykorzystaniem źródła męskiej sterility, jakie wnosi cytoplazma *Triticum timopheevi*.

WNIOSKI

1. Niektóre mieszańce F₁ pszenżyta ozimego otrzymane z wykorzystaniem męskiej sterility wykazywały heterozję plonu ziarna w granicach 10 – 21% w stosunku do lepszego rodzica.
2. Efekt heterozji plonu ziarna zależał istotnie od heterozji liczby kłosów z poletka i liczby ziaren z kłosa.
3. Heterozja plonu ziarna mieszańców F₁ była determinowana ogólną i swoistą wartością kombinacyjną form rodzicielskich.
4. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu warunków glebowych i gęstości siewu na efekt heterozji plonu ziarna i komponentów plonu

LITERATURA

- Barker T. C., Varughese G. 1992. Combining ability and heterosis among eight complete spring hexaploid triticale lines. Crop Sci. 32: 340 — 344.
- Cauderon Y., Cauderon A., Gay G., Roussel J. 1985. Alloplasmic lines and nucleo-cytoplasmic interactions in triticale. Eucarpia meeting „Genetics and breeding of triticale”. Clermont-Ferrand, France, 2–5 July 1984: 177 — 191.
- Dhindsa G. S., Maini G., Nanda G. S., Singh G. 1998. Combining ability and heterosis for yield and its components in triticale. Proc. of the 4th Intern. Triticale Symp., Canada, Alberta 26–31 July 1998: 116 — 118.
- Fossati D., Jaquiere R., Fossati A. 1998. Agronomical performance of triticale F₁ hybrids. Proc. of the 4th Intern. Triticale Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998: 124 — 126.
- Góral H., Spiss L. 1997. Wykorzystanie cytoplazmatycznej męskiej sterility do wytwarzania mieszańców pszenżyta. Zesz. Nauk. AR Szczec. Ser. Rol. 175: 109 — 114.

- Góral H., Spiss L. 1998. Wpływ sterylizującej cytoplazmy *T. timopheevi* na cechy rolnicze mieszańców pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 205/206: 157 — 161.
- Góral H. 1999. Efektywność zapylania męskosterylnych linii pszenżyta ozimego (*X Triticosecale* Wittm.). Biul. IHAR 211: 139 — 147.
- Góral H., Węgrzyn S., Spiss L. 1999. Heterosis and combining ability in spring triticales (*X Triticosecale* Wittm.). Plant Breed. Seed Sci. 43/1: 25 — 34.
- Góral H., Spiss L. 2000. Wpływ cytoplazmy na cechy rolnicze pszenżyta ozimego (*X Triticosecale* Wittm.). Fol. Univ. Agric. Stetin 206/82: 67 — 72.
- Grzesik H. 1995. Badania nad karłowymi mutantami pszenżyta ozimego (*X Triticosecale* Witt.). Część II. Efekt heterozji mieszańców F₁ pszenżyta ozimego. Hod. Rośl. Aklim. 39/3: 21 — 39.
- Grzesik H., Węgrzyn S. 1998. Heterosis and combining ability in some varieties of triticales. Proc. of the 4th Intern. Triticales Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998: 129 — 133.
- Naeem H. A., Darvey N. L. 1998. Heterosis for yield and quality in hexaploid triticales. Proc. of the 4th Intern. Triticales Symp. Canada, Alberta 26–31 July 1998: 143 — 149.
- Nalepa S. 1990. Hybrid triticales: present and future. Proc. of the Second Intern. Triticales Symposium, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil, 1–5 October 1990: 402 — 407.
- Oettler G., Becker H. C., Hoppe G., Wahle G. 1998. Heterosis for yield and yield components in multi-location trials of winter triticales. Proc. of the 4th Intern. Triticales Symp., Canada, Alberta 26–31 July 1998: 151 — 155.
- Pfeiffer W.H., Sayre K.D., Mergoum M. 1998. Heterosis in spring triticales hybrids. Proc. of the 4th Intern. Triticales Symp., Canada, Alberta 26–31 July 1998: 86 — 90.
- Spiss L., Góral H. 1994. Hodowla form męskosterylnych i przywracających płodność u pszenżyta. Zesz. Nauk. AR Szczec. Ser. Rol. 162 /58: 243 — 246.
- Spiss L., Góral H. 1995. Efekt heterozji u pszenżyta. Acta Agr. Silv., Ser. Agr. 33: 27 — 34.
- Warzecha R., Salak-Warzecha K., Staszewski Z. 1998. Development and use of triticales cms system in hybrid breeding. Proc. of the 4th Intern. Triticales Symp., Canada, Alberta 26–31 July 1998: 79 — 85.
- Weissmann E. A., Jaquiéry R. 2000. Einsatz von Gametoziden bei der Produktion von Hybridtriticales. Vortr. Pflanzenzüchtg. 49: 49 — 52.
- Weissmann E.A., Werner A.K., Weissmann S. 2000. Leistungsvergleich von Liniensorten und F₁-Hybriden bei Wintertriticales in amtlichen Prüfungen der Jahre 1998–2000. Vortr. Pflanzenzüchtg. 49: 39 — 48.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 1994. Oszacowanie zdolności kombinacyjnej odmian i rodów pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR Szczec. Ser. Rol. 162/58: 261 — 265.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 1995. Zdolność kombinacyjna pszenżyta ozimego. Biul. IHAR, 195/196: 5 — 11.
- Węgrzyn S., Grzesik H. 1994. Heterozja i zdolność kombinacyjna pszenżyta. Zesz. Nauk. AR Szczec., Ser. Rol. 162/58: 267 — 272.
- Węgrzyn S., Grzesik H. 1995. Zdolność kombinacyjna i heterozja cech użytkowych kilku odmian pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 195/196: 13 — 19.

EWA MAKARSKA

Katedra Chemii

Akademia Rolnicza w Lublinie

Określenie indeksu odmienności odmian pszenżyta ozimego metodą porównywania diagramów elektroforetycznych gliadyn

Determination of diversity index for winter triticale cultivars based on comparison of gliadin electrophoretic diagrams

Oceniono różnice odmianowe pszenżyta ozimego (Dagro, Bolero, Ugo, Malno, Tewo, ród CZR103/85) metodą porównywania diagramów elektroforetycznych gliadyn. Udział procentowy poszczególnych podjednostek gliadyn posłużył do wyznaczenia schematu diagramu badanych odmian pszenżyta. W oparciu o polimorfizm białek gliadynowych określono względne indeksy odmienności dla par odmian. Wartości tego indeksu zawierały się w granicach od 20 do 70%. Znajomość takich wskaźników można wykorzystać do oceny stopnia zróżnicowania genetycznego między odmianami i sprawdzenia efektywności krzyżowania.

Słowa kluczowe: elektroforeza gliadyn, indeks odmienności odmian, pszenżyto ozime

Differences between cultivars were evaluated in winter triticale (Dagro, Bolero, Ugo, Malno, Tewo, strain CZR 103/85) by comparing electrophoretic diagrams of gliadins. Percentage shares of particular gliadin subunits were used to prepare a scheme of diagrams for the studied triticale cultivars. On the basis of this scheme the relative diversity index was calculated for each pair of the compared cultivars. The values ranged from 20% to 70%. The indices may be useful in evaluation of degree of genetic differentiation between cultivars and for testing the effectiveness of planned crosses.

Key words: diversity index of cultivars, gliadin electrophoresis, winter triticale

WSTĘP

Heterogeniczność białek zapasowych ziarna ujawniona metodami elektroforezy jest często wykorzystywana w chemotaksonomicznych badaniach zbóż (Bushuk i in., 1978; Wirgley i in., 1982). Uwarunkowany genetycznie polimorfizm gliadyn i glutenin wykorzystywany jest obok badań sposobu dziedziczenia białka, czy funkcjonowania określonych genów do identyfikacji odmiany lub oceny tożsamości, czy odrębności nowych rodów (Galili i in., 1983; Makarska i in., 1994). Cechy te są badane w hodowli i nasiennictwie pszenicy i w hodowli pszenżyta, zwłaszcza wobec istniejących problemów

z niewystarczającą powtarzalnością cech odmianowych, czy dużą zmiennością składu chemicznego rodów i odmian (Virdi i in., 1984; Sowa i in., 1999).

Celem pracy było określenie zróżnicowania pomiędzy odmianami pszenżyta na podstawie polimorfizmu frakcji gliadyn, w oparciu o ilościową charakterystykę poszczególnych podjednostek tych białek.

MATERIAŁ I METODY

Rozdział frakcji gliadyn ziarniaków pszenżyta odmian Dagro, Bolero, Malno, Ugo, Tewo i rodu CZR 103/85 przeprowadzono według Bushuka i wsp. (1978) stosując 7% żel poliakrylamidowy w buforze mleczan glinu — kwas mlekowy przy pH=3,1 (APAGE) (rys. 1). Celem standaryzacji elektroforegramu zastosowano kanadyjską odmianę pszenicy Marquis. (rys. 2). Udziały procentowe poszczególnych podjednostek określono przy pomocy densytometru firmy Vitatron model TLD-100 z integratorem UR-402, według własnej modyfikacji, wykorzystując w tym celu powiększone pozytywy żeli na kliszy rentgenowskiej (Makarski, Makarska, 1997). Średnią ilość białka zawartego w poszczególnych pasmach określono przy pomocy analizy densytometrycznej kilku elektroforegramów otrzymanych dla każdej odmiany. Rysunek 3 przedstawia profil densytogramu zeskanowanego żelu A-PAGE odmiany Ugo. Wartości średnie procentowych udziałów rozdzielonych podjednostek gliadyn obliczone dla poszczególnych odmian (przedstawione dla przykładu dla odmiany Ugo) (tab. 1) posłużyły do wyznaczenia schematu diagramów elektroforetycznych pszenżyta ozimego (tab. 2). Uwzględniono pięć klas stężenia. Przyjęto następujący schemat: 0 — nieobecność; 1 — 0–1,5%; 2 — 1,5–4%; 3 — 4,0–6,5%; 4 > 6,5% udziału podjednostki w całkowitej absorpcji diagramu. Porównując diagramy dwóch odmian przyjęto, że istotna różnica w koncentracji wspólnej podjednostki (o tym samym Rf) jest wtedy, gdy różni się co najmniej o dwie klasy stężenia: np. 0 i 2 (różnica ilościowa i jakościowa), 1 i 3 lub 1 i 4 (znaczące różnice ilościowe). Przyjęty schemat jest modyfikacją metody Autrana i wsp. (1975) zastosowanej do 73 odmian pszenicy.

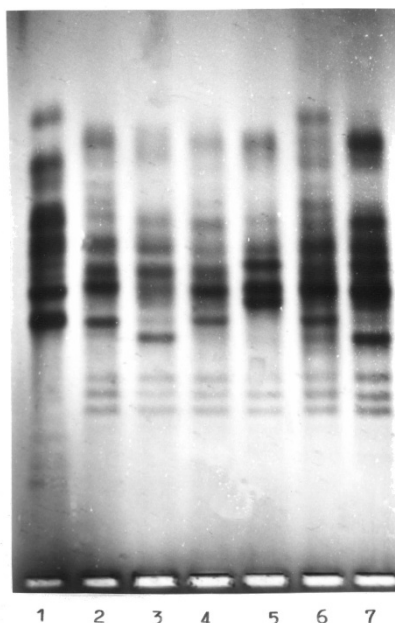
Znając liczbę podjednostek oraz ich względną ruchliwość można na podstawie diagramu przedstawić w sposób ilościowy indywidualność odmianową wyliczając, tzw. indeks odmienności dla dwóch porównywanych odmian. W tym celu jako jeden przyjęto punkt indeksu % udziału wspólnej podjednostki (prążka) dla obu odmian, gdy jest on istotnie zróżnicowany (według przyjętej reguły pięciu klas stężeń) lub 0 punktów, jeśli różnica nie była istotna. Bezwzględny indeks odmienności (BIO), więc jest sumą punktów przypisanych dla każdej podjednostki dwóch porównywanych diagramów. Względny indeks odmienności (WIO) obliczono jako stosunek wartości bezwzględnego indeksu do całkowitej liczby podjednostek gliadynowych odmian razy 100.

$$WIO = BIO \times 100/N$$

N — liczba wszystkich podjednostek gliadyn występujących w dwóch porównywanych odmianach.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rysunki 1 i 2 przedstawiają elektroforegramy gliadyn pszenżyta ozimego oraz pszenicy Marquis zastosowanej jako wzorzec.

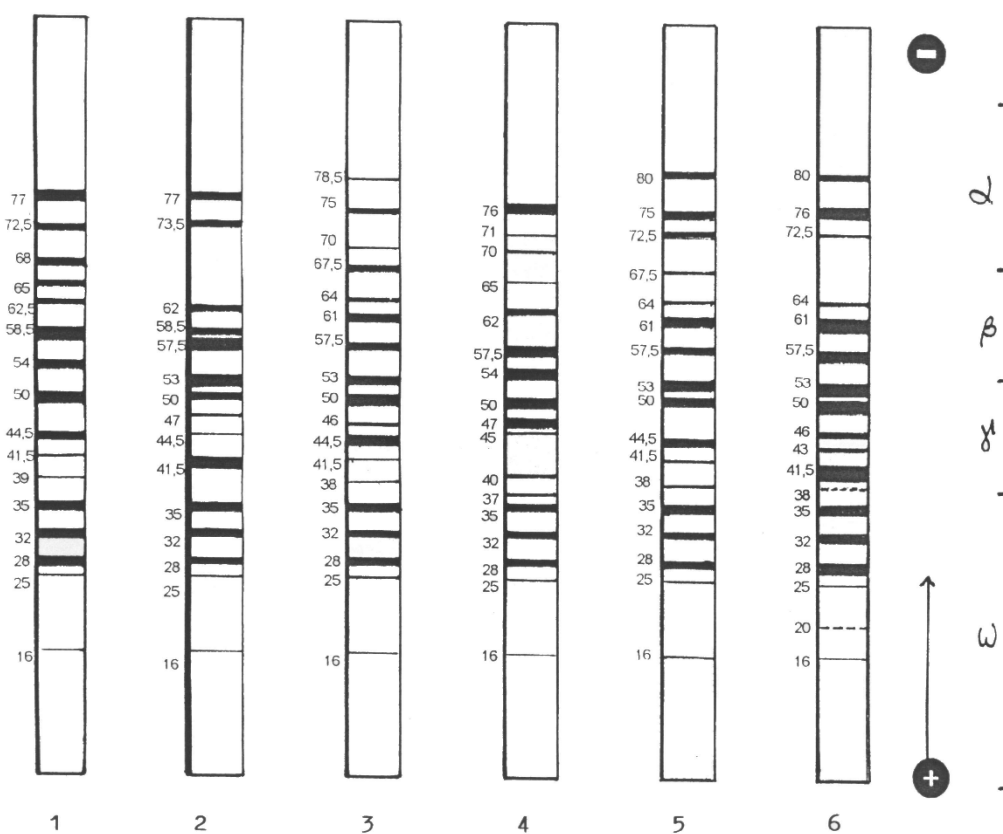


Rys. 1. Elektroforegram (A-PAGE) gliadyn pszenżyta ozimego: 1 — Marquis – wzorzec, 2 — Dagro, 3 — Bolero, 4 — Ugo, 5 — Malno, 6 — Tewo, 7 — CZR 103/85

Fig. 1. Electrophoregram (A-PAGE) of gliadins of winter triticale cultivars: 1 — Marquis — standard, 2 — Dagro, 3 — Bolero, 4 — Ugo, 5 — Malno, 6 — Tewo, 7 — CZR 103/85

Wartości R_f dla 37 podjednostek gliadyn rozdzielonych w odmianach mieszczą się w zakresie od 16 do 80 (rys. 2). Ocena diagramów uwypatnia zarówno różnorodność odmianową tych białek zapasowych, jak i ich podobieństwo oparte na wspólnych podjednostkach. Elektroforeza (A-PAGE) gliadyn (wg Bushuka i Zillmana, 1978) preferuje dobry rozdział białek wolniej migrujących w żelu, o wyższej masie cząsteczkowej tzw. ω -gliadyn, w strefie, których wyodrębniono 6–7 podjednostek obecnych w każdej odmianie, ale zróżnicowanych ilościowo (rys. 1). W tabeli 1 zestawiono wartości współczynnika ruchliwości (R_f) poszczególnych podjednostek gliadyn odmiany Ugo oraz ich udział procentowy jako średnią z 6 diagramów obliczoną na podstawie odczytu z densytometru, odchylenie standardowe (S) i współczynnik zmienności (V%) przy $n = 6$. Analizując dane w tabeli 1 można zauważyć, że rozproszenie wyników (S), wynikające raczej z fluktuacji doświadczalnych, jest zawsze mniejsze niż różnice koncentracji podjednostek przyjęte jako istotne (tab. 2). Wydaje się, że taki margines bezpieczeństwa dla przyjętego schematu 5 klas stężeń jest wystarczający, jeśli weźmiemy pod uwagę, że podobne zależności uzyskano dla

pozostałych odmian. Można przyjąć, że różnice między dwoma diagramami są istotne, jeśli odchylenie koncentracji podjednostki o tej samej ruchliwości (R_f) jest co najmniej o dwie klasy stężeń. Przyjęta metoda jest oparta na badaniach Autrana i wsp. (1975) dotyczących identyfikacji odmian pszenic na bazie różnorodności gliadyn rozdzielonych elektroforetycznie. Potwierdzeniem wniosków tych autorów były także badania genetycznej zmienności stężeń podjednostek gliadyn przeprowadzone przez Branlarda (1983) na 2 pokoleniach (F_1 i F_2) 4 genotypów pszenicy.



Rys. 2. Elektroforegram gliadyn pszenżyta ozimego: 1 — Dagro, 2 — Bolero, 3 — Ugo, 4 — Malno, 5 — Tewo, 6 — CZR 103/85

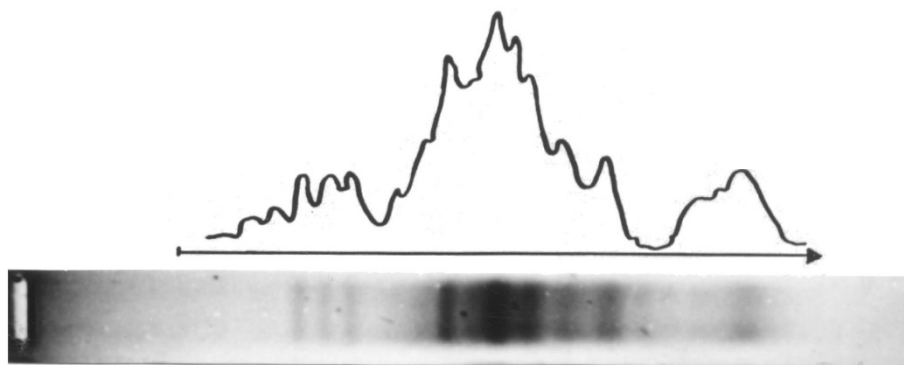
Fig. 2. Electrophoregramm of gliadins of winter triticale cultivars: 1 — Dagro, 2 — Bolero, 3 — Ugo, 4 — Malno, 5 — Tewo, 6 — CZR 103/85

Tabela 1

Względna zawartość frakcji gliadyn odmiany Ugo jako % udziału podjednostki w całkowitej absorpcji diagramu (n = 6)

Relative contents of the gliadin fractions in the cultivar Ugo as percentage shares of the subunits in complete absorption of the diagram (n = 6)

Względna ruchliwość podjednostek (R_f) Relative mobility of subunits	Zakres minimum — maksimum Minimum — Maximum range	$\bar{X}$ Średnia Mean	S Odchylenie standardowe Standard deviation	V % Współczynnik zmienności Coefficient of variation (%)
16	0,81 — 1,25	1,03	0,28	27,18
25	0,75 — 1,30	1,02	0,34	33,33
28	5,30 — 7,10	6,15	0,55	8,94
32	4,25 — 5,90	5,07	0,60	11,83
38	1,9 — 3,24	2,72	0,48	17,65
41,5	2,05 — 3,62	2,90	0,36	12,41
44,5	12,64 — 16,55	14,53	1,25	8,60
46	4,92 — 5,70	5,33	0,40	7,50
50	17,10 — 18,35	17,70	0,61	3,45
53	8,65 — 10,12	9,44	1,13	11,97
57,5	4,90 — 5,45	5,18	0,43	8,30
61	5,15 — 6,03	5,60	0,32	5,71
64	1,85 — 2,36	2,08	0,16	7,69
67,5	2,10 — 2,80	2,54	0,39	9,90
70	1,90 — 3,12	2,64	0,19	7,19
75	10,22 — 12,45	11,38	0,86	7,56
78,5	0,67 — 0,84	0,77	0,12	15,58



Rys. 3. Profil densytometryczny zeskanowanego żelu (A-PAGE) gliadyn odmiany Ugo
Fig. 3. Densitometric profile of the scanned gel (APAGE) with gliadins for the cultivar Ugo

Schemat przedstawiony na podstawie diagramów elektroforetycznych (tab. 2.) umożliwia szybkie oszacowanie stopnia zróżnicowania lub podobieństwa między odmianami. Porównanie dwóch kolumn tabeli 2 (2 odmiany) pozwala na stwierdzenie znaczącej lub nieznaczącej (wg przyjętej reguły) odmienności między odmianami.

Tabela 2

Schemat diagramów elektroforetycznych badanych odmian pszenżyta ozimego
Scheme of electrophoretic diagrams of the studied winter triticale cultivars

Względna ruchliwość podjednostek (R_f) Relative mobility of subunits	Dagro	Bolero	Ugo	Malno	Tewo	CZR 103/85
16	1	1	1	2	1	1
20						1
25	1	1	1	1	1	1
28	3	3	3	3	3	3
32	3	3	3	2	3	3
35	3	3	2	2	3	2
37				1		
38			2		2	1
39	2					
40				2		
41,5	2	4	2		3	4
43						3
44,5	4	2	4		4	
45				2		
46			3			
47		3		4		
50	4	4	4	4	4	4
53		4	4		4	4
54	4			4		
57,5		4	3	4	4	4
58,5	4	2				
61			3		3	4
62		3		4		
62,5	3					
64			2		3	
65	2			2		
67,5			2		2	2
68	2					
69						
70			2	2		
71				2		
72,5	3				3	2
73						
73,5		4				
75			4		3	
76				4		4
77	4	3				
78,5			1			
80					3	4

Udział podjednostki w całkowitej absorpcji diagramu

Of the subunit share in complete absorption of the diagram

1 0–1,5%

2 1,5–4,0%

3 4,0–6,5%

4 > 6,5%

0 nieobecność — absence

W tabeli 3 przedstawiono obliczone na podstawie wcześniej omówionej metody względne indeksy odmienności dla analizowanych odmian pszenżyta ozimego. Wartość indeksu praktycznie może mieścić się w zakresie 0–100%, wskazując udział komponentów

odpowiedzialnych za istotne różnice w stosunku do wszystkich podjednostek pary diagramów branych pod uwagę. Prezentowane w tabeli 3 indeksy odmienności 6 odmian pszenżyta ozimego mieszczą się w granicach od 20–70%. Wysokie wartości indeksu np. 70% dla Tewo i Malno wskazują na duży polimorfizm gliadyn w tych odmianach i rozpoznawalność ich jest jednoznaczna. Mniejsze zróżnicowanie obserwowano dla odmian Tewo i Ugo, gdzie indeks wynosi 20% czy rodu CZR 103/85 i Tewo — indeks 28%. Warto zauważyć, że wartość indeksu odmiany Ugo i rodu CZR 103/85 wynosi 39%, a formy te mają wspólny komponent-pszenżyto CT 93/76. Porównanie indeksów analizowanych odmian wskazuje na istnienie wystarczającej ilości znaczących różnic dla rozpoznania każdej odmiany przyjętą metodą. Według Autrana i wsp. odmiany pszenic prezentujące bliskie pokrewieństwo, posiadały dość podobne diagramy gliadyn i rozpoznawalność ich tą metodą była utrudniona. Odmiany te miały indeksy w granicach 4–9%, np. Joss-Hardi — 4%, czy Champlein-Hardi — 9%. To większe lub mniejsze podobieństwo diagramów wynika z relacji istniejącej między konstytucją (składem, budową) gliadyn rozdzielonych elektroforetycznie a pochodzeniem genetycznym zbóż (Branlard, 1983; Galili i Feldman, 1983; Virdi i Later, 1984).

Tabela 3

Względne indeksy odmienności między elektroforegramami gliadyn odmian pszenżyta ozimego
Relative diversity indices between gliadin electrophoregrams of winter triticale cultivars

Odmiany/rody Cultivars/strains	Dagro	Bolero	Ugo	Malno	Tewo	CZR 103/85
Dagro	0	66	65	64	62	65
Bolero		0	61	56	54	50
Ugo			0	63	20	39
Malno				0	70	59
Tewo					0	28
CZR 103/85						0

Heterogeniczność gliadyn może, więc być brana pod uwagę jako rodzaj markeru genetycznego, a indeksy odmienności między diagramami odmian wydają się konstituować pośredni sposób wyrażania pokrewieństwa genetycznego. Dla hodowców i genetyków znajomość takich wskaźników informujących o stopniu pokrewieństwa między porównywanymi taksonami można wykorzystać do sprawdzenia efektywności krzyżowania, identyfikacji odmian czy selekcji form o optymalnym składzie gliadyn.

WNIOSKI

1. Wykorzystując polimorfizm gliadyn pszenżyta, rozdzielonych elektroforetycznie, można określić stopień zróżnicowania genetycznego odmian obliczając indeksy odmienności między diagramami.
2. Zastosowana metoda elektroforezy gliadyn pszenżyta (APAGE), wykorzystywana do identyfikacji odmian charakteryzuje się:
 - wysoką specyficznością głównie w obszarze ω -gliadyn,

— szybkością i łatwością uzyskania wyników oraz wymaga niewielkiej ilości materiału do badań.

LITERATURA

- Autran J.C., Bourdet A. 1975. L'identification des variétés de blé: Etablissement d'un tableau général de détermination fondé sur le diagramme électrophorétique gliadines du grain. *Ann. Amélior. Plant* 25: 277 — 311.
- Branlard G. 1983. Study of genetic determination of 20 gliadin bands. *Theor. Appl. Genet.* 64: 155 — 162.
- Bushuk W., Zillman R. 1978. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. *Can. J. Plant Sci.* 58: 505 — 515.
- Galili G., Feldman M. 1983. Genetic control of endosperm protein in wheat. 2. Variation in high molecular weight glutenin and gliadin subunits of *Triticum aestivum*. *Theor. Appl. Genet.* 66: 77 — 86.
- Makarska E., Gruszecka D., Tarkowski Cz. 1994. The effect of chromosome 1B_L/1R_S on the composition of wheat prolamin fraction. *Bull. Pol. Academy Sci.* 42 (2): 159 — 161.
- Makarski B., Makarska E. 1997. The use of positive photographic for densitometry of gliadins from cereals by PAGE. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 6/47: 85 — 89.
- Sowa W., Krysiak H., Pěna R. J., Cygankiewicz A. 1999. Charakterystyka nowego źródła cech jakościowych ziarna pszenżyta (RAH-116). *Biul. IHAR.* 211: 165 — 170.
- Virdi B. V., Later E. N. 1984. The influence of wheat-rye parental species on the protein characteristics of primary triticales. *Can. J. Genet. Cytol.* 26/3: 258—263.

WALENTY MAĆKOWIAK
GRZEGORZ BUDZIANOWSKI
LESZEK MAZURKIEWICZ
KAZIMIERZ PAIZERT
HENRYK WOŚ

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

Wpływ wzrastających dawek azotu i różnych sposobów stosowania regulatorów wzrostu na plonowanie pszenżyta ozimego

Effect of increasing doses of nitrogen fertilization and different variants of growth regulator application on yielding of winter triticale

Przeprowadzono dwie trzyletnie serie doświadczenia polowego, w którym zbadano wpływ 5 sposobów stosowania retardantów i fungicydu na plonowanie pszenżyta ozimego nawożonego wzrastającymi dawkami azotu. W obu seriach stwierdzono istotność dla plonów ziarna, wysokości roślin i wylegania badanych czynników i ich większości współdziałań. Średnio z trzech lat spośród badanych sposobów stosowania regulatorów wzrostu i fungicydu w stosunku do obiektu kontrolnego (bez oprysku) najwyższą zwyżkę plonu ziarna (w I serii — 17,2%; w II serii — 15,4%) i zarazem największe skrócenie źdźbeł i ograniczenie wylegania uzyskano przy zastosowanych wariantach: Bercema CCC w ilości 3 l/ha w stadium Fe 3 i Flordimex T w ilości 2 l/ha w stadium Fe 8. Działanie retardacyjne stosowanych regulatorów wzrostu i fungicydu było w części modyfikowane przebiegiem pogody w poszczególnych latach. Korzystne działanie zastosowanego wariantu: retardant Bercema CCC w ilości 4 l/ha łącznie z fungicydem Benlate — 0,5 kg /ha w stadium Fe 6 uwidoczniło się jedynie w jednym roku badań, w którym pszenżyto masowo uległo porażeniu przez łamliwość podstawy źdźbła.

Słowa kluczowe: dawki azotu, odmiana, plon ziarna, pszenżyto ozime, retardant

The effects of five variants of growth regulators and fungicide on yielding of winter triticale fertilized by increasing doses of nitrogen were investigated in two series of three years field experiment. A significant influence of the investigated factors as well as most of interactions on grain yield, plant height and lodging has been found in both series of the experiment. The results averaged for different combinations of growth regulators and fertilization revealed that the highest increase of grain yield (17.2% in series I, 15.4% in series II) and the most distinct growth regulator effect on length of stems and lodging were obtained in the variants BercemaCCC (3 l/ha) applied at the growth stage Fe 3 (according to Feekes scale) and Flordimex T (2 l/ha) applied at Fe 8. The retardant effect of growth regulators and fungicide was partially modified by weather conditions of a year of investigation. The

positive effect of Bercema CCC (4 l/ha) applied with fungicide Benlate (0.5 kg/ha) was well evident only in the year when an epidemic occurrence of take-all was observed on winter triticale.

Key words: cultivar, grain yield, growth regulator, nitrogen doses, winter triticale

WSTĘP

Pomimo wysokiego potencjału produkcyjnego, uzyskiwana w praktyce wysokość plonów pszenżyta ozimego jest jeszcze nie zadawalająca. Porównanie plonów pszenżyta ozimego otrzymywanych w doświadczeniach (Maćkowiak i in., 1993; Maćkowiak i in., 1998; Mazurek i Mazurek, 1987 a; Zych, 1996) są znacznie wyższe niż w produkcji. Plony w szerokiej praktyce (według Roczników Statystycznych) nie przekraczają 50% plonów uzyskiwanych w doświadczeniach. Świadczy to, że w uprawie tej rośliny nie są spełniane w pełni wymagania siedliskowe, agrotechniczne i plonochronne.

Jednym z najważniejszych czynników plonotwórczych pszenżyta ozimego według licznych autorów (Mazurek i Mazurek, 1987 a; Piech, 1987; Wróbel i Budzyński, 1994) jest nawożenie azotem. Wysoką efektywność nawożenia azotowego uzyskuje się jednak przy odpowiednim współdziałaniu z wielu innymi czynnikami agrotechnicznymi i plonochronnymi (Mazurek i Mazurek, 1987; Szempliński i Budzyński, 1994). Większość dotychczas zrejonizowanych odmian zalicza się do długosłomych i pod wpływem nawożenia azotem wylegają, zwłaszcza przy nawożeniu wyższymi dawkami, w latach o sprzyjających warunkach pogodowych do bujnego wzrostu i rozwoju. Wyleganie powoduje zwykle duże straty w plonach pszenżyta i utrudnienie jego zbioru. Wyleganie pszenżyta ozimego można częściowo ograniczyć zabiegami agrotechnicznymi, ale nie zawsze ich zastosowanie jest w pełni skuteczne. Stąd też poszukiwanie odpowiednich środków stabilizujących źdźbło pszenżyta ozimego było tematem wielu prac badawczych (Adamczewski i Bubniewicz, 1990; Dziamba, 1987; Mazurek i Mazurek, 1987; Mazurek i in., 1986; Mazurek i Podolska, 1997; Pluto, 1988; Romek i Dzienia, 1992; Romek i Dzienia, 1997; Rudnicki i Kotwica, 1994; Woźnica i in. 1992; Zeddies, 1988). Działanie regulatorów wzrostu modyfikowane jest przebiegiem pogody w okresie wiosenno-letnim i warunkami glebowymi (Cichy i Cicha, 1999; Mazurek i in., 1986; Romek i Dzienia, 1997; Rudnicki i Kotwica, 1994; Woźnica i in., 1992; Zeddies, 1988). Mazurek i wsp. (1986) stwierdzili, że retardanty wzrostu nie są stymulatorami wzrostu, a mogą nawet wywierać ujemny wpływ na plon i elementy struktury plonu. W związku z tym, prawdopodobnie niektórzy autorzy nie uzyskali korzystnego działania, a nawet istotne obniżenie plonowania pod wpływem różnych sposobów zastosowania retardantów w niektórych latach badań (Mazurek in., 1986; Romek i Dzienia, 1997; Rudnicki i Kotwica, 1994; Woźnica i in., 1992).

Wyleganie pszenżyta ozimego można także ograniczyć przez zastosowanie fungicydu, jeśli występuje porażenie roślin pszenżyta przez grzyb wywołujący chorobę łamliwości podstawy źdźbeł (*Cercospora herpotrichoides*). Przeciwko tej chorobie, Pokacka i wsp. (1987) obok innych fungicydów, zalecają stosowanie fungicydu Benlate. Winkel i Honermeier (1988), przy łącznym stosowaniu retardanta CCC i fungicydu przeciwko

łamlivości źdźbeł uzyskali polepszenie ich zdrowotności oraz wzrost plonu ziarna pszenżyta ozimego o 13% w stosunku do obiektu kontrolnego.

Dotychczas jednak nie opracowano skutecznego sposobu przeciwdziałania wyleganiu pszenżyta. Celem niniejszej pracy było określenie wpływu różnych wariantów regulatorów wzrostu, w tym także fungicydu oraz sposobów ich stosowania na efektywność nawożenia pszenżyta ozimego wzrastającymi dawkami azotu.

MATERIAŁY I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w ZD HAR Małyszyn w województwie lubuskim, w dwóch seriach. Doświadczenie w obu seriach założono w układzie dwuczynnikowym, metodą split-plot, w 4 powtórzeniach, a wielkość poletek do zbioru wynosiła 15 m². Badane czynniki doświadczenia podano w tabeli 1.

Tabela 1

Badane czynniki i ich warianty w serii I doświadczeń (1988–1990) z odmianą Malno i II serii (1989–1991) z odmianą Ugo
The investigated factors and their variants of the series I experiment with cv. Malno (1988–1990) and the series II experiment with cv. Ugo (1989–1991)

Numer Number	Czynnik/wariant Factor/variant	Nazwy preparatu, dawka, termin stosowania (fazy rozwoju zboża wg Feekesa) Name of product, doses, time of application (cereal growth stage in Feekes scale)
		Czynnik I — (R) regulatory wzrostu i fungicyd Factor I — (R) growth regulators and fungicide
1	kontrola control	kontrola — bez regulatorów wzrostu i fungicydu control — without growth regulator and fungicide
2	CCC	Bercema CCC — 4 l/h — Fe 6*
3	CCC+CCC	Bercema CCC — 2,5 l/ha — Fe 3 + 1,5 l/ha — Fe 6
4	Flord	Flordimex T — 4 l/ha — Fe 8
5	CCC + Flord	Bercema CCC — 3 l/ha — Fe 3 + Flordimex T — 2 l/ha — Fe 8
6	CCC + Benlate	Bercema CCC — 4 l/ha — Fe 6 + fungicyd Benlate — 0,5 kg/ha — Fe 6
Czynnik II — (N) dawki azotu w formie saletry amonowej (kg/ha) Factor II — (N) doses of nitrogen in form of ammonium nitrate (kg/ha)		
a	kontrola control	bez nawożenia azotem without nitrogen fertilization
b	50	50 kg N — Fe 3
c	100	50 kg N — Fe 3 + 50 kg N — Fe 6
d	150	75 kg N — Fe 3 + 75 kg N — Fe 6
e	200	75 kg N — Fe 3 + 75 kg N — Fe 6 + 50 kg N — Fe 10,1

* Fazy rozwojowe wg Feekesa

* Growth stages acc. to Feekes:

Fe 3 — pełnia krzewienia (w doświadczeniach — ruszenie wegetacji) — full tillering (in the experiments: start of vegetation)

Fe 6 — 1-kolanko — the first node

Fe 8 — ostatni liść widoczny — the last leaf visible

Fe 10,1 — początek kłoszenia — beginning of heading

Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego. Odczyn gleb pH wahał się od 5,5 do 6,0. Zawartość składników pokarmowych była średnia do dobrej. Przedplonem w doświadczeniu był jęczmień jary w latach 1988, 1989 i 1990, a w 1991 roku owies. Uprawę pszenżyta ozimego w doświadczeniu prowadzono według zaleceń agrotechnicznych IUNG.

Wyniki dotyczące plonów ziarna, wysokości roślin (cm) i wylegania (w skali 9°, 9° = nie wyległe) opracowano statystycznie stosując analizę wariancji. Poziom istotności określono przy pomocy testu Duncana, dla $p = 0,05$.

WYNIKI

Plonowanie pszenżyta w obu seriach było znacznie zróżnicowane między latami badań, jak i badanymi obiektami w zależności od przebiegu czynników klimatycznych. Największe plony ziarna uzyskano w I serii w 1989 roku, w korzystnym pod względem czynników klimatycznych w okresie wegetacji wiosenno-letniej, a najniższe w 1988 roku o niedostatecznych i nierównomiernie rozłożonych opadach. W II serii podobnie najwyższe plony uzyskano w 1989 roku, najniższe zaś w 1991 roku o podobnie niekorzystnych warunkach pogodowych, jak w 1988 roku. W obu seriach w 1990 roku warunki pogodowe sprzyjały dość intensywnemu wzrostowi zbóż.

W przeprowadzonej oddzielnie dla I i II serii analizie wariancji dla plonu ziarna, wysokości roślin i wylegania pszenżyta ozimego udowodniono istotność badanych czynników oraz współdziałanie niektórych z nich (tab. 2).

Tabela 2

Analiza wariancji (średnie kwadraty) badanych czynników (plon ziarna, wysokość roślin, wyleganie) według lat badań (L), retardantów (R), nawożenia azotem (N) oraz ich współdziałań
Analysis of variance (mean squares) of the investigated factors (grain yield, plant height and lodging) for year of research (L), growth regulator (R), nitrogen fertilization (N) and their interactions

Źródło zmienności Source of variation	Seria I (1988–1990) — odmiana Malno Series I (1988–1990) — cultivar Malno				Seria II (1989–1991) — odmiana Ugo Series II (1989–1990) — cultivar Ugo			
	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Plon ziarna Grain yield (dt/ha)	Wysokość roślin Plant height (cm)	Wyleganie Lodging (1–9)	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Plon ziarna Grain yield (dt/ha)	Wysokość roślin Plant height (cm)	Wyleganie Lodging (1–9)
L	2	21559,6*	4314,9**	33,84**	2	7960,4**	1627,3	448,30**
R	5	587,6**	1062,0**	31,96**	5	490,5**	1827,5**	51,12**
L x R	10	40,9	116,9	3,92	10	123,7	173,7*	19,20**
Błąd I Error I	45	86,5	63,5	2,05	45	71,1	83,8	1,31
N	4	3959,5**	887,9**	66,68**	4	1681,5**	1809,9**	60,41**
L x N	8	342,4**	81,1**	4,01**	8	224,6**	352,5**	26,37**
R x N	20	70,8*	26,5	5,67**	20	139,7**	87,1**	3,43**
L x R x N	40	46,6	23,5*	0,97	40	33,8	29,8	1,96**
Błąd II Error II	216	38,4	21,5	0,77	216	29,6	37,2	0,59

*** Istotność na poziomie prawdopodobieństwa odpowiednio: 0,05 i 0,01

*** Significance at the 0.05, 0.01 probability levels, respectively

Średnio z trzech lat badań plon ziarna pszenżyta w obu seriach (tab. 3) istotnie wzrósł z poziomu kontrolnego (bez nawożenia azotem) do 50 kg N/ha, natomiast wpływ na plon każdej dalszej dawki azotu zależał od odmiany w danej serii i przebiegu pogody. W I serii (odmiana Malno) kolejna wyższa dawka 100 kg N/ha spowodowała jeszcze istotne zwiększenie plonu ziarna. Dopiero dalsze zwiększenie dawek do 150 i 200 kg N/ha nie

spowodowało istotnie udowodnionych wyższych, choć przy wzroście dawki ze 100 kg do 150 kg N/ha zarysowała się tendencja wyższy plonu. W II serii otrzymano istotnie niższe plony w stosunku do dawki 50 kg N/ha przy dawce 100 kg, a z kolei także istotnie niższe plony w stosunku do dawki 100 kg przy dawce 150 kg N/ha. Dalszy spadek plonu przy dawce 200 kg był już nieistotny w porównaniu z dawką 150 kg N/ha. Wyleganie w obu seriach zwiększało się istotnie w miarę wzrostu stosowanego nawożenia azotem, z wyjątkiem dawek od 150 kg do 200 kg N/ha w II serii. W tej serii odmiana Ugo wylegała we wcześniejszych fazach, co bardziej ograniczało jej plony.

Tabela 3

Wpływ wzrastających dawek azotu (N) i sposobów stosowania regulatorów oraz fungicydu (R) na plony (w dt/ha) pszenżyta ozimego odmian Malno (seria I) i Ugo (seria II)
Effect of increasing doses of nitrogen fertilization (N) and variants of growth regulator (R) and fungicide on yield of winter triticale cv. Malno (series I) and Ugo (series II)

Serie Series Lata Years	Regulator wzrostu (R) Growth regulator (R)	Dawki azotu (N) Doses of nitrogen fertilization (N)					
		0	50	100	150	200	Średnia Average
Seria I Series I 1988–1990	kontrola control	43,9	53,3	55,5	57,4	56,9	53,4
	CCC	47,5	57,9	62,9	60,6	60,7	57,9
	CCC+CCC	44,0	58,5	58,1	61,3	59,5	56,2
	Flordimex T	42,3	56,7	64,3	67,7	68,4	59,9
	CCC+Flord.	46,9	62,7	66,7	69,3	67,3	62,6
	CCC+Benlate	47,5	59,9	61,2	62,0	63,5	58,8
	średnia average	45,3	58,2	61,4	63,1	62,7	
	NIR _{0,05} dla N LSD _{0,05} for N	1,87					
	NIR _{0,05} dla R LSD _{0,05} for R	3,42					
	NIR _{0,05} dla N x R LSD _{0,05} for N x R	4,58					
Seria II Series II 1989–1991	kontrola control	50,8	61,7	54,1	52,7	52,8	54,4
	CCC	54,3	66,1	59,7	52,8	53,6	57,3
	CCC+CCC	51,6	63,3	61,0	56,5	57,4	58,0
	Flordimex T	49,5	63,2	63,3	63,6	62,1	62,1
	CCC+Flord.	48,7	66,3	68,2	67,2	63,7	62,8
	CCC+Benlate	53,2	65,0	60,5	57,6	52,7	52,7
	średnia average	51,4	64,3	61,1	58,1	57,1	57,8
	NIR _{0,05} dla N LSD _{0,05} for N	1,77					
	NIR _{0,05} dla R LSD _{0,05} for R	3,10					
	NIR _{0,05} dla N x R LSD _{0,05} for N x R	4,38					

Średnia wyższa plonu odmiany Ugo w II serii na dawce 50 kg N/ha była wyższa niż odmiany Malno w I serii. Natomiast spadek plonów odmiany Ugo przy zastosowaniu wyższych dawek azotu w dużej części należy przypisać, w przeciwieństwie do odmiany

Malno, mniejszej jej zdolności do produktywnego wykorzystania dużych dawek azotu, wskutek skłonności do wylegania.

W obu seriach stwierdzono istotne współdziałanie nawożenia azotem z latami badań. Stąd w seriach w poszczególnych latach badań plony ziarna oraz wysokości i wyleganie ukształtowały się niejednakowo, z tym, że w stosunku do nawożenia dawką 50 kg N/ha przeważnie wzrastały w I serii, z wyjątkiem 1989 roku, a w II serii spadały, oprócz 1990 roku, w którym plony przy pozostałych dawkach, choć istotnie niższe uzyskano na zbliżonym poziomie.

Średnio z trzech lat w obu seriach (tab. 3) plony wszystkich badanych kombinacji, z wyjątkiem wariantu stosowania Bercemy w dawce podzielonej w I serii i Bercemy zaaplikowanej w całości w II serii, były istotnie wyższe od plonów wariantu kontrolnego (bez stosowania retardantów i fungicydu). W obu seriach istotnie wyższe plony uzyskano z wariantu łączonego z zastosowaniem Bercemy i Benlate w stosunku do obiektu kontrolnego. W obu seriach z badanych wariantów stosowania retardantów i fungicydu istotnie wyższe plony niż we wszystkich pozostałych kombinacjach z Bercemą (stosowana w całości, w dwóch terminach i łącznie z Benlate) uzyskano, prawie niezależnie od przebiegu pogody w danym roku, w wariantcie: Bercema stosowana w stadium Fe 3 + Flordimex w stadium Fe 8. W tym wariantcie najbardziej uległy skróceniu źdźbła (tab. 4), istotnie więcej niż przy zastosowaniu Bercemy w całości w stadium Fe 3. Dlatego w tym wariantcie nastąpiło najmniejsze wyleganie i uzyskano najwyższy plon, istotnie wyższy od pozostałych wariantów, z wyjątkiem samego Flordimexu. Wyniki te potwierdzają badania Adamczewskiego i Bubniewicza (1990) oraz Woźnicy i wsp. (1992), którzy stwierdzili, że optymalny termin stosowania preparatów CCC w pszenzycie jest wcześniejszy niż stosowanie preparatu Flordimex. Prawdopodobnie, dlatego też zastosowana przez nas kombinacja preparatu Bercema w stadium Fe 6 i preparatu Flordimex w stadium Fe 8 okazała się tak wysoce skuteczna w obu seriach, choć Woźnica i wsp. (1992) uzyskali lepsze działanie z zastosowanej mieszanki Bercemy z Flordimexem w stadium Fe 8.

W poszczególnych latach różny przebieg warunków meteorologicznych wykazał tendencję modyfikowania działania sposobów stosowania retardantów i fungicydu przy różnych poziomach nawożenia azotem. W obu seriach nie stwierdzono dla badanych cech statystycznie istotnego współdziałania wariantów stosowania regulatorów wzrostu i fungicydu z latami badań, z wyjątkiem wysokości i wylegania w II serii, w której największe wyleganie wystąpiło w 1990 roku. W tym roku, w przeciwieństwie do dwóch pozostałych lat, warianty z Flordimeksem istotnie więcej ograniczyły wyleganie pszenżyta, niż kombinacje z Bercemą. W I serii na podkreślenie zasługuje tendencja korzystniejszego działania (w 1988 roku) kombinacji Bercemy z Benlate, niż wariantów z zastosowaniem w całości lub podzieloną dawką Bercemy. Prawdopodobnie w tym roku badań było to związane z większym porażeniem pszenżyta przez chorobę łamliwości źdźbeł, której powszechne pojawienie się obserwowano na większości pól produkcyjnych Zakładu. Podobne korzystne działanie tego wariantu uzyskali Cichy i Cicha (1999) oraz Winkel i Honermeier (1988).

Średnio z trzech lat badań w obu seriach (tab. 3) uzyskano dla plonów ziarna istotne współdziałanie sposobów stosowania pestycydów z dawkami nawożenia azotem.

Najwyższe plony pszenżyta uzyskano z kombinacji: Bercema zaaplikowana w stadium Fe 3 + Flordimex w stadium Fe 8, przy poziomach nawożenia 50, 100 i 150 kg N/ha. Natomiast wariant z samym Flordimexem spowodował istotnie wyższe plony przy nawożeniu 100, 150 i 200 kg N/ha w stosunku do pszenżyta nie traktowanego, ale w II serii istotnie niższe plony od najlepszego wariantu: Bercema + Flordimex przy nawożeniu 100 kg N/ha. Jednak najwyższe zwiększenie efektywności zastosowanego 1 kg N w tym wariantcie regulatorów wzrostu uzyskano na poziomie 50 kg N/ha w stosunku do poziomu bez nawożenia azotem. W stosunku do pszenżyta bez oprysku ten wariant zwiększył na tym poziomie nawożenia azotem efektywność w I serii z 21,8 kg do 31 kg, a w II serii z 18,7 do 38 kg ziarna na 1 kg zastosowanego azotu. Z innych sposobów stosowania retardantów i fungicydu tylko w II serii preparat Bercema CCC zaaplikowany w całości w stadium Fe 6 na poziomie nawożenia 50 kg N/ha dorównał w zwiększeniu efektywności nawożenia N wariantowi: Bercema CCC + Flordimex. Po zastosowaniu Bercemy CCC lepszą reakcję na nawożenie azotem stwierdzili także Mazurek i Mazurek (1987). Zastosowanie samego Flordimeksu dało istotnie wyższe plony od samej Bercemy przy wyższych dawkach azotu, zwłaszcza w II serii. Również Flordimex przy tych dawkach przeważnie powodował wyższe plony od wariantów: Bercemy w dawce podzielonej i Bercemy z Benlate.

W I serii istotne współdziałanie wariantów pestycydowych (regulatorów wzrostu i fungicydu) z nawożeniem wzrastającymi dawkami azotu, stwierdzono jedynie dla cechy wylegania, natomiast w II serii istotne współdziałanie stwierdzono zarówno dla cechy wysokości roślin, jak i wylegania (tab. 4). W II serii stwierdzono istotne współdziałanie zastosowanych retardantów i fungicydu z dawkami nawożenia azotowego dla wysokości roślin, jak i stopnia wylegania pszenżyta, co świadczy o niejednakowym skracaniu i ograniczeniu wylegania pszenżyta przy stosowaniu retardantów i fungicydu w badanych kombinacjach z wykorzystaniem wzrastających dawek nawożenia azotem.

W I serii dla wysokości roślin stwierdzono istotne współdziałanie lat badań z kombinacjami stosowania pestycydów i dawkami nawożenia azotem. W badanych latach najkrótsze rośliny uzyskano w 1989 roku. Dużemu skróceniu we wszystkich trzech latach uległy rośliny opryskane Bercemą CCC w stadium Fe 3 + Flordimexu w stadium Fe 8.

Wyniki naszych badań dotyczące skracania źdźbła i zmniejszenia wylegania, a tym samym w większym lub mniejszym stopniu zwiększenia plonów ziarna pod wpływem stosowanych retardantów, potwierdzają badania innych autorów (Adamczewski i Bubniewicz, 1990; Dziamba, 1987; Mazurek in., 1986; Mazurek i Mazurek, 1987; Pluto, 1988; Romek i Dzienia, 1992; Romek i Dzienia, 1997; Woźnica i in., 1992). Niektórzy z tych autorów stwierdzili skuteczniejsze działanie preparatów Flordimex (Mazurek i Podolska 1997), a inni gorsze jego działanie (Romek i Dzienia, 1992, 1997; Rudnicki i Kotwica, 1994). Natomiast Woźnica i wsp. (1992) nie stwierdzili różnic między działaniem tych preparatów.

Tabela 4

Wpływ wzrastających dawek azotu (N) i sposobów stosowania regulatorów wzrostu oraz fungicydu (R) na wysokość i wyleganie pszenżyta ozimego odmian Malno (seria I) i Ugo (seria II)
Effect of increasing doses of nitrogen fertilization (N) and variants of growth regulators and fungicide (R) on plant height and lodging of winter triticale cv. Malno (series I) and Ugo (series II)

Serie Series Lata Years	Regulator wzrostu (R) Growth regulator (R)	Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)						Wyleganie (skala 1°–9°) Lodging (scale 1°–9°)					
		dawka azotu (N) doses of nitrogen fertilization (N) (kg/ha)						dawka azotu (N) doses of nitrogen fertilization (N) (kg/ha)					
		0	50	100	150	200	średnia average	0	50	100	150	200	średnia average
Seria I Series I 1987–1990	kontrola — control	115	121	123	123	126	122	9,0	8,0	7,5	5,2	5,0	7,0
	CCC	110	115	119	120	119	117	8,6	8,4	7,5	6,2	6,3	7,4
	CCC+CCC	106	109	112	115	117	112	9,0	9,0	8,9	8,8	8,7	8,9
	Flordimex T	110	110	116	117	117	114	9,0	9,0	8,9	8,8	8,7	8,9
	CCC+Flordimex T	104	111	111	109	112	109	9,0	8,9	8,8	8,6	8,5	8,8
	CCC+Benlate	111	113	116	118	116	115	9,0	9,0	8,4	6,9	6,1	7,9
	średnia — average	109	113	116	117	118		8,9	8,8	8,2	7,1	6,8	
	NIR _{0,05} dla N	1,5						0,29					
	LSD _{0,05} for N												
	NIR _{0,05} dla R							2,9					
	LSD _{0,05} for R							0,53					
	NIR _{0,05} dla N x R	n.r.						0,71					
	LSD _{0,05} for N x R												
Seria II Series II 1988–1991	kontrola — control	112	117	118	115	114	115	8,5	6,8	6,3	4,8	4,3	6,1
	CCC	99	109	112	112	111	108	8,9	7,6	6,8	6,3	5,8	7,0
	CCC+CCC	93	100	106	107	108	103	8,9	7,9	7,4	6,7	6,8	7,5
	Flordimex T	96	106	105	103	106	103	8,9	8,7	8,2	7,9	8,0	8,4
	CCC+Flordimex T	88	98	104	106	101	99	9,0	9,0	8,8	8,4	8,3	8,7
	CCC+Benlate	94	106	108	107	110	105	8,8	8,5	7,9	6,9	6,7	7,8
	średnia — average	97	106	109	108	108		8,8	8,1	7,6	6,8	6,6	
	NIR _{0,05} dla N	2,0						0,25					
	LSD _{0,05} for N												
	NIR _{0,05} dla R							4,2					
	LSD _{0,05} for R												
	NIR _{0,05} dla N x R	4,9						0,62					
	LSD _{0,05} for N x R												

Według Zeddies (1988), zamiast stabilizowania źdźbeł środkami chemicznymi, które nie zawsze są w pełni efektywne, właściwszą i skuteczniejszą drogą rozwiązania problemu wylegania pszenżyta ozimego jest zintensyfikowanie hodowli form krótkosłomych i nie wylegających, z czym autorzy niniejszej pracy w pełni się zgadzają, choć przy hodowli takich odmian należy uwzględniać uwagi o hodowli pszenżyta Maćkowiaka i wsp. (1998), dotyczące tolerancji na słabsze warunki glebowe i wczesny rozwój faz wegetacyjnych.

WNIOSKI

1. Istotnie wyższe plony w stosunku do pszenżyta nie nawożonego azotem, średnio uzyskano przy nawożeniu dawką — 50 kg N/ha, z tym, że przy wyższych dawkach N u Malno stwierdzono tendencję wzrostową plonowania, a u Ugo istotny spadek plonów w porównaniu do plonu przy dawce 50 kg N/ha, głównie z powodu jej wcześniejszego wylegania jako odmiany mniej sztywnosłomej.
2. Badane sposoby aplikowania regulatorów wzrostu i fungicydu na wzrastających poziomach nawożenia azotem i bez nawożenia wpływały niejednakowo na zwiększenie plonowania pszenżyta. Na ogół kombinacje z samą Bercemą CCC korzystniej wpływały na plonowanie pszenżyta przy stosowaniu niższych dawek azotu (50–100 kg N/ha) niż na wyższych, zwłaszcza u odmiany Ugo, a kombinacje z Flordimeksem na prawie wszystkich poziomach nawożenia azotem u obu odmian.
3. Spośród badanych kombinacji stosowania regulatorów wzrostu i fungicydu najskuteczniejszym wariantem okazała się kombinacja: Bercema CCC zastosowana w ilości 3 l/ha w stadium Fe 3 oraz Flordimex w ilości 2 l/ha w stadium Fe 8. Przy wykorzystaniu tej kombinacji regulatorów wzrostu zastosowanie 1kg N jest najbardziej efektywne w dawkach od 50 do 100 kg N/ha.
4. Od wariantów z samą Bercemą tendencja korzystniejszego działania kombinacji: retardanta Bercema CCC (4 l/ha) oraz fungicydu Benlate (0,5 kg/ha), zastosowanych łącznie w stadium Fe 6, uwidoczniła się tylko w jednym roku, w którym obserwowano powszechne porażenie pszenżyta ozimego przez chorobę łamliwości podstawy źdźbeł.
5. Oba regulatory wzrostu stosowane w różnych kombinacjach ograniczały długość źdźbeł i wyleganie, przy czym najbardziej ograniczały je kombinacje: Bercema CCC (3 l/ha) zastosowana w stadium Fe 3+ Flordimex T (2 l/ha) — w stadium Fe 8; Flordimex (4 l/ha) zaaplikowana w stadium Fe 8; Bercema CCC zastosowana w dawce podzielonej (2,5 + 1,5l/ha), odpowiednio w stadiach Fe 3 i Fe 6.

LITERATURA

- Adamczewski K., Bubniewicz P. 1990. Ocena działania regulatorów wzrostu w odmianach triticales. Materiały XXX Sesji Nauk. IOR, Część II. Postery: 209 — 212.
- Cichy H., Cicha A. 1999. Stosowanie fungicydów i antywylegacza w uprawie pszenżyta ozimego. Cz. I. Wpływ na plon ziarna. Biul. IHAR 210: 37 — 41.
- Dziamba Sz. 1987. Wpływ antywylegacza (CCC) i nawożenia na plonowanie, elementy struktury plonu oraz zawartość białka i lizyny w ziarnie pszenżyta, żyta i pszenicy. Biul. IHAR 161: 105 — 112.
- Maćkowiak W., Paizert K., Mazurkiewicz L., Woś H. 1993. Osiągnięcia i problemy hodowli pszenżyta w Polsce. Biul. IHAR 187: 143 — 166.

- Maćkowiak W., Budzianowski G., Cicha A., Cichy H., Mazurkiewicz L., Milewski G., Paizert K., Szelać B., Szelać J., Woś H. 1998. Hodowla pszenżyta w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Aklimatyzacji Roślin „Małyszyn”. Biul. IHAR 205/206: 303 — 320.
- Mazurek J., Kuś J., Wilczyńska-Kostrzewa W. 1986. Wpływ chlorku chlorocholiny (CCC) i Composanu na plon nowych rodów i odmian pszenżyta oraz jego strukturę. Biul. IHAR 159: 47 — 55.
- Mazurek J., Mazurek J. 1987. Wpływ terminu stosowania antywylegacza na plonowanie dwu odmian pszenżyta. Pam. Puł. 90: 197 — 206.
- Mazurek J., Mazurek J. 1987 a. Produkcyjność pszenżyta i innych zbóż ozimych w różnych warunkach siedliska. *Fragm. Agron.* 2: 31 — 46.
- Mazurek J., Podolska G. 1997. Wpływ retardantów wzrostu na plonowanie pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 175: 277 — 281.
- Piech M. 1987. Zasady dawkowania azotu pod pszenżyto jako czynnika sterującego rozwojem roślin i komponentami plonu. *Mater. konf. pt. Technologia uprawy pszenżyta.* Lublin: 81 — 92.
- Pluto J. 1988. Pszenżyto. Stan i perspektywy uprawy. *Biuletyn Oceny Odmian* 20:5 — 26.
- Pokacka Z., Korbas M., Staniszevska H. 1987. Choroby występujące na pszenżycie i ich zwalczanie. *Ochr. Rośl.* 2: 7 — 9.
- Romek B., Dzienia S. 1992. Wpływ retardantów na plon i jakość plonów pszenżyta ozimego. *Mat. XXXII Sesji Naukowej IOR. Część II. Postery:* 140 — 144.
- Romek B., Dzienia S. 1997. Reakcja odmian pszenżyta ozimego na retardanty wzrostu. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 175: 367 — 371.
- Rudnicki F., Kotwica K. 1994. Działanie regulatorów wzrostu w uprawie pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 162: 223 — 227.
- Szempliński W., Budzyński W. 1994. Porównanie różnych technologii uprawy pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 162: 253 — 256.
- Winkel A., Honermeier B. 1988. Erste Erfahrungen beim Anbau von Triticale. *Feldwirtschaft* 6: 258 — 260.
- Woźnica Z., Pudełko J., Skrzypczak G., Bailey B. 1992. Wpływ retardantów wzrostu na pszenżyto ozime (Triticale Müntzing). *Rocz. AR w Poznaniu CCXXXV:* 129 — 137.
- Wróbel E., Budzyński W. 1994. Plonowanie i jakość białka ziarna pszenżyta ozimego nawożonego zróżnicowanymi dawkami azotu. *Zesz. Nauk. AR Szczec.* 162: 282 — 286.
- Zeddies J. 1988. The efficiency of growth regulators on lodging resistance and yield in triticale. *EUCARPIA. Tag. Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin,* 266: 537 — 544.
- Zych J. 1996. Synteza Wyników Doświadczeń Odmianowych. Pszenżyto ozime. *COBORU. Słupia Wielka:* 47 — 61.

WANDA KOCIUBA¹**DANUTA KULPA**²¹ Instytut Genetyki i Hodowli Roślin² Katedra Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowywania
Akademia Rolnicza, Lublin

Charakterystyka odmian pszenżyta ozimego pod względem cech związanych z porastaniem ziarna

The characterization of winter triticale cultivars in relation to traits connected with preharvest sprouting

Badania przeprowadzono w 1999 i 2000 roku, na 13 odmianach pszenżyta ozimego, oraz dla porównania badano pszenicę odmiany Elena i żyto Dańkowskie Złote. Analizowano takie cechy, jak: energię i zdolność kiełkowania ziarniaków, liczbę opadania i aktywność α -amylazy. Oznaczenie energii i zdolności kiełkowania (PN-79/R-65950) przeprowadzono na płytkach Petriego o średnicy 15 cm. Podłożem była wilgotna bibuła o pH 6,0–7,5, na którą wysiewano po 100 ziarniaków. Płytki umieszczano w termostacie o temperaturze 23°C. Po 4 dniach badano energię kiełkowania, po 7 dniach zdolność kiełkowania dla żyta, a po 8 dniach dla pszenżyta i pszenicy. Oznaczenia przeprowadzono w 3 powtórzeniach oraz w 4 terminach: w okresie pełnej dojrzałości ziarna oraz 8, 16 i 24 dni po zbiorze, co miało na celu ustalenie okresu spoczynku ziarna. Liczbę opadania (PN-ISO 3093: 1996) oznaczono metodą Hagberga-Pertena, a aktywność α -amylazy (Jones, Varner, 1967) metodą Varnera.

Energia i zdolność kiełkowania ziarna w okresie pełnej dojrzałości była zdecydowanie niższa od wartości uzyskanych w późniejszych terminach, co wiąże się z występowaniem okresu spoczynku ziarna. Należy podkreślić duże zróżnicowanie odmian odnośnie długości i głębokości spoczynku ziarna. Wysokie wartości energii i zdolności kiełkowania ziarna w okresie pełnej dojrzałości otrzymano dla takich odmian, jak: Disco, Fidelio, Tewo i Mundo, zaś niskie dla: Moniko, Lasko, Purdy oraz pszenicy. Wyraźnie niższą aktywność α -amylazy miały odmiany: Purdy, Bogó i Mundo, u których liczba opadania była wyższa, co wskazuje na wyższą odporność na porastanie ziarna tych odmian. Jednak wszystkie badane odmiany pszenżyta ozimego miały wyższą aktywność α -amylazy i niższą liczbę opadania od pszenicy i żyta. Duże zróżnicowanie odmian odnośnie wartości tych cech może pozwolić na prowadzenie odpowiedniej selekcji w pracach hodowlanych.

Słowa kluczowe: α -amylaza, liczba opadania, porastanie, pszenżyto ozime, spoczynek pożywny

The research was conducted on 13 cultivars of winter triticale together with the Elena wheat and the Dańkowskie Złote rye for comparison. The following traits were analyzed: energy and capacity of grain germination, falling number and activity of α -amylase. The presented results concern the two-years research (years covered: 1999, 2000). The energy and capacity of grain germination (PN-79/R-65950) were tested in Petri dishes, 15 cm in diameter. 100 grains were sown on a wet filter paper of pH 6.0–7.5. The dishes were put into a thermostat with temperature 23°C. After 4 days the energy of germination was estimated, after 7 days — the capacity of germination for rye, and after 8 days - the capacity of germination for triticale and

wheat. The tests were conducted in three replications and four times: in full maturity of grain, 8, 16 and 24 days after harvest. The aim was to determine a period of seed dormancy. Falling number (PN-ISO 3093: 1996) was tested by means of the Hagberg-Perten's method and the activity of α -amylase using the Vamer's method.

The energy and capacity of grain germination at full maturity were distinctly lower than the values received for the later terms. The difference was connected with the occurrence of seed dormancy. High differentiation of cultivars in respect of duration and depth of seed dormancy should be emphasized. High values of energy and capacity of grain germination at full maturity were recorded for the following cultivars: Disco, Fidelio, Tewo and Mundo, low values were found for Moniko, Lasko, Purdy and wheat. A significantly lower activity of α -amylase was observed for the cultivars: Purdy, Bogó and Mundo, whose falling number was higher, which suggests a higher resistance to preharvest sprouting of these cultivars. However, all the examined cultivars of winter triticale showed higher activity of α -amylase and lower falling number than in cases of wheat and rye. A considerable differentiation of the cultivars as for the level of these traits will allow selection in the future breeding work.

Key words: α -amylase, falling number, seed dormancy, sprouting, winter triticale

WSTĘP

Odporność na porastanie u pszenżyta jest jednym z ważniejszych kierunków prac hodowlanych od czasu wprowadzenia nowych odmian do uprawy (Tarkowski, 1980; Wolski i Tymieniecka, 1982). Mimo dużego postępu uzyskanego w poziomie wielu cech gospodarczych to postęp w odporności na przedżniwne porastanie ziarna jest ciągle niezadawalający, jak podają Wolski i wsp. (1998) oraz Maćkowiak i wsp. (1998).

W naszych warunkach klimatycznych uprawa odmian podatnych na porastanie prowadzi do dużych strat. Według szacunkowych ocen w przeciętnym roku porastanie ziarna występuje na 5–10% plantacji zbóż (Węgrzyn i in., 1991; Weidner, 1992). Pszenżyto wykorzystywane jest głównie na cele paszowe, ale ostatnio wzrasta zainteresowanie uprawą pszenżyta do celów konsumpcyjnych. Dlatego odmiany pszenżyta posiadające, obok wysokiej wartości paszowej, dobre wartości technologiczne mogłyby konkurować zarówno ze zbożami pastewnymi, jak i chlebowymi. Celem prowadzonych badań była analiza zakresu zmienności cech związanych z porastaniem ziarna u wybranych odmian pszenżyta ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 13 odmianach pszenżyta ozimego oraz dla porównania badano pszenicę odmiany Elena i żyto odmiany Dańkowskie Żłote. Materiał do badań stanowiło ziarno zebrane w okresie pełnej dojrzałości z poletek doświadczalnych założonych w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach k/Nałęczowa. Analizowano takie cechy, jak: energię i zdolność kiełkowania ziarniaków, liczbę opadania i aktywność α -amylazy. Przedstawione wyniki dotyczą 2-letnich badań (1999 i 2000 roku).

Oznaczenie energii i zdolności kiełkowania (PN-79/R-65950) przeprowadzono na płytkach Petriego o średnicy 15 cm. Podłożem była wilgotna bibuła o pH 6,0–7,5, na którą wysiewano po 100 ziarniaków. Płytki umieszczano w termostacie o temperaturze 23°C. Po 4 dniach badano energię kiełkowania, po 7 dniach zdolność kiełkowania dla żyta, po 8

dniach dla pszenżyta i pszenicy. Oznaczenia przeprowadzono w 3 powtórzeniach oraz w 4 terminach: w okresie pełnej dojrzałości ziarna, 8, 16 i 24 dni po zbiorze, co miało na celu ustalenie okresu spoczynku ziarna. Wyniki podano w procentach i przedstawiono w tabeli 1 (podając wartości w latach badań) oraz na rysunkach 1 i 2, na których przedstawiono średnie wyniki 2-letnich badań dla analizowanych odmian.

Aktywność α -amylazy (Jones, Varner, 1967) oznaczono metodą Varnera. Zasada oznaczenia polegała na pomiarze spadku gęstości skrobi spowodowanym działaniem enzymu. Roztwór skrobi przygotowano dodając: 600 mg KH_2PO_4 cz., 150 mg nierozpuszczalnej skrobi, 20 mg CaCl_2 cz. i 100 cm^3 H_2O destylowanej; całość gotowano przez 2 min., chłodzono i odwirowywano przez 10 minut w wirówce typu MPW-340, przy względnej sile odśrodkowej 900 x g. Wyciąg enzymatyczny przygotowano ze 100 ziarniaków, które rozcierano z 20 cm^3 0,9% NaCl, a następnie całość odwirowywano w wirówce. Do 1 cm^3 roztworu skrobi dodawano od 0,005 do 0,025 cm^3 roztworu jodu (6g KJ cz. + 600 mg J_2 cz. w 100 cm^3 H_2O ; 1 cm^3 tego roztworu rozcieńczono do 100 cm^3 w 0,05 n HCl) i 7 cm^3 H_2O destylowanej. Ekstynkcję mierzono na spektrometrze, typu SPEKOL 11, przy długości fali 620 nm, wobec wody destylowanej. Od wartości próby kontrolnej, nie zawierającej enzymu, odejmowano wartość próby właściwej. Za 1 jednostkę (j.e.) przyjęto 0,1 na skali ekstynkcji. Oznaczenia przeprowadzono w trzech powtórzeniach, wyniki podano w j.e./1min. x 100 ziaren (rys. 3).

Liczbę opadania (PN-ISO 3093: 1996) oznaczono metodą Hagberga-Pertena. Zasada oznaczenia polegała na skleikowaniu wodnej zawiesiny mąki w probówce reakcyjnej umieszczonej we wrzącej łaźni wodnej i pomiarze upłynięcia kleiku pod wpływem α -amylazy. Liczba opadania wyraża czas, jaki jest potrzebny na mieszanie i opadnięcie mieszała wiskozymetrycznego w gorącym kleiku. W celu przygotowania zawiesiny, odważano odpowiednią ilość mąki (w zależności od wilgotności; 7 g dla mąki o wilgotności 15%) i dodawano 25 cm^3 wody destylowanej o temperaturze 20° C. Probówkę wstrząsano do uzyskania jednolitej zawiesiny, a następnie z mieszałem umieszczano w łaźni wodnej. Po 5 s rozpoczynano ręczne mieszanie, w 59. sekundzie mieszało pozostawiano w górnym położeniu. Czas opadania mieszała był rejestrowany przez automatyczny sekundomierz. Oznaczenie przeprowadzono w 2 powtórzeniach, a wyniki podano w sekundach i przedstawiono na rysunku 4 jako średnie z 2 lat.

Badania dotyczące oznaczenia liczby opadania i aktywności α -amylazy wykonano także w 4 terminach, podobnie jak oznaczenia energii i zdolności kiełkowania, ale z uwagi na bardzo małe różnice w otrzymanych wartościach, nie uwzględniano ich przy omawianiu tych cech; zostały one włączone do średnich wartości badanych obiektów.

Wyniki badań opracowano statystycznie wyliczając istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami badanych cech dla odmian i lat metodą przedziałów ufności Tukeya. Obliczono również współczynniki korelacji wykorzystując średnie wartości dla energii i zdolności kiełkowania ziarna, liczby opadania i aktywności α -amylazy w okresie pełnej dojrzałości ziarna.

WYNIKI I DYSKUSJA

W zjawisku porastania duże znaczenie ma spoczynek późniwny ziarna, który jest endogennym czynnikiem zabezpieczającym ziarno przed porastaniem (Moś, 1994). Cecha ta jest uwarunkowana genetycznie, co może być związane z budową okrywy owocownasiennej, stanowiącej mechaniczną przeszkodę dla wzrostu zarodka (Grzesiuk i Kulka, 1988) lub, jak ostatnio podają Moś (1994) i Weidner (1992), obecnością kwasów fenolowych. Spoczynek późniwny ziarna może być także modyfikowany przez czynniki środowiska w okresie dojrzewania ziarna (Doliński, 1995). Jak podaje Doliński (1995) w czasie suchego i ciepłego lata wykształcają się ziarniaki o krótszym okresie spoczynku, a w chłodnych latach, z dużą liczbą dni pochmurnych i opadami w czasie dojrzewania ziarna, okres spoczynku trwa dłużej. Energia i zdolność kiełkowania ziarna badanych odmian pszenżyta ozimego w okresie pełnej dojrzałości była zdecydowanie niższa od wartości uzyskanych w późniejszych terminach (tab. 1), co wiąże się z występowaniem późniwnego spoczynku ziarna.

Tabela 1

Energia i zdolność kiełkowania odmian pszenżyta ozimego w okresie dojrzałości pełnej i późniwnej w porównaniu do żyta i pszenicy

Energy and capacity of germination of winter triticale cultivars in full maturity nad after harvest compared to wheat and rye

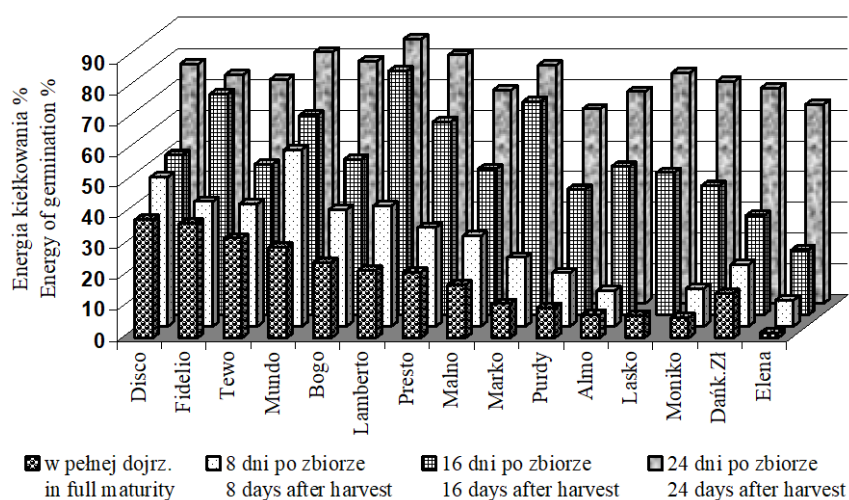
Odmiana Cultivars	Energia kiełkowania (%) Energy of germination (%)							
	pełna dojrzałość full maturity		8 dni po zbiorze 8 days after harvest		16 dni po zbiorze 16 days after harvest		24 dni po zbiorze 24 days after harvest	
Rok Year	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Disco	46,0	30,6	48,0	48,6	51,9	52,6	86,0	69,2
Fidelio	45,6	28,6	47,6	33,3	65,6	77,6	70,5	77,4
Tewo	38,0	26,6	40,6	38,6	49,2	48,6	87,5	57,4
Mundo	40,0	18,6	68,3	46,3	70,5	54,3	93,0	69,8
Bogo	19,6	29,3	23,0	52,6	45,2	55,7	95,0	62,0
Lamberto	18,5	25,3	29,6	28,6	75,4	82,6	87,0	84,3
Presto	24,6	18,0	26,0	38,0	56,2	69,0	90,0	71,0
Malno	25,0	9,3	30,0	29,6	38,8	55,6	72,0	66,2
Marko	12,3	10,0	19,6	25,0	70,6	67,6	82,5	71,6
Purdy	8,3	11,3	15,3	19,3	38,5	43,0	70,5	55,5
Almo	9,6	5,3	11,3	11,6	45,2	51,0	84,0	53,2
Lasko	7,0	7,6	14,3	20,3	38,6	53,6	88,0	61,3
Moniko	5,6	7,3	16,0	8,6	35,6	48,0	85,0	58,7
Średnia Average	23,1	17,5	30,0	30,8	52,4	58,4	83,9	66,0
Elena — pszenica Elena — wheat	1,6	1,3	7,0	10,0	18,5	23,3	90,0	39,0
Dańkowskie Żłote — żyto Dańkowskie Żłote — rye	15,3	3,3	19,6	20,3	25,5	39,0	97,0	42,6
NIR dla odmian LSD for cultivars	26,5		32,8		24,7		47,5	
NIR dla lat LSD for years	5,1		6,4		4,8		9,2	

c.d. Tabela 1

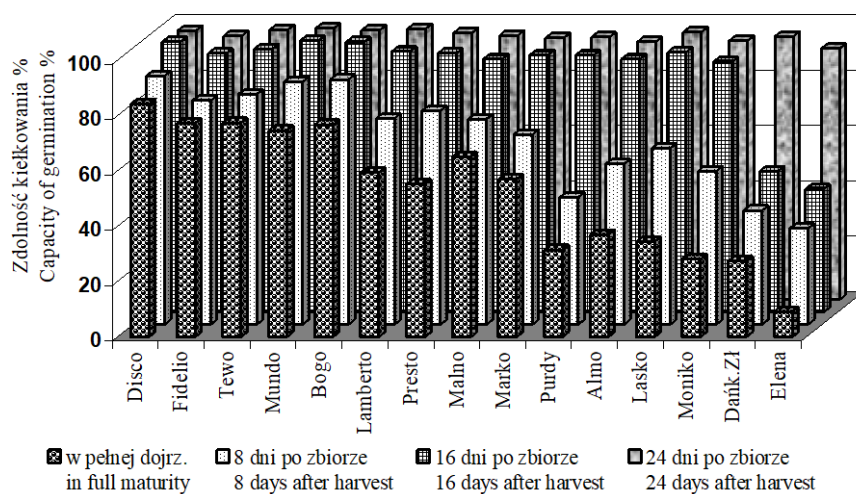
Odmiana Cultivars	Zdolność kiełkowania(%) Capacity of germination (%)							
	pełna dojrzałość full maturity		8 dni po zbiorze 8 days after harvest		16 dni po zbiorze 16 days after harvest		24 dni po zbiorze 24 days after harvest	
Rok Year	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Disco	76,0	92,6	85,3	94,6	86,2	97,8	95,0	97,4
Fidelio	72,0	82,3	74,3	87,6	92,8	93,6	93,0	97,9
Tewo	65,0	90,0	72,0	94,6	94,3	95,2	97,0	98,3
Mundo	65,3	84,0	78,6	97,0	94,5	98,2	98,0	98,4
Bogo	66,6	87,0	83,0	94,3	92,0	97,7	97,0	98,0
Lamberto	39,3	79,6	59,6	89,6	85,4	94,2	97,0	99,2
Presto	50,0	60,6	66,3	88,3	82,4	93,6	94,0	99,0
Malno	59,3	71,0	66,3	82,3	85,2	91,6	93,0	95,6
Marko	41,6	72,6	55,3	82,3	70,3	93,0	92,0	97,3
Purdy	28,6	63,6	28,6	63,6	85,2	93,0	94,0	96,0
Almo	32,3	41,6	40,0	76,3	85,8	91,6	91,0	95,6
Lasko	16,6	52,6	44,3	83,3	68,5	94,0	95,0	98,8
Moniko	15,0	41,3	50,3	60,6	85,7	90,6	92,5	94,9
Średnia Average	48,3	70,7	61,8	84,2	85,2	94,2	94,5	97,4
Elena — pszenica Elena — wheat	10,0	8,3	30,3	39,3	35,2	44,6	96,0	85,6
Dańkowskie Złote — żyto Dańkowskie Złote — rye	28,0	27,0	38,3	44,3	45,6	51,0	98,0	92,6
NIR dla odmian LSD for cultivars	36,1		31,2		20,1		12,0	
NIR dla lat LSD for years	7,0		6,1		3,9		2,3	

Należy podkreślić duże zróżnicowanie odmian, co do czasu trwania tego okresu, jak przedstawiają rysunki 1 i 2. Wysokie wartości energii i zdolności kiełkowania ziarna w okresie pełnej dojrzałości otrzymano dla takich odmian jak: Disco, Fidelio, Tewo, Mundo i Bogo, zaś niskie dla pszenicy i odmian pszenżyta: Moniko, Lasko, Almo i Purdy. Energia i zdolność kiełkowania w pozostałych badanych terminach była również zróżnicowana u badanych odmian pszenżyta, a różnice te były istotne zarówno dla odmian, jak i dla lat (tab. 1). Wyniki uzyskane we wcześniejszych badaniach tych samych odmian pszenżyta ozimego (Doliński i Kociuba, 1999) są zróżnicowane, zwłaszcza dla wartości uzyskanych w okresie pełnej dojrzałości i 8 dni po zbiorze. Może to świadczyć o wpływie czynników atmosferycznych na przedwczesne kiełkowanie ziarna pszenżyta. Zjawisko spoczynku późniejszego jest korzystne, ponieważ wpływa na odporność na porastanie. Na ogół uważa się, że im dłuższy i głębszy spoczynek ziarna, tym mniejsze prawdopodobieństwo porastania. Jednak zbyt przedłużający się spoczynek ziarna może być niekorzystny, ze względu na termin siewu.

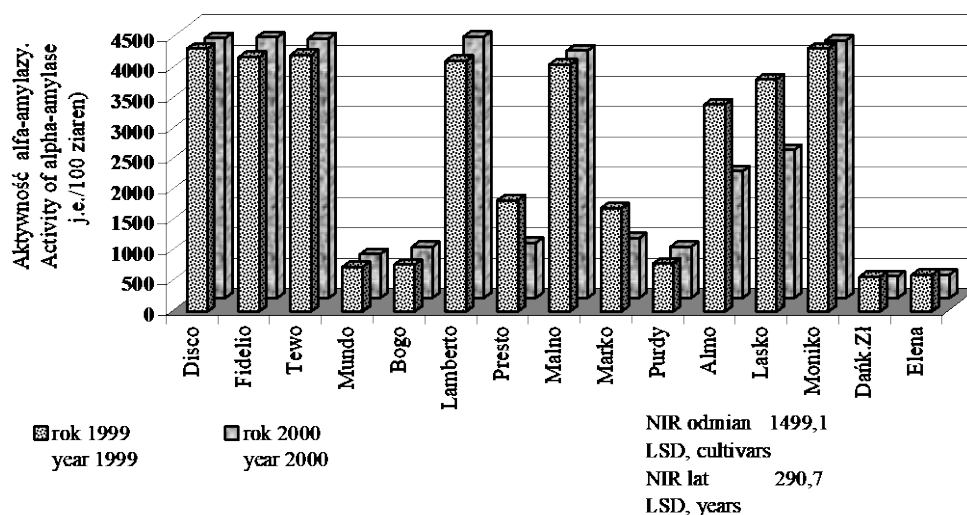
Porastanie ziarna związane jest z podwyższoną aktywnością α -amylazy, enzymu hydrolizującego skrobię (Hagberg i Olered, 1975; Masojć, 1984; Grzesiuk i Kulka, 1988; Węgrzyn i in., 1991; Weidner, 1992). Proces ten ma miejsce w porośniętych ziarniakach, jak również jest kontynuowany w procesie fermentacji i wypieku ciasta, co wpływa niekorzystnie na jego jakość.



Rys. 1. Energia kielkowania badanych odmian pszenżyta ozimego (średnie z 2 lat)
Fig. 1. Energy of germination of the examined winter triticale cultivars (average for 2 years)

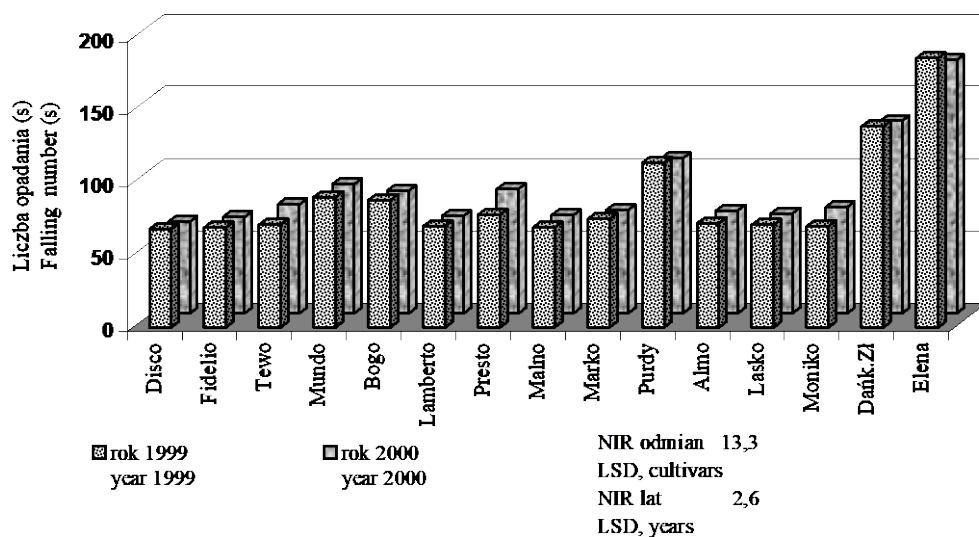


Rys. 2. Zdolność kielkowania badanych odmian pszenżyta ozimego (średnia z 2 lat)
Fig. 2. Capacity of germination of the examined winter triticale cultivars (average for 2 years)



Rys. 3. Aktywność α -amylazy badanych odmian pszenżyta ozimego
 Fig. 3. Activity of α -amylase of the examined winter triticale cultivars

Wszystkie badane odmiany pszenżyta miały wyższą aktywność α -amylazy w porównaniu do pszenicy i żyta. Niskie wartości otrzymano dla odmian: Purdy, Mundo i Bogo, zaś najwyższe miały odmiany: Disco, Moniko, Fidelio, Lamberto, Tewo i Malno (rys. 3). Wysoka aktywność α -amylazy występująca u odmian Disco, Fidelio i Tewo była związana z wysoką energią i zdolnością kiełkowania w okresie pełnej dojrzałości, ale podobnej zależności nie można stwierdzić dla odmian: Moniko, Malno i Lamberto. Z kolei stosunkowo niska aktywność α -amylazy u odmian: Mundo i Bogo nie była związana z niższą zdolnością kiełkowania w okresie pełnej dojrzałości. Potwierdza to pogląd Grzesiuka i Góreckiego (1982), którzy nie stwierdzają wyraźnego związku między aktywnością α -amylazy a porastaniem, sugerując, że wysoka aktywność tego enzymu nie jest przyczyną, lecz skutkiem porastania. Należy także podkreślić, że wszystkie badane odmiany pszenżyta ozimego miały wyższą aktywność α -amylazy od pszenicy i żyta. Wśród badanych odmian pszenżyta występuje istotne zróżnicowanie w aktywności α -amylazy jak również pomiędzy latami, co przedstawiono na rysunku 3; może to pozwolić na kierunkową selekcję w poprawieniu tej cechy.



Rys. 4. Liczba opadania badanych odmian pszenżyta ozimego
 Fig. 4. Falling number of the examined winter triticale cultivars

Miarą skłonności do porastania, nie zawsze jednoznaczna, jest stosowana w ocenie materiałów hodowlanych liczba opadania jako wskaźnik poziomu aktywności enzymów amylolitycznych zawartych w ziarnie. Liczba opadania u pszenżyta nie zawsze w pełni odzwierciedla skłonność do porastania, ponieważ są odmiany wykazujące odporność połową na porastanie, jak sądzą autorzy badań (Wolski, 1987; Maćkowiak i in., 1984). Wyższa liczba opadania świadczy o niskiej aktywności enzymów amylolitycznych i o wyższej odporności zbóż na porastanie, co potwierdzają przedstawione wyniki badań. Wyższą liczbę opadania miały odmiany: Purdy, Bogo i Mundo, jednak są to wartości niższe niż u pszenicy i żyta (rys. 4). Według Rzepki (1993) do odmian zbóż odpornych na porastanie można zaliczyć te, u których aktywność α -amylazy w dojrzałym ziarnie, mimo jej syntezy, jest hamowana dość długo przez endogenne inhibitory nawet w niesprzyjających warunkach pogody.

W tabeli 2 podano współczynniki korelacji dla badanych cech. Jak wynika z przedstawionych danych wysoka korelacja występuje dla energii i zdolności kiełkowania $r_{xy} = 0,6978$ oraz wysoka, ale ujemna korelacja dla aktywności α -amylazy i liczby opadania $r_{xy} = -0,6726$ oraz zdolności kiełkowania i liczby opadania $r_{xy} = -0,5844$.

Tabela 2

Współczynniki korelacji dla badanych cech pszenżyta ozimego
Correlation coefficients for the examined features of winter triticale

Badana cecha Trait	1	2	3
Energia kiełkowania (%) Energy of germinaton (%)			
Zdolność kiełkowania (%) Capacity of germinaton (%)	0,6878**		
Aktywność α -amylazy (j.e./100 ziaren) Activity of α -amylase (j.e./100 grains)	0,3350	0,2975	
Liczba opadania (s) Falling number (s)	-0,4045*	-0,5844	-0,6726

* rxy istotny przy $\alpha = 0,05$ * rxy significant at $\alpha = 0.05$ ** rxy istotny przy $\alpha = 0,01$ ** rxy significant at $\alpha = 0.01$

WNIOSKI

1. Badane odmiany pszenżyta ozimego były istotnie zróżnicowane odnośnie energii i zdolności kiełkowania w okresie pełnej dojrzałości ziarna, jak i po zbiorze, co świadczy o zróżnicowanym okresie spoczynku późniwnego.
2. Niższą aktywność α -amylazy wśród badanych odmian pszenżyta ozimego miały odmiany: Purdy, Bogu i Mundo, u których liczba opadania była wyższa, co może wskazywać na wyższą odporność na porastanie ziarna tych odmian.
3. Wszystkie badane odmiany pszenżyta ozimego miały wyższą aktywność α -amylazy i niższą liczbę opadania od pszenicy i żyta. Występuje istotne zróżnicowanie odmian odnośnie do wartości tych cech, co pozwala na prowadzenie odpowiedniej selekcji w pracach hodowlanych.

LITERATURA

- Doliński R. 1995. Ocena polskich odmian uprawnych i rodów hodowlanych heksaploidalnego pszenżyta pod względem odporności na porastanie. Biul. IHAR 195/196: 147 — 158.
- Doliński R., Kociuba W. 1999. Odporność na porastanie i spoczynek późniwny ziarniaków w kolekcji pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 211: 153 — 164.
- Grzesiuk S., Górecki R. 1982. Studia nad fizjologicznymi właściwościami ziarna siewnego żyta. Hod. Rośl. Aklim. 26/2: 65 — 98.
- Grzesiuk S., Kulka K. 1988. Biologia ziarniaków zbóż. PWN, Warszawa.
- Hagberg S., Olered R. 1975. Studies on starch properties and alpha-amylase activity in rye. Hod. Rośl. Aklim. 19, 5/6: 581 — 592.
- Jones R. L., Varner I. E. 1967. The bioassay of gibberellins. Planta 72/2: 155 — 161.
- Maćkowiak W., Budzianowski G., Łukańko U. 1984. Charakterystyka odmian pszenżyta ozimego i jarego hodowli ZDHAR Małyszyn oraz ich reakcja na niektóre czynniki środowiska. Zeszyty Nauk. AR Szczec. 162: 141 — 146.
- Maćkowiak W., Budzianowski G., Cicha A., Cichy H., Mazurkiewicz L., Milewski G., Paizert K., Szeląg B., Szeląg J., Woś H. 1998. Hodowla pszenżyta w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Małyszyn. Biul. IHAR 205/206: 303 — 320.
- Masojć P. 1984. Amylasy w rozwijającym się ziarnie żyta. Zeszyty Naukowe AR Szczec. 110: 13 — 21.

- Moś M. 1994 Porastanie ziarna pszenżyta ozimego. Zeszyty Naukowe AR im. H. Kołłątaja w Krakowie, Rozprawy 195: 5 — 10.
- Rzepka D. 1993. Badania nad mieszańcami *S. cereale* × *S. Vavilovi* Gross. w aspekcie ich przydatności w hodowli żyta odpornych na porastanie. Cz. I. Ocena odporności na porastanie mieszańców międzygatunkowych żyta. Hod. Rośl. Aklim. 37, 5/6: 67 — 79.
- Tarkowski Cz. 1980. Model of triticales plant. Hod. Rośl. Aklim. 24, 5: 439 — 443.
- Weidner S. 1992. Przedsprężne porastanie ziarniaków zbóż i jego regulacja. Post. Nauk Rol. 5/6: 89 — 104.
- Węgrzyn S., Gut M., Cygankiewicz A., Ptak B. 1991 Odporność rodów i odmian pszenicy (*Triticum aestivum* L.) na porastanie. Cz. I. Pszenica ozima. Biul. IHAR 180: 121 — 129.
- Wolski T., Tymieniecka E. 1982. Stan obecny i perspektywy ulepszania ozimego triticales w Stacjach Poznańskiej Hodowli Roślin. Post. Nauk Rol. 5/82: 3 — 26.
- Wolski T. 1987. Odmiany pszenżyta Poznańskiej Hodowli Roślin — ich charakterystyka i perspektywy uprawy. Hod. Rośl. Nasien. 4: 1 — 6.
- Wolski T., Szolkowski A., Gryka J., Pojmaj M. S. 1998. Obecny stan hodowli pszenżyta ozimego w Danko. Biul. IHAR 205/206: 289 — 297.

MARIA MOŚ**TOMASZ WÓJTOWICZ**Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza w Krakowie

Wigor ziarniaków porośniętych w kłosach u odmian pszenżyta ozimego*

The vigour of winter triticale seeds with sprouting damages induced in spikes

Wigor ziarniaków poddanych indukcji porastania w kłosach badano dla odmian pszenżyta ozimego: Bogo, Moreno, Vero w latach 1998–2000. Za pomocą testu χ^2 stwierdzono wpływ odmiany na występowanie zróżnicowanych uszkodzeń porostowych ziarniaków. Niezależnie od udziału poszczególnych grup ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi, wigor i zdolność kiełkowania wykazały istotne współdziałanie odmian z latami. Odmiana Moreno o najwyższym procentowym udziale ziarniaków bez widocznych uszkodzeń porostowych charakteryzowała się największą zmiennością zdolności kiełkowania, która wahała się od 50,5–86,5% oraz wskaźników wigoru. Podobnie, dużą zmienność badanych parametrów stwierdzono dla ziarniaków kontrolnych tej odmiany.

Słowa kluczowe: kłosy, pszenżyto ozime, uszkodzenie porostowe, wigor

The vigour of seeds put to induced sprouting in spikes was investigated for the cultivars of winter triticale: Bogo, Moreno, Vero, in the years 1998–2000. Using the χ^2 test, the effect of cultivars on the occurrence of variable sprouting damages of seeds was proved. Irrespective of the percentage of individual seed groups with sprouting damages, vigour and germination ability showed significant interaction between cultivars and years. Moreno, with the highest percentage of seeds without visible sprouting damages, was characterized by the greatest variability of germination ability, which ranged from 50,5% to 86,5%, and vigour indices. Similarly, great variability of the tested parameters was found for control seeds of that cultivar.

Key words: spikes, sprouting damages, winter triticale, vigour

WSTĘP

Mimo znacznego postępu w hodowli pszenżyta, selekcja w kierunku odporności na porastanie daje słabe efekty (Maćkowiak i in., 1994; Wolski i in., 1994). Generalnie powolny postęp w poprawieniu tej cechy wynika ze złożoności fizjologicznej oraz modyfikacji wynikającej z wpływu warunków pogodowych podczas dojrzewania. Jednocześnie nasza wiedza dotycząca kontroli genowej porastania jest ograniczona, a

* Badania finansowane przez Komitet Badań Naukowych, w ramach grantu 5P06B04115

wynika stąd, że inny jest mechanizm spoczynku, od którego w znacznym stopniu zależy porastanie, inny kiełkowania, inny też mechanizm wzrostu aktywności α -amylaz, które są charakterystyczne dla ziarniaków porośniętych (Masojć, 1997).

W latach sprzyjających porastaniu podczas zbioru można obserwować ziarniaki z jawnym porostem w kłosach (Maćkowiak i in., 1994). Zdolność kiełkowania takich ziarniaków po okresie 12 miesięcy przechowywania spada u pszenżyta poniżej 20% (Moś, 1999), u pszenicy Barnard, Purchase (1999) po tym okresie stwierdzili całkowity spadek żywotności. Wraz ze zwiększającym się stopniem uszkodzeń porostowych oraz okresem przechowywania wzrasta liczba ziarniaków nienormalnie kiełkujących (Stahl i Steiner, 1996; Moś, 1999). Mimo wielu badań nad porastaniem u zbóż, prace dotyczące wpływu porastania na wigor nie są zbyt liczne.

Badania miały na celu oznaczenie uszkodzeń porostowych ziarniaków w kłosach, a następnie ocenę ich wigoru, który porównano do kontroli.

MATERIAŁ I METODY

W trzech kolejnych latach (1998–2000) zebrano kłosy odmian Bogo, Moreno i Vero w fazie pełnej dojrzałości z doświadczeń obserwacyjnych zakładanych w ZD Prusy k/Krakowa. Część kłosów omlócono bezpośrednio po zbiorze i ziarniaki z nich stanowiły kontrolę w ocenie zdolności kiełkowania i wigoru. Pozostałe kłosy (po 10 w 4 powtórzeniach) poddano indukcji porastania w wilgotności zbliżonej do 100% przez okres 72 h w 1998 i 1999 roku oraz 38 h w 2000 roku. W momencie pojawienia się kiełkujących ziarniaków w kłosach przenoszono je do suszarki do temperatury 40°C. Wysuszone kłosy omlócono w młocarni do pojedynków.

Wśród ziarniaków oznaczono następujące grupy:

- A — brak widocznych uszkodzeń porostowych (ziarniaki pobudzone)
- B — uszkodzona okrywa owocowo-nasienna w okolicy zarodka,
- C — wykształcony 1 korzonek,
- D — wykształcony kiełek i korzonek,
- E — brak korzonka lub kiełka, albo całego zarodka, który został uszkodzony podczas omlotu.

Obliczono procentowy udział ziarniaków poszczególnych grup w badanych próbach. W kolejnych latach proporcjonalnie do udziału wyodrębnionych grup przygotowano próby po 100 ziarniaków w czterech powtórzeniach do oznaczenia zdolności kiełkowania i wigoru. W badaniach nie uwzględniono ziarniaków pozbawionych zarodków. Ocenę przeprowadzono w kiełkownikach Szmala po trzech miesiącach od zbioru. Zdolność kiełkowania i wigor oznaczono również dla ziarniaków kontrolnych.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie. Istotność zróżnicowania odmian pod względem uszkodzeń porostowych ziarniaków sprawdzono za pomocą testu χ^2 oddzielnie dla każdego roku. Dla wskaźników wigoru, zdolności kiełkowania oraz ziarniaków pleśniejących przeprowadzono wieloletnie analizy wariancji. Testowanie przeprowadzono według modelu losowego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Podczas omłotu ziarniaki pszenżyta o niskiej wilgotności, nie porośnięte wykazują tendencję do pękania. Natomiast u ziarniaków z porostem jawnym zaobserwowano uszkodzenie kielków, korzonków lub całych zarodków z rozwijającą się siewką. Według Barnarda, Purchase (1999) zarodki ziarniaków porośniętych narażone są bardziej podczas omłotu na mechaniczne uszkodzenia. Badane odmiany istotnie różniły się procentowym udziałem wyodrębnionych grup uszkodzeń porostowych w kolejnych latach (tab. 1).

Tabela 1

**Rozkład uszkodzeń porostowych ziarniaków poddanych indukcji porastania w kłosach
(wartości procentowe)**

Distribution of sprouting damages of seeds put to induced sprouting in spikes (in percentage terms)

Rok Year	Odmiana Cultivar	Uszkodzenia porostowe Sprouting damage					χ^2
		A	B	C	D	E	
1998	Bogo	26,7	54,4	6,8	6,7	5,4	52,54***
	Moreno	60,2	39,1	0,1	0,1	0,5	
	Vero	30,0	68,1	0,6	1,0	0,3	
1999	Bogo	28,1	23,4	25,0	13,2	10,3	50,01***
	Moreno	66,7	18,4	9,8	1,9	3,2	
	Vero	25,2	26,2	28,4	12,5	7,7	
2000	Bogo	9,7	45,5	12,3	7,4	25,4	93,53***
	Moreno	65,1	25,7	1,0	0,3	7,9	
	Vero	27,5	53,0	1,7	0,5	17,3	

*** — Istotne przy $\alpha = 0,001$

*** — Significant at $\alpha = 0.001$

Najbardziej odporna na porastanie, odmiana Moreno charakteryzowała się najwyższym procentowym udziałem ziarniaków bez widocznych uszkodzeń porostowych, podobnym w kolejnych latach. U odmian Bogo i Vero procentowy udział ziarniaków tej grupy był podobny w 1998 i 1999 roku. Natomiast w roku 2000 u odmiany Bogo stanowił tylko około 10%, jednocześnie stwierdzono bardzo liczną grupę ziarniaków uszkodzonych podczas omłotu, pozbawionych zarodków, korzonków lub kielków (25,4%). Podobnie u odmiany Vero grupa ta stanowiła znacznie wyższy procent w porównaniu z wcześniejszymi latami.

Niezależnie od udziału poszczególnych grup ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi w badanej próbie odmiany charakteryzowały się zdolnością kiełkowania, która wahała się od 50,5 do 86,5% (tab. 2). Stwierdzono istotne współdziałanie odmian z latami. Największe wahania badanych wskaźników wigoru (tab. 3) i zdolności kiełkowania wystąpiły u odmiany Moreno, które wynikały z wysokiego udziału ziarniaków pleśniejących.

U ziarniaków kontrolnych wahania zdolności kiełkowania były znacznie wyższe (49–98%). Stwierdzono istotny wpływ lat i odmian na zdolność kiełkowania, długość pierwszego liścia i najdłuższego korzenia. Nie wystąpiło natomiast istotne współdziałanie badanych czynników. Najwyższą zdolność kiełkowania oraz długość pierwszego liścia i najdłuższego korzenia, wyższą niż u ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi stwierdzono w 2000 roku, w którym wystąpił bardzo płytki spoczynek.

Tabela 2

Zdolność kiełkowania ziarniaków kontrolnych (K) oraz ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi (P) indukowanymi w kłosach odmian pszenżyta ozimego latach 1998–2000

Germination ability of control seeds (K) and seeds with sprouting damages (P) induced in spikes, for the winter triticale cultivars in the years 1998–2000

Odmiana Cultivar	Zdolność kiełkowania (%) Germination ability (%)								Ziarniaki pleśniejące (%) Moulding grains (%)							
	kontrola (K) control (K)			średnie mean	porośnięte (P) sprouted (P)			średnie mean	kontrola control			średnie mean	porośnięte (P) sprouted (P)			średnie mean
	lata years				lata years				lata years				lata years			
	1998	1999	2000		1998	1999	2000		1998	1999	2000		1998	1999	2000	
Bogo	80,5	63,0	98,0	80,5	83,3	78,0	73,7	78,3	4,5	20,5	0,5	8,50	9,0	8,5	7,2	8,2
Moreno	55,5	49,0	87,5	64,0	65,3	86,5	50	67,4	28,0	32,0	0,5	20,16	14,2	6,2	27,7	16,1
Vero	60,5	56,5	86,0	67,7	77,7	73,7	72,5	74,3	25,0	22,0	5,0	17,33	10,0	12,0	12,2	11,4
Srednie Mean	65,5	56,2	90,5		75,0	79,4	65,6		19,2	24,8	2,0		11,1	8,9	15,7	
NIR LSD	lat years		8,30			ni			15,89			ni				
	odmian cultivars		8,30			ni			ni			ni				
	interakcji interaction		ni			12,47			9,78			8,42				

ni — Różnica nieistotna

ni — Non significant

Tabela 3

Parametry wigoru ziarniaków kontrolnych (K) oraz ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi (P) indukowanymi w kłosach odmian pszenżyta ozimego w latach 1998–2000

Vigour parameters for control seeds (K) and seeds with sprouting damages (P) induced in spikes, established for the winter triticale cultivars in the years 1998–2000

Odmiana Cultivar	Długość pierwszego liścia (cm) Length of the first leaf (cm)								Długość najdłuższego korzenia (cm) Lenght of the longest root (cm)							
	kontrola (K) control (K)			średnie mean	porośnięte (P) sprouted (P)			średnie mean	kontrola control			średnie mean	porośnięte (P) sprouted (P)			średnie mean
	lata years				lata years				lata years				lata years			
	1998	1999	2000		1998	1999	2000		1998	1999	2000		1998	1999	2000	
Bogo	8,9	7,5	12,5	9,7	7,4	6,3	6,2	6,6	9,6	6,4	12,3	9,4	9,1	8,2	6,3	7,9
Moreno	6,8	6,1	9,9	7,6	5,5	8,3	4,8	6,2	6,1	4,8	9,7	6,9	5,7	9,5	4,4	6,5
Vero	6,2	7,3	10,2	7,9	6,4	6,2	6,6	6,4	6,7	6,3	10,7	7,9	7,4	8,0	7,4	7,6
Srednie Mean	7,3	7,0	10,8		6,4	6,9	5,9		7,5	5,8	10,9		7,4	8,6	6,0	
NIR LSD	lat years			1,14			ni			1,22			ni			
	odmian cultivars			1,14			ni			1,22			ni			
	interakcji interaction			ni			1,25			ni			1,70			

ni — Różnica nieistotna

ni — Non significant

Obfite opady w okresie dojrzewania prawdopodobnie spowodowały pobudzenie kiełkowania. Indukcję porostania przerwano po 38 h, a mimo to procent ziarniaków z najsilniejszymi uszkodzeniami porostowymi (E) był najwyższy w porównaniu do wcześniejszych lat. Przy tak wysokich wartościach badanych parametrów ziarniaków kontrolnych wyraźnie ujawnił się wpływ uszkodzeń porostowych. Zdolność kiełkowania ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi była niższa w tym roku średnio o 25%. Podobnie kształtowała się długość pierwszego liścia i najdłuższego korzenia. Na obniżenie zdolności kiełkowania w tym roku, szczególnie u odmiany Moreno istotny wpływ wywarła wysoka zawartość ziarniaków nienormalnie kiełkujących (21,5%) oraz pleśniejących (27,5%), która wynikała prawdopodobnie z silniejszej wtórnej infekcji ziarniaków mającej miejsce podczas indukcji porostania w kłosach. Podobnie Ram i Wiesner (1988) stosując test przyspieszonego starzenia u pszenicy stwierdzili u ziarniaków o niskim wigorze wtórną infekcję.

We wcześniejszych latach badań (1998, 1999) ziarniaki kontrolne uzyskiwały niższe wartości badanych parametrów. Stan spoczynkowy ziarniaków był głębszy. Indukcję porostania w tych latach prowadzono przez okres 72 h. Mimo tak długiego okresu indukcji od 51,4 do 99,3% stanowiły ziarniaki pobudzone (A) oraz ziarniaki z uszkodzoną okrywą owocowo-nasienną w okolicy zarodka (B). Tak wysoki udział ziarniaków w tych dwu grupach wpłynął prawdopodobnie na wyższą w porównaniu do kontroli zdolność kiełkowania, długość pierwszego liścia i najdłuższego korzenia. Indukcja porostania w tych dwu latach spowodowała pobudzenie ziarniaków i poprawę zdolności kiełkowania oraz wigoru. Wyniki te są zbliżone do efektu, jaki uzyskał Aschermann-Koch i wsp. (1992) stosując przedsięwzięte pęcznienie ziarniaków pszenicy w zdejonizowanej wodzie, stwierdził wzrost szybkości kiełkowania i suchej masy korzonków u ziarniaków o wysokiej zdolności kiełkowania oraz wzrost wszystkich parametrów wigoru u ziarniaków o niskiej początkowej zdolności kiełkowania. Z wcześniejszych badań Moś (1999) wynika, że ziarniaki bez widocznych uszkodzeń porostowych zachowywały wysoką zdolność kiełkowania i wigor przez okres 12 miesięcy. Natomiast u ziarniaków z wykształconym pierwszym liściem i 3 korzeniami w optymalnym terminie wysiewu obserwowano istotny spadek zdolności kiełkowania i wigoru. Kwiatkowski i wsp. (1997) dopiero po 2 latach przechowywania ziarniaków bez uszkodzeń porostowych stwierdzili istotne obniżenie zdolności kiełkowania, a według Mazurek (1987) ziarniaki pszenżyta mogą zachowywać wysoką zdolność kiełkowania przez okres 3 do 4 lat. Udział ziarniaków nienormalnie kiełkujących wahał się od 2,0–21,5%, wyższe wartości w tej grupie stwierdzono u ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi.

WNIOSKI

1. Na podstawie testu χ^2 stwierdzono wpływ odmiany na stopień uszkodzeń porostowych ziarniaków poddanych indukcji porostania w kłosach.
2. Ocena zdolności kiełkowania i wigoru ziarniaków poddanych indukcji porostania w kłosach wykonana w trzy miesiące po zbiorze wykazała istotne współdziałanie odmian

- z latami. Badane parametry ziarniaków kontrolnych były istotnie zróżnicowane dla odmian i lat.
3. U ziarniaków o wysokim początkowym wigorze (kontrolnych) zaobserwowano wpływ uszkodzeń porostowych na obniżenie badanych parametrów.
 4. Odmiana Moreno o najwyższym procentowym udziale ziarniaków pobudzonych charakteryzowała się największą zmiennością zdolności kiełkowania i wskaźników wigoru w kolejnych latach badań prób kontrolnych i ziarniaków z uszkodzeniami porostowymi.

LITERATURA

- Aschermann-Koch, Hofmann P., Steiner A. M. 1992. Presowing treatment for improving seed quality in cereals. I. Germination and vigour. *Seed Sci. Technol.* 20: 435 — 440.
- Barnard A., Purchase J.L. 1999. The effect of seed treatment and preharvest sprouted seed on the emergence and yield of winter wheat in South Africa, *Int. Symposium on Preharvest Sprouting in Cereals*: 26 — 35.
- Kwiatkowski J., Szczukowski S., Tworkowski J. 1997. Wpływ długości okresu przechowywania ziarna pszenżyta ozimego na jego wartość siewną i plon oraz zdolność kiełkowania pokolenia potomnego, *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, nr 175, Rol. 65: 229 — 233.
- Maćkowiak W., Budzianowski G., Łukańko U. 1994. Charakterystyka odmian pszenżyta ozimego i jarego hodowli ZDHAR Małyszyn oraz ich reakcja na niektóre czynniki środowiska, *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, nr 162, Rol. 63: 141 — 146.
- Masoń P. 1997. Genetyczne podłoże dużej aktywności alfa – amylazy w ziarnie pszenżyta. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, nr 175, Rol. 65: 259 — 263.
- Mazurek J. 1987. Wartość siewna i reprodukcyjna ziarna pszenżyta ozimego w zależności od czasu przechowywania. *Pam. Puł.* 89: 165 — 172.
- Moś M. 1999. Wpływ uszkodzeń porostowych na wigor ziarniaków pszenżyta, *Pam. Puł.* 114: 275 — 281.
- Ram C., Wiesner L. E. 1988. Effect of artificial ageing on physiological and biochemical parameters of seed quality in wheat. *Seed Sci. Technol.* 16: 579 — 587.
- Stahl M., Steiner A. M. 1996. Das Wurzelneubildungsvermögen von Auswuchskornen bei Getreidearten. *Arbeitsgemeinschaft bei Saatgutleiter in Gumpenstein*: 109 — 118.
- Wolski T., Czerwińska E., Ceglińska A. 1994. Hodowla pszenżyta w firmie Danko. *Agrotechnika i spożytkowanie pszenżyta, Seminarium naukowe, 2-3.03. IUNG Puławy*: 19 — 32.

HALINA GÓRAL¹**STANISŁAW WĘGRZYN**²**LUDWIK SPISS**¹¹ Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Akademia Rolnicza w Krakowie² Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Wartość kombinacyjna rodów i odmian pszenżyta jarego oraz efekt heterozji mieszańców F₁*

Combining ability of strains and cultivars of spring triticale and heterosis effect of F₁ hybrids

W dwóch mikrodoświadczeniach polowych, przeprowadzonych w dwóch miejscowościach, różniących się warunkami glebowymi (1999) i w jednej miejscowości (2000) badano plon ziarna i komponenty plonu rodziców oraz mieszańców F₁ i F₂ pszenżyta jarego, otrzymanych w wyniku krzyżowania w układzie czynnikowym siedmiu form matecznych z czterema formami ojcowskimi (1999) i pięciu form matecznych z trzema ojcowskimi (2000). Oceniono efekt heterozji u mieszańców oraz zdolność kombinacyjną form rodzicielskich. Wykazano wysoce istotne zróżnicowanie cech wśród rodziców, mieszańców i kontrastu rodzice-mieszańce F₁. Heterozja plonu ziarna u mieszańców F₁ była powszechna i wysoka. Wahała się od -1,4% do 53,6% dla poszczególnych mieszańców i wynosiła średnio 23,3% w 1999 i 15,4% w 2000 roku ponad wartość lepszego z rodziców. Pokolenie F₂ charakteryzowało się brakiem heterozji. Heterozja plonu ziarna mieszańców F₁ wynikała z heterozji liczby kłosów na poletku, liczby ziaren z kłosa i masy 1000 ziaren. Zależała istotnie od ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej form rodzicielskich.

Słowa kluczowe: heterozja, pszenżyto jare, wartość kombinacyjna

Grain yield and its components were investigated in spring triticale F₁ and F₂ hybrids and in their parental forms in two field microtrials in two locations differing in soil quality in 1999, and in one location in 2000. The hybrids were obtained as a result of two series of crosses conducted in a factorial design: of seven females with four males in 1999 and five females with three males in 2000. The heterosis effect and combining ability of parental forms were determined. Differences within parents, hybrids, and in the contrast of parents vs. hybrids were highly significant. The grain yield heterosis in F₁ hybrids was frequent and high. For individual hybrids the better parent heterosis ranged from -1.4% to 53.6% and averaged 23.3% in 1999 and 15.4% in 2000. No heterosis was observed in the F₂ generation. The heterosis of grain yield resulted from heterosis of the number of ears per plot, number

* Badania wykonano w ramach projektu nr 5 P06A 001 14 finansowanego przez KBN

of grains per ear and 1000 grain weight. It depended significantly on the general and the specific combining ability of parental forms.

Key words: combining ability, heterosis, spring triticale

WSTĘP

Pszenżyto jest zbożem, które łączy korzystne cechy biologii kwitnienia pszenicy i żyta, ułatwiające hodowlę heterozyjną (Spiss, 1990). Badania nad heterozją pszenżyta są już liczne (Behl, 1985; Spiss i Góral, 1990, 1995; Barker i Varughese, 1992; Węgrzyn i Grzesik, 1994, 1995; Węgrzyn i in., 1994, 1995; Grzesik, 1995; Dhindsa i in., 1998; Fossati i in., 1998; Grzesik i Węgrzyn, 1998; Naeem i Darvey, 1998; Oettler i in., 1998; Pfeiffer i in., 1998; Góral i in., 1999), ale w Polsce są prowadzone głównie na formie ozimej. Wobec zainteresowania uprawą formy jarej i znaczącego postępu w polskiej hodowli tego zboża, opracowanie alternatywnej metody hodowli, polegającej na wykorzystaniu efektu heterozji, może mieć duże znaczenie. Odmiany pszenżyta jarego nie są pozbawione pewnych wad np. związanych z opóźnionym dojrzewaniem (Maćkowiak i in., 1993). Hodowla mieszańców heterozyjnych stwarza szansę zwiększenia plonu i poprawienia niektórych cech, dzięki jednolitości pokolenia F_1 . Zbadanie i ewentualne wykorzystanie efektu heterozji mieszańców pszenżyta jarego jest także celowe ze względu na krótki okres wegetacji tego zboża i stresowe warunki uprawy związane z okresami wiosennej suszy. Wpływ tych czynników mógłby być łagodzony przez uprawę mieszańców heterozyjnych, wykazujących przewagę szczególnie w warunkach suszy (Barker i Varughese, 1992).

Autorzy od kilku lat zajmują się badaniem heterozji pszenżyta jarego. Pierwsze wyniki obejmujące ocenę efektu heterozji mieszańców F_1 uzyskanych w wyniku krzyżowania polskich rodów i odmian zamieściliśmy w odrębnej publikacji (Góral i in., 1999). Przedstawiana praca jest kontynuacją poprzednich badań. Obejmuje ocenę efektu heterozji mieszańców F_1 i F_2 , pochodzących z krzyżowania zróżnicowanych pod względem pochodzenia rodów i odmian pszenżyta jarego oraz oszacowanie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej tych form.

MATERIAŁ I METODY

W 1998 roku wykonano ręczne krzyżowania w układzie czynnikowym 11 odmian i rodów hodowlanych pszenżyta jarego. Jako formy mateczne użyto: Jago, Mieszko, RAH 1052 i 4 formy meksykańskie: Walrus, Lamb 2, Fahad 7, Peltra 5-1. Formami ojcowskimi były: CHD 194, CHD 42/94, Kargo i MAH 1395. Rody i odmiany pochodziły z Hodowli Roślin Danko i ZDHAR Małyszyn, a formy meksykańskie z kolekcji AR w Lublinie. Krzyżowania wykonano między formami różniącymi się pochodzeniem. Kłosa form matecznych kastrowano ręcznie i zapyłano pod izolatorem. Nasiona F_2 otrzymano z samozapylenia pod izolatorem kilkunastu kłosów z kilku roślin mieszańców F_1 . Nasiona mieszańców i form rodzicielskich wysiano w 1999 roku w dwóch miejscowościach koło Krakowa (Stacji Doświadczalnej Akademii Rolniczej w Prusach i Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR w Borku Fałęckim). Punkty różniły się głównie warunkami glebowymi: Prusy — czarnoziem wytworzony z lessu; Borek Fałęcki — bielica zdegradowana. Doświadczenia założono metodą losowanych bloków w czterech

powtórzeniach. Wielkość poletek w obu miejscowościach wynosiła 0,25 m². Nasiona wysiano punktowo co 5 cm, w rzędkach o długości 1 m przy odległości między rzędkami — 25 cm. Na każdym poletku policzono kłosy, wymłócono je i zważono ziarno. Masę 1000 ziaren oceniono na podstawie 4 prób po 100 ziaren, a liczbę ziaren z kłosa otrzymano z przeliczenia.

W 2000 roku w doświadczeniu polowym, założonym tylko w jednej miejscowości (Prusy), badano 15 mieszańców F₁ otrzymanych w wyniku ręcznych zapyleń oraz formy rodzicielskie. Mieszańce pochodziły z krzyżowania pięciu form matecznych: Brumbu, Bogal 7, Papion 4 (formy meksykańskie), CHD 397 i CHD 50/95 z trzema formami ojcowskimi: CHD 42/94, Kargo i MAH 1395. To doświadczenie założono podobnie jak w poprzednim roku z tym, że wielkość poletek wynosiła 1 m². W identyczny sposób oceniono plon i komponenty plonu.

Analizy wariancji i oszacowania efektów ogólnej (OWK) i swoistej (SWK) wartości kombinacyjnej doświadczenia z 1999 roku przeprowadzono według modelu mieszanego, traktując obiekty jako czynnik stały, a miejscowości jako czynnik losowy. Składniki interakcji testowano do błędu, zaś składniki główne przybliżonym testem Snedecora i Cochra (1957). Składnik „miejscowości” testowano do średniego kwadratu z powtórzeń. W roku 2000, z uwagi na jedną miejscowość, składniki główne testowano do błędu. Efekt heterozji i ocenę efektów OWK i SWK w 1999 roku analizowano na podstawie średnich z miejscowości. Efekt heterozji przedstawiono jako odchylenie wartości cech mieszańców od lepszego rodzica, wyrażone w procentach.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wykazano istotne zróżnicowanie plonu ziarna i komponentów plonu wśród rodziców i mieszańców obu pokoleń (F₁ i F₂), badanych w 1999 roku (tab. 1) oraz wśród genotypów badanych w 2000 roku (tab. 2). W przypadku masy 1000 ziaren stwierdzono istotne różnice między miejscowościami, a dla wszystkich cech — występowanie istotnej interakcji genotyp × środowisko (tab. 1). Plon ziarna rodziców i mieszańców F₂ był nieco większy w lepszych warunkach glebowych (Prusy), a mieszańców F₁ podobny w obu miejscowościach (tab. 3). Przeciętna heterozja plonu ziarna i komponentów plonu w pokoleniu F₁ była znaczna (tab. 4, 5), co potwierdził wysoce istotny kontrast rodzice-mieszańce (tab. 1, 2). Podobny, wysoki poziom przeciętnej heterozji dla plonu ziarna i jego komponentów otrzymaliśmy w badaniach nad heterozją i zdolnością kombinacyjną polskich rodów i odmian pszenżyta jarego (Góral i in., 1999) oraz pszenżyta ozimego (Węgrzyn i in., 1994, 1995), zgodny z wynikami badań innych autorów (Barker i Varughese, 1992; Węgrzyn i Grzesik, 1995). Istotne współdziałanie kontrastu rodzice — mieszańce F₁ × miejscowości dla plonu ziarna i liczby kłosów z poletka świadczy o różnym poziomie średniej heterozji tych cech w różnych warunkach środowiska, w przeciwieństwie do wyników otrzymanych przez Barkera i Varughese (1992), którzy stwierdzili stałość przejawiania się heterozji dla plonu w warunkach nawadniania i suszy. Różnica plonu między mieszańcami F₁ i rodzicami była większa w Borku Fałęckim niż w Prusach (tab. 3).

Tabela 1

Analiza wariancji — średnie kwadraty, 1999
Mean squares from the analysis of variance, 1999

Źródło Source	Doświad- czenie ¹ Experi- ment	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Plon Yield g	Kłosa/poletko Ears/plot	Ziarna/ kłos Grains/ear	MTZ ² 1000 grain weight, g
Miejscowości (E) Sites	I	1	3500,08	3003,28	94,60	2849,25**
	II		11558,34	1304,63	195,89	2859,84*
Powtórzenia (miejsc.) Replications (site)	I	6	7982,80**	1087,16**	305,30**	52,38**
	II		6459,05**	1021,44**	339,54**	255,79**
Obiekty (G) Entries	I	38	5603,31**	642,58**	221,62**	142,98**
	II		2316,45**	310,98**	206,85**	88,91**
Rodzice/mieszańce (PH) Parents vs. hybrids	I	1	125149,98**	6195,98**	1776,32**	623,53**
	II		9148,99**	774,49*	317,51*	0,01
Rodzice (P) Parents	I	10	2343,64**	538,28**	203,22**	148,36**
	II		2343,64**	538,28**	203,22**	148,36**
Matki (F) Females	I	6	2009,82**	396,02**	168,24**	191,50**
	II		2009,82*	396,02**	168,24**	191,50**
Ojcowie (M) Males	I	3	746,61	434,83*	78,61*	11,28
	II		746,61	434,83**	78,61	11,28
Matki/ojcowie (FM) Female. vs. Males	I	1	9137,59**	1702,23**	786,95**	300,78**
	II		9137,59**	1702,23**	786,95**	300,78**
Mieszańce (H) Hybrids	I	27	2382,95**	475,53**	170,85**	123,19**
	II		2053,32**	209,62**	204,10**	70,18**
OWK (F) GCA	I	6	3947,62**	1110,97**	433,60**	468,21**
	II		2692,71**	334,95**	400,51**	240,73**
OWK (M) GCA	I	3	2293,86*	1165,08**	437,41**	106,58**
	II		620,60	360,97**	210,09**	94,63**
SWK SCA	I	18	1876,24**	148,79	38,84	10,94**
	II		2078,99**	142,63	137,62**	9,26*
G × E	I	38	1260,44*	171,66*	48,21**	8,27*
	II		1019,85**	161,28**	53,61*	6,64
PH × E	I	1	5798,33**	1294,89**	15,25	2,24
	II		2101,57*	589,26	1,51	2,06
P × E	I	10	1315,80	144,17	83,74**	10,04*
	II		1315,80**	144,17	83,74**	10,04
H × E	I	27	1071,87	140,24	36,27	7,84
	II		870,18*	151,77*	44,38	5,55
GCA (F) × E	I	6	1232,14	171,36	48,08	11,98*
	II		2618,96**	280,63**	92,54**	12,61*
GCA (M) × E	I	3	1648,33	66,80	110,98**	20,63**
	II		271,08	2,04	61,66	4,22
SCA × E	I	18	922,37	142,10	19,88	4,32
	II		387,10	133,77	25,45	3,41
Błąd Error	I	228	801,25	117,13	24,46	5,28
	II		509,31	90,60	31,80	5,63
Średnia Mean	I		147,07	68,92	47,64	44,84
	II		123,75	64,32	45,44	42,59
CV, %	I		19,25	15,70	10,38	5,12
	II		18,24	14,80	12,41	5,57

¹ — Doświadczenie I — rodzice i mieszańce F₁, doświadczenie II — rodzice i mieszańce F₂

¹ — Experiment I — parents and F₁, experiment II — parents and F₂

² — Masa 1000 ziaren; ² — 1000 grain weight

*** — Istotne przy poziomie ufności odpowiednio 0,05 i 0,01

*** — Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively

Tabela 2

Analiza wariancji — średnie kwadraty, 2000
Mean squares from the analysis of variance, 2000

Źródło Source	Liczba stopni swobody Degrees of freedom	Plon Yield g	Kłosa/poletko Ears/plot	Ziarna/ kłos Grains/ear	MTZ ¹ 1000 grain weight, g
Obiekty Entries	22	8686,38**	782,56**	26,91**	10,51**
Rodzice/mieszańce Parents vs. hybrids	1	96948,18**	2017,82**	116,35**	28,57**
Rodzice Parents	7	3993,19**	445,56*	22,03**	11,12**
Mieszańce Hybrids	14	4728,56**	862,83**	22,96**	8,92**
Matki (GCA) Female (GCA)	4	3585,86*	1099,30**	35,07**	24,23**
Ojcowie (GCA) Male (GCA)	2	385,58	848,25**	48,77**	1,96*
Matki × ojcowie (SCA) Female × male (SCA)	8	6385,65**	748,23**	10,46**	3,00**
Błąd Error	65	1010,46	163,06	3,71	0,46
Średnia Mean		664,21	256,81	59,54	43,54
CV, %		4,79	4,97	3,24	1,56

¹ — Masa 1000 ziaren¹ — 1000 grain weight

*** — Istotne przy poziomie ufności odpowiednio 0,05 i 0,01

*** — Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively

Tabela 3

Plon ziarna rodziców i mieszańców, (g/m²)
Grain yield of parents and hybrids

Środowisko Site	Matki Females	Ojcowie Males	F ₁	F ₂
1999				
Borek	382,4	484,8	636,0	490,4
Prusy	477,2	543,6	641,2	526,4
2000				
Prusy	555,8	607,9	713,1	

Heterozja plonu ziarna u mieszańców badanych w 1999 roku, mierzona odchyleniem wartości cech mieszańców F₁ od lepszego rodzica, była większa w Borku Fałęckim (30,0%) niż w Prusach (15,3%). Wahala się od -1,4% do 53,6% u poszczególnych mieszańców i wynosiła średnio z miejscowości 23,3% (tab. 5). Największą heterozję plonu ziarna wykazały mieszańce Jago × CHD 194 (53,6%) i Walrus × Kargo (51,9%), przy czym dla obu była większa w gorszych warunkach glebowych (Borek Fałęcki). Barker i Varughese (1992) także stwierdzili większą heterozję w gorszym środowisku (brak nawadniania) w porównaniu z korzystnym (nawadnianie). Występowanie heterozji w warunkach stresowych lub na słabej glebie może być motywacją dla podjęcia hodowli heterozyjnej. Kilka mieszańców wykazało podobny efekt heterozji w obu miejsco-

wościach, a mieszańiec Jago $\times$ MAH 1395 wykazał 44,0% heterozji w Prusach i nieznaczną heterozję w Borku Fałęckim (5,3%). Wśród mieszańców badanych w 2000 roku efekt heterozji wahał się od -13,1% do 34,1% i wynosił średnio 15,4%. Największą heterozję wykazywały mieszańce Brumbu $\times$ Kargo (33,8%), Bogal 7 $\times$ Kargo (34,0%), i CHD 50/95 $\times$ CHD 42/94 (34,1%). W porównaniu z efektem heterozji plonu ziarna heterozja komponentów plonu była niewielka (tab. 5), co jest zgodne z ogólną tendencją do występowania większej heterozji dla cech bardziej kompleksowych, będących wypadkową cech prostych.

Kontrast rodzice-mieszańce F_2 był istotny w przypadku plonu ziarna, liczby kłosów i liczby ziaren z kłosa i nieistotny dla masy 1000 ziaren, która u mieszańców F_2 była pośrednia w stosunku do form rodzicielskich (tab. 1, 4). Mieszańce F_2 charakteryzowały się większym plonem ziarna od średniej rodziców, ale średnio nie wykazywały efektu heterozji mierzonej w stosunku do lepszego z rodziców (tab. 4, 5). Plon ziarna u tych mieszańców wahał się od -48,4% do 21,7% w stosunku do lepszego rodzica. Spadek heterozji u mieszańców F_2 w stosunku do mieszańców F_1 był większy niż można było się spodziewać na podstawie teoretycznych założeń. Dotyczyło to także komponentów plonu, dla których w pokoleniu F_2 nie stwierdzono heterozji.

Tabela 4

Średnie wartości cech rodziców i mieszańców
Mean performance of parents and hybrids

Cecha Trait	Matki Females	Ojcowie Males	F_1	F_2
1999				
Plon Yield, g/m ²	429,8	514,2	638,6	507,8
Kłosa/m ² Ears/m ²	234,0	270,4	284,4	261,2
Ziarna/kłos Grains/ear	41,6	47,8	49,1	46,1
MTZ ¹ , g, 1000 grain weight, g	44,0	40,1	45,7	42,6
2000				
Plon, Yield, g/m ²	555,8	607,9	713,1	
Kłosa/m ² Ears/m ²	230,5	266,5	263,7	
Ziarna/kłos Grains/ear	57,2	55,1	61,2	
MTZ ¹ , g, 1000 grain weight, g	42,2	41,6	44,4	

¹ — Masa 1000 ziaren

¹ — 1000 grain weight

Regresja poziomu heterozji plonu ziarna — Y (wyrażonej jako odchylenie plonu mieszańców F_1 od lepszego z rodziców) względem heterozji komponentów plonu była wysoce istotna. Heterozja liczby kłosów (x_1), liczby ziaren z kłosa (x_2) i masy 1000 ziaren (x_3) w 82,0% (1999) i w 79,3% (2000) determinowały wielkość heterozji plonu ziarna.

Tabela 5

Efekt heterozji w stosunku do lepszego rodzica (%)
Percentage high-parent heterosis

Cecha Trait	F ₁		F ₂	
	Zakres Range	Średnia Mean	Zakres Range	Średnia Mean
<u>1999</u>				
Plon Yield	-1,4 — 53,6	23,3	-48,4 — 21,7	-1,7
Kłosy/poletko Grains/plot	-14,1 — 22,4	4,8	-23,8 — 16,0	-4,3
Ziarna/kłos Grains/ear	-21,0 — 18,9	2,3	-34,3 — 12,3	-4,2
MTZ ¹ 1000 grain weight	-6,3 — 15,0	2,3	-16,5 — 5,5	-4,7
<u>2000</u>				
Plon Yield	-13,1 — 34,1	15,4		
Kłosy/poletko Grains/plot	-29,5 — 16,1	-1,1		
Ziarna/kłos Grains/ear	-6,1 — 15,8	4,7		
MTZ ¹ 1000 grain weight	-4,1 — 12,1	1,4		

¹ — Masa 1000 ziaren¹ — 1000 grain weight

Współczynnik korelacji wielokrotnej wyniósł 0,91 i 0,89 odpowiednio w dwóch latach badań. Dowodzi to, że poziom heterozji komponentów plonu wpływał w decydującym stopniu na poziom heterozji plonu ziarna. Podobne zależności otrzymano w wcześniejszych badaniach (Góral i in., 1999). Równania regresji wielokrotnej heterozji plonu ziarna, wyznaczone względem heterozji komponentów plonu (x_1 , x_2 , x_3) miały postać:

$$1999: Y = 83,26 + 1,21x_1 + 10,07x_2 + 9,91x_3$$

$$2000: Y = 69,77 + 2,47x_1 + 7,48x_2 + 18,73x_3$$

Analizując te równanie można podać, o ile zmieni się heterozja plonu ziarna mieszańców, jeżeli heterozja którejś z cech przy stałym poziomie innych zmieni się o jednostkę. W celu porównania, w jakim stopniu efekt heterozji każdego z komponentów wpływał na wielkość heterozji plonu ziarna, współczynniki regresji cząstkowej wyrażono jako standaryzowane cząstkowe współczynniki regresji tzn. wyrażone w jednostkach stosunku odchyłeń standardowych zmiennej y i odpowiednich zmiennych x (Elandt, 1964). Otrzymano następujące współczynniki:

$$1999: b'_1(x_1) = 0,42; b'_2(x_2) = 0,68; b'_3(x_3) = 0,35$$

$$2000: b'_1(x_1) = 0,88; b'_2(x_2) = 0,38; b'_3(x_3) = 0,45,$$

z których wynika że na efekt heterozji plonu ziarna mieszańców F_1 badanych w 1999 roku w największym stopniu wpływała heterozja liczby ziaren z kłosa, a badanych w 2000 roku - heterozja liczby kłosów z poletka. Efekt heterozji plonu ziarna wynikał

z heterozji wszystkich komponentów plonu, a stopień związku heterozji plonu ziarna i heterozji komponentów plonu był różny w zależności od genotypu badanych mieszańców.

Wariancja ogólnej zdolności kombinacyjnej (OWK) form matecznych i ojcowskich była istotna dla wszystkich cech i obu pokoleń z wyjątkiem wariancji OWK form ojcowskich dla plonu ziarna w pokoleniu F₂ (tab. 1, 2). Wariancja swoistej zdolności kombinacyjnej (SWK) była istotna tylko dla plonu ziarna, masy 1000 ziaren w obu pokoleniach i liczby ziaren z kłosa w pokoleniu F₂. Spośród badanych rodów i odmian najlepszymi komponentami rodzicielskimi pod względem plonu ziarna były odmiany Jago, Walrus i Kargo (1999) wykazując istotną, dodatnią ogólną wartość kombinacyjną (tab. 6).

Tabela 6

Efekty ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) wartości kombinacyjnej form rodzicielskich oraz heterozji (H) mieszańców F₁ (% ponad wartość lepszego rodzica) dla plonu ziarna, 1999
Effect of general (GCA) and specific combining ability of parental forms and heterosis (H) of F₁ hybrids (% above the better parent) for grain yield, 1999

Matki Females (f)	Ojcowie Males (m)					
	Efekty GCA (m) GCA (f)	Efekty	CHD 194 -8,1	CHD 42/94 -26,3*	Kargo 34,7**	MAH 1395 -0,3
Jago	50,9**	SCA H	48,8 53,6**	27,0 36,7**	-96,6** 23,1*	20,9 25,1*
Mieszko	36,5	SCA H	60,6 33,5**	18,8 22,5*	-84,7** 14,6	5,3 19,8
RAH 1052	-23,5	SCA H	-29,4 21,6	-8,7 14,9	67,4* 40,7**	-29,7 3,0
Walrus	52,2**	SCA H	-140,0** 14,2	13,2 34,2**	49,6 51,9**	77,2* 35,2**
Lamb 2	-44,7*	SCA H	24,4 28,5*	12,6 14,9	-8,5 21,6	-28,5 -0,4
Fahad 7	-28,5	SCA H	20,6 31,1**	-48,7 6,0	37,8 33,8**	-9,7 5,7
Peltra 5-1	-42,8*	SCA H	15,0 26,9*	-14,3 9,9	34,6 30,4**	-35,4 -1,4

*, ** — Istotne odpowiednio przy poziomie 0,05 i 0,01

*, ** — Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively

Odmiany te mogą być wykorzystane w hodowli konwencjonalnej, ponieważ będą przekazywać cechę dobrego plonowania potomstwu. Mieszańce F₁ otrzymane z krzyżowania tych odmian wykazywały istotną heterozję plonu ziarna (od 23,1% do 51,9% w stosunku do lepszego rodzica), co wskazuje, że te odmiany mogą być także wartościowymi komponentami rodzicielskimi w hodowli heterozyjnej. Spośród rodziców badanych w 2000 roku najlepszym okazał się ród CHD 50/93 o istotnej dodatniej ogólnej wartości kombinacyjnej, warunkującej wobec nieistotnych efektów OWK form ojcowskich heterozję mieszańców (tab. 7). Mimo istotnego zróżnicowania wariancji swoistej zdolności kombinacyjnej dla plonu ziarna tylko dwie kombinacje par rodzicielskich w 1999 roku: RAH 1052 × Kargo i Walrus × MAH 1395 wykazywały dodatni, istotnie różny od zera efekt SWK (tab. 6). Dzięki temu heterozja plonu mieszańców F₁ tych par rodziców

(odpowiednio 40,7% i 35,2%) była większa niż można było się spodziewać po przeciwnych efektach ogólnej wartości kombinacyjnej tych form. W 2000 roku kombinacje Brumbu × Kargo, Papion 4 × MAH 1395, CHD 397 × CHD 42/94 i CHD 50/95 × CHD 42/94 charakteryzowały się dodatnimi efektami swoistej wartości kombinacyjnej, dając istotne efekty heterozji u mieszańców (tab. 7).

Tabela 7

Efekty ogólnej (GCA) i swoistej (SCA) wartości kombinacyjnej form rodzicielskich oraz heterozji (H) mieszańców F₁ (% ponad wartość lepszego rodzica) dla plonu ziarna, 2000
Effects of general (GCA) and specific combining ability SCA of parental forms and heterosis (H) of F₁ hybrids (% above the better parent) for grain yield, 2000

Matki Females (f)	Ojcowie Males (m)				
	Efekty GCA (m) GCA (f)	Efekty	CHD 42/94 5,5	Kargo -10,1	MAH 1395 4,6
Brumbu	7,5	SCA H	-23,4 13,8**	67,2** 33,8**	-43,8 4,8
Bogal 7	16,1	SCA H	22,4 22,6**	31,2 34,0**	-53,6* 4,6
Papion 4	-32,0*	SCA H	-121,3** -13,1**	24,3 6,9	97,0** 20,4**
CHD 397	-37,0*	SCA H	58,7* 19,9**	-59,5* 8,3*	0,8 4,8
CHD 50/95	45,5**	SCA H	63,7** 34,1**	-63,2** 19,4**	-0,5 17,3**

*, ** — Istotne odpowiednio przy poziomie 0,05 i 0,01

*, ** — Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively

Analiza regresji wielokrotnej wykazała, że na wielkość efektu heterozji plonu ziarna mieszańców istotny wpływ miała ogólna i swoista wartość kombinacyjna form rodzicielskich, przeciwnie niż to miało miejsce we wcześniejszych badaniach, gdzie wykazano istotny wpływ SWK na wielkość heterozji mieszańców, natomiast nie udowodniono istotnego wpływu OWK matek i ojców (Góral i in., 1999). Może to wynikać z badania różnych genotypów form rodzicielskich. W przedstawianej pracy zmienne objaśniające (efekty OWK i SWK) w 78,3% (1999) i 85,8% (2000) determinowały efekt heterozji plonu ziarna mieszańców F₁, a współczynniki korelacji wielokrotnej wynosiły odpowiednio $R = 0,88$ i $R = 0,93$. Równania regresji przyjęły postać:

$$1999: Y = 118,92 + 0,89x_1 + 0,83x_2 + 0,97x_3,$$

$$2000: Y = 94,7 + 1,24x_1 + 1,03x_3,$$

gdzie Y — heterozja w odchyleniach od lepszego rodzica (g/m^2), x_1 - efekty OWK matek (g/m^2), x_2 - efekty OWK ojców (g/m^2), x_3 - efekty SWK (g/m^2). W 2000 roku nie było istotnego wpływu OWK form ojcowskich (x_2) na wielkość heterozji mieszańców, dlatego równanie nie uwzględnia tej zmiennej. Standaryzowane cząstkowe współczynniki regresji wynosiły:

$$1999: b'_1(x_1) = 0,52; b'_2(x_2) = 0,26; b'_3(x_3) = 0,67$$

$$2000: b'_1(x_1) = 0,50; b'_3(x_3) = 0,78$$

Porównując je można wnioskować, że największy wpływ na efekt heterozji plonu ziarna mieszańców F_1 w obu latach badań miała swoista wartość kombinacyjna form rodzicielskich.

Z przeprowadzonych badań wynika, że heterozja plonu ziarna u mieszańców F_1 między różnymi formami pszenżyta jarego była powszechna i stosunkowo wysoka. U niektórych mieszańców sięgała kilkudziesięciu procent ponad wartość lepszego z rodziców. Wynikała z większych wartości wszystkich trzech komponentów plonu w porównaniu do rodziców. W pokoleniu F_2 heterozja nie występowała. Na wielkość heterozji plonu ziarna mieszańców F_1 istotnie wpływała ogólna i swoista wartość kombinacyjna form rodzicielskich. Przedstawiane wnioski oparte są o wyniki uzyskane z mikrodoświadczeń polowych, z konieczności zakładanych na małych lub bardzo małych poletkach, ponieważ dysponowano niewielką ilością nasion mieszańcowych uzyskiwanych z ręcznych krzyżowań. Na tego typu poletkach prowadzi się wstępną ocenę genotypów we wczesnych etapach hodowli twórczej. Wyniki z małych poletek mogą nie w pełni odpowiadać wynikom uzyskanym z poletek większych. Jednak takie badania są bardzo potrzebne by na licznej próbie mieszańców F_1 określić skalę występowania zjawiska heterozji, wybrać genotypy do dalszych badań i ewentualnej hodowli. Warunki wegetacji na poletkach, choćby jednorzędkowych są bardziej zbliżone do warunków w łanie niż przy wysadzaniu roślin pojedynczo w szerokiej rozstawie. Plon i elementy struktury plonu ocenione na podstawie kilkudziesięciu roślin z małego poletka wydają się być bardziej zbliżone do plonu z większej powierzchni niż oceniane na podstawie pojedynczych roślin. W przedstawianej pracy poziom ocenionej heterozji był ogólnie większy w porównaniu z heterozją ocenianą na poletkach większych (Pfeiffer i in., 1998; Fossati i in. 1998; Oettler i in., 1998) i mniejszy niż przy ocenie bazującej na pojedynczych roślinach (Dhindsa i in., 1998). Otrzymane wyniki przemawiają za celowością dalszych badań nad możliwością hodowli heterozyjnej pszenżyta jarego. Wysoce istotna wariancja ogólnej zdolności kombinacyjnej plonu ziarna i komponentów plonu stwarza także duże możliwości podniesienia plonowania tego zboża metodami selekcji.

WNIOSKI

1. Wykazano wysoce istotne zróżnicowanie cech rolniczych wśród badanych rodów i odmian pszenżyta jarego, mieszańców F_1 i kontrastu rodzice-mieszańce.
2. Stwierdzono występowanie efektu heterozji plonu ziarna u mieszańców F_1 pszenżyta jarego, która wynikała z większych wartości cech struktury plonu mieszańców w porównaniu z rodzicami. Średnio w pokoleniu F_2 heterozja nie występowała.
3. Heterozja mieszańców F_1 zależała istotnie od ogólnej i swoistej wartości kombinacyjnej form rodzicielskich.

LITERATURA

- Barker T. C., Varughese G. 1992. Combining ability and heterosis among eight complete spring hexaploid triticales lines. *Crop Sci.* 32: 340 — 344.
- Behl R. K. 1985. Heterosis for important characters in hexaploid triticales. *Wheat Inf. Serv.* 60: 10 — 14.
- Dhindsa G. S., Maini G., Nanda G. S., Singh G. 1998. Combining ability and heterosis for yield and its components in triticales. *Proc. of the 4th Intern. Triticale Symp.* Canada, Alberta 26–31 July 1998: 116 — 118.
- Elandt R. 1964. *Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doświadczeń rolniczych*. PWN, Warszawa.
- Fossati D., Jaquiere R., Fossati A. 1998. Agronomical performance of triticales F₁ hybrids. *Proc. 4th Intern. Triticale Symp.* Canada, Alberta 26–31 July 1998: 124 — 126.
- Grzesik H. 1995. Badania nad karłowymi mutantami pszenżyta ozimego (*X Triticosecale* Witt.). Część II Efekt heterozji mieszańców F₁ pszenżyta ozimego. *Hod. Rośl. Aklim.* 39: 21 — 39.
- Grzesik H., Węgrzyn S. 1998. Heterosis and combining ability in some varieties of triticales. *Proc. 4th Intern. Triticale Symp.* Canada, Alberta 26–31 July 1998: 129 — 133.
- Góral H., Węgrzyn S., Spiss L. 1999. Heterosis and combining ability in spring triticales (*X Triticosecale* Wittm.). *Plant Breed. Seed Sci.* 43/1: 25 — 34.
- Maćkowiak W., Paizert K., Mazurkiewicz L., Woś H. 1993. Osiągnięcia i problemy hodowli pszenżyta w Polsce. *Biul. IHAR* 187: 143 — 165.
- Naeem H.A., Darvey N.L. 1998. Heterosis for yield and quality in hexaploid triticales. *Proc. 4th Intern. Triticale Symp.* Canada, Alberta 26–31 July 1998: 143 — 149.
- Oettler G., Becker H.C., Hoppe G., Wahle G. 1998. Heterosis for yield and yield components in multi-location trials of winter triticales. *Proc. 4th Intern. Triticale Symp.* Canada, Alberta 26–31 July 1998: 151 — 155.
- Pfeiffer W. H., Sayre K. D., Mergoum M. 1998. Heterosis in spring triticales hybrids. *Proc. 4th Intern. Triticale Symp.* Canada, Alberta 26–31 July 1998: 86 — 90.
- Snedecor G. W., Cochran W. G. 1957. *Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology*. Ed. 5, Ames, Iowa.
- Spiss L., 1990. Perspektywy wyhodowania heterozyjnych mieszańców pszenżyta. *Hod. Rośl. Nasien.* 2/3:1 — 3.
- Spiss L., Góral H., 1990. Effect of heterosis in hybrids with dwarf mutants of triticales. *Hod. Rośl. Aklim.* 34: 33 — 37.
- Spiss L., Góral H. 1995. Efekt heterozji u pszenżyta. *Acta Agr. Silv. Ser. Agr.* 33: 27 — 34.
- Węgrzyn S., Grzesik H., 1994. Heterozja i zdolność kombinacyjna pszenżyta. *Zesz. Nauk. AR w Szczec. Rol.* 162: 267 — 272.
- Węgrzyn S., Grzesik H. 1995. Zdolność kombinacyjna i heterozja cech użytkowych kilku odmian pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR* 195/196: 13 — 19.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 1994. Oszacowanie zdolności kombinacyjnej odmian i rodów pszenżyta ozimego. *Zesz. Nauk AR w Szczec. Rol.* 162: 261 — 265.
- Węgrzyn S., Góral H., Spiss L. 1995. Zdolność kombinacyjna pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 195/196: 5 — 11.

ZYGMUNT GIL

Zakład Technologii Zbóż

Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż

Akademia Rolnicza, Wrocław

Charakterystyka cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego

Characteristic of physical, chemical and milling qualities of spring and winter triticale grain

Badano ziarno czterech odmian pszenżyta ozimego i trzech odmian pszenżyta jarego pochodzących z trzech miejsc uprawy z lat 1996–1998. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie ocenianych prób pszenżyta zarówno pod względem cech fizycznych, chemicznych, jak i przemiałowych ziarna. Szczególny wpływ na te wyróżniki wywarły warunki glebowo-pogodowe, a w mniejszym stopniu czynnik odmianowy. Zaznaczyło się to głównie w masie 1000 ziaren, szklistości i grubości ziarna. Pszenżyto ozime w porównaniu do jarego charakteryzowało się lepiej wykształconym ziarnem oraz niższą zawartością białka i składników mineralnych. Z ziarna form ozimych pszenżyta uzyskiwano przeciętnie więcej mąki. Z ocenianych odmian najlepszymi właściwościami przemiałowymi charakteryzowały się Presto i Vero.

Słowa kluczowe: cechy fizyczne, pszenżyto, skład chemiczny, właściwości przemiałowe, ziarno

The investigations were carried out on the grain of 4 winter and 3 spring triticale cultivars, coming from 3 locations, harvested in 1996–1998. It has been proved that triticale cultivars differ considerably as to the physical, chemical and milling features. Winter triticale is characterized by better 1000 kernel weight, test-weight and accuracy as compared with spring triticale. Total protein and ash content were higher in grain of spring triticale. The Presto and Vero cultivars showed by the best milling value.

Key words: grain, chemical composition, milling properties, physical features, triticale

WSTĘP

Pszenżyto weszło na stałe do uprawy w Polsce. Aktualnie uprawia się je na obszarze około 650 tys. ha. Stosunkowo duży areal uprawy pszenżyta wynika m.in. z postępu hodowlano-odmianowego. Program hodowli pszenżyta w Polsce ukierunkowany jest głównie na poprawę plenności oraz cech rolniczo użytkowych, takich jak zimotrwałość, skłonność do wylegania, późne dojrzewanie oraz skłonność do porastania. W tym zakresie hodowla ma już znaczące osiągnięcia. Pszenżyto jest zbożem o wysokiej wartości

paszowej ziarna. Wieloletnie badania wykazały, że może ono być również z powodzeniem wykorzystane w przerobie na mąkę i chleb (Haber i in., 1989; Haber i Lewczuk, 1990; Sitkowski i in., 1990). Wyniki tych badań sprawiły, iż w pracach hodowlanych w coraz większym stopniu zwraca się uwagę na jakość przetwórczą ziarna na cele technologiczne głównie w młynarstwie i piekarstwie. Do tej pory nie udało się jednak wyhodować w pełni chlebowej odmiany pszenżyta. Stała ocena jakości ziarna pszenżyta uprawianego w Polsce ważna jest z punktu widzenia hodowli zachowawczej, jak i w pracach nad doborem materiału do otrzymywania nowych odmian tego zboża o podwyższonej wartości technologicznej.

Celem pracy było ocena cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna wybranych odmian pszenżyta jarego i ozimego.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym było ziarno czterech odmian pszenżyta ozimego (Presto, Bogo, Moreno, Vero) oraz trzech odmian pszenżyta jarego (Gabo, Maja, Migo) ze zbiorów w latach 1996–1998. Pochodziło ono z doświadczeń odmianowych przeprowadzonych przez Stację Doświadczalne Oceny Odmian w Lubiniku, Pokoju i Kawęczynie.

Ziarno oceniono na podstawie masy 1000 ziaren, gęstości w stanie zsypanym, szklistości, rozdziału ziarna na frakcje o różnej grubości, wyliczając na tej podstawie celność ziarna. Spośród składników chemicznych w ziarnie oznaczono zawartość białka ogółem, skrobi i składników mineralnych. Wartość przemiałową ziarna określono na podstawie przemiału laboratoryjnego za pomocą młynka Quadrumat Senior. Przeprowadzając przemiał zwrócono uwagę na wydajność mąki z poszczególnych pasaży (śrutowego i wymiałowego) oraz łączną ilość tego produktu, a także na wydajność kaszek przy śrutowaniu. Ponadto w mące określono zawartość popiołu oraz obliczono współczynnik efektywności przemiału jako stosunek wyciągu mąki do jej popiołowości. Wymienione analizy wykonano metodami powszechnie stosowanymi w technologii zbóż (Jakubczyk i Haber, 1983).

WYNIKI I DYSKUSJA

Oznaczenia cech fizycznych ziarna zbóż odgrywają istotną rolę w ocenie jego przydatności rolniczej, jak i przetwórczej. Cechy te decydują zarówno o wynikach przemiału, jak i jakości uzyskanej mąki. W badaniach porównawczych z pszenicą i żytem, stwierdzono, że pszenżyto charakteryzuje się większą niż oba zboża chlebowe ilością ziarna dorodnego, a mniejszym udziałem ziaren niedostatecznie wykształconych. Szklistość ziarna pszenżyta jest dość zróżnicowana, a wartości tej cechy podobnie jak twardości kształtują się pośrednio pomiędzy pszenicą i żytem (Biskupski i in., 1992; Haber i in., 1989).

Oceniane próby pszenżyta miały zróżnicowaną masę 1000 ziaren (tab. 1). Wartości tej cechy u pszenżyta jarego zawierały się w przedziale od 25,1 do 54,2 g, a u ozimego od 26,1 do 57,5g. Przeciętnie pszenżyto jare miało niższą masę 1000 ziaren niż pszenżyto ozime. Największą średnią wartość tego wyróżnika miała odmiana Vero (43,2g), dużą Presto

(40,0g), a najmniejszą Bogo, Moreno i Gabo. Pszenżyto z 1998 roku oraz uprawiane w miejscowości Pokój charakteryzowało się mniejszą masą 1000 ziaren w porównaniu do prób z pozostałych lat i miejscowości. Wysoką masą 1000 ziaren wyróżniało się pszenżyto zebrane w 1996 roku (tab. 2).

Tabela 1

Średnie wartości cech fizycznych ziarna pszenżyta jarego i ozimego
Mean values of physical features of spring and winter triticale grain

Odmiany Cultivars	Masa 1000 ziaren 1000 kernel weight [g]	Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight [kg/hl]	Szklistość Vitreosity [%]	Fracja ziarna o grubości Share of grain of coarseness [%]			Celność Accuracy [%]
				2,2–2,5 mm	2,5–2,8 mm	> 2,8 mm	
Presto	40,0	73,8	43,0	9,1	29,7	58,1	87,9
Bogo	36,6	69,3	42,0	8,2	27,7	62,0	89,7
Moreno	36,2	71,0	33,2	14,0	34,0	47,7	81,7
Vero	43,2	72,1	37,1	8,0	21,9	67,4	83,3
Ozime means	39,7	71,9	41,7	3,0	27,6	60,8	88,4
X min	26,1	65,3	7	0,7	4,1	13,6	51,0
X max	57,5	77,5	96	34,2	44,2	95,1	99,2
współczynnik zmienności variability coefficient (%)	21,1	4,9	67,1	93,9	41,5	35,3	13,2
Gabo	36,6	69,6	36,2	12,8	27,6	54,3	81,8
Maja	37,2	71,3	51,8	14,5	27,3	51,4	78,7
Migo	38,5	68,7	37,3	12,3	24,0	57,4	81,4
Jare means	38,7	70,2	42,3	11,2	25,2	58,7	83,9
X min	25,1	61,7	3	1,1	8,1	9,8	37,1
X max	54,2	75,6	86	38,1	45,4	90,7	98,8
współczynnik zmienności variability coefficient (%)	23,0	5,2	57,0	104,8	40,6	44,0	22,7

Tabela 2

Średnie wartości cech fizycznych ziarna pszenżyta w zależności od roku zbioru i miejsca uprawy
Mean values of physical features of triticale grain depending on the year of harvest and location

Lata zbioru i miejsca uprawy Years of harvest and locations		Masa 1000 ziaren 1000 kernel weight [g]	Gęstość ziarna w stanie zsypanym Test weight [kg/hl]	Szklistość Vitreosity [%]	Fracja ziarna o grubości Share of grain of coarseness [%]			Celność Accuracy [%]
					2,2–2,5 mm	2,5–2,8 mm	> 2,8 mm	
Lata Years	1996	47,1	71,3	79	2,4	13,5	83,9	97,4
	1997	37,3	71,0	26	9,0	28,6	59,2	87,8
	1998	33,2	71,4	33	15,8	33,2	44,7	77,9
Miejscowości Location	Pokój	34,8	67,9	40	15,5	26,4	49,3	75,7
	Kawęczyn	40,2	71,5	45	6,8	24,6	66,1	90,7
	Lubinicko	42,6	74,1	53	5,0	21,0	72,3	93,4

Gęstość ziarna w stanie zsylnym mieściła się w granicach 61,7–75,6 kg/hl u pszenżyta jarego i 65,3–77,5 kg/hl u pszenżyta ozimego. Średnia wartość tej cechy dla pszenżyta ozimego była nieznacznie wyższa (71,9 kg/hl) niż dla odmian jarych (70,2 kg/hl). Spośród odmian najwyższą gęstością ziarna w stanie zsylnym charakteryzowała się odmiana ozima Presto (73,8 kg/hl) (tab. 1). Na tę cechę w większym stopniu oddziaływały warunki środowiska w miejscowościach niż przebieg pogody w latach (tab. 2).

W badaniach zaznaczył się znaczny wpływ przebiegu pogody na szklistość ziarna pszenżyta. Świadczą o tym różnice pomiędzy wartościami uzyskanymi dla pszenżyta z różnych lat zbioru (tab. 2). Szklistość ziarna pszenżyta z 1996 roku wynosiła przeciętnie 79 %, a z dwóch pozostałych lat tylko 26 i 33 %. Wartości tej cechy u pszenżyta jarego zawierały się w granicach od 3 do 86%, a u ozimego od 7 do 96% (tab. 1). Dużą zmienność wartości tej cechy potwierdzają obliczone współczynniki zmienności ($V = 57,0\%$; $V = 67,1\%$). Przeciętna szklistość ziarna pszenżyta jarego i ozimego była zbliżona. Spośród odmian największą przeciętną szklistością charakteryzowała się odmiana jara Maja (tab. 1).

Rozdzielając ziarno pszenżyta na frakcje o różnej grubości stwierdzono duże zróżnicowanie wyników. Zróżnicowanie to spowodowane było nie tylko czynnikiem odmianowym, ale również w dużym stopniu warunkami glebowymi i pogodowymi. Świadczą o tym wartości średnie dla pszenżyta uprawianego w różnych miejscowościach i latach (tab. 2). Najbardziej dorodne ziarno zebrano w 1996 roku (97,4%), a najmniej w 1998 (77,9%). Pszenżyto uprawiane w Lubinicku i Kawęczynie było bardziej dorodne niż pszenżyto z miejscowości Pokój. O dużej zmienności w grubości ziarna pszenżyta świadczą szerokie zakresy wahań wartości dla poszczególnych frakcji ziarna oraz obliczone współczynniki zmienności (tab. 1). Przeciętnie w trzyletnim okresie badań przeważającą masę ziarna stanowiła frakcja o grubości powyżej 2,8 mm (około 60%). Najdrobniejszym ziarnem spośród ocenianych odmian charakteryzowało się pszenżyto Moreno oraz Maja. Najbardziej dorodnym ziarnem wyróżniały się Vero i Bogo. Przeciętnie pszenżyto ozime charakteryzowało się lepszą dorodnością, celnością i wyrównaniem ziarna niż pszenżyto jare.

Uzyskane wyniki, wskazują na duże zróżnicowanie badanych prób pszenżyta pod względem cech fizycznych ziarna. Ta duża zmienność spowodowana była głównie warunkami środowiska, a w mniejszym stopniu czynnikiem odmianowym. Potwierdzają to wyniki wcześniejszych badań (Ceglińska i Cacak-Pietrzak, 1996; Gil, 1996). Biskupski i wsp. (1979) stwierdzili, że gęstość ziarna w stanie zsylnym oraz masa 1000 ziaren pszenżyta są wprawdzie uwarunkowane genetycznie, jednak w dużym stopniu podlegają zmiennym wpływom czynników środowiska. Zwracają na to uwagę również Drews i wsp. (1976). Silny wpływ warunków środowiska na stopień wykształcenia ziarna zaznacza się u żyta (Bolling, 1979). We właściwościach fizycznych ziarna są niewielkie różnice pomiędzy odmianami żyta. Natomiast u pszenicy wielkość i wypełnienie ziarna w dużym stopniu zależą od czynnika genetycznego. Lukow i Mc Vetty (1991) podają, że masa 1000 ziaren i gęstość ziarna w stanie zsylnym pszenicy w ponad 50% zależą od odmiany. Badania Gila (1996) przeprowadzone na bogatym odmianowo i środowiskowo materiale

badawczym, wskazują na większy wpływ warunków glebowo-klimatycznych niż cech odmianowych, na kształtowanie się cech fizycznych ziarna pszenżyta.

Spośród składników chemicznych występujących w ziarnie zbóż, szczególnie dużo uwagi poświęca się zawartości białka ogółem. Jest to składnik ważny zarówno z punktu widzenia paszowego, jak i technologicznego. Białko odgrywa ważną rolę w procesie wypieku pieczywa.

Oceniając odmiany pszenżyta pod tym względem stwierdzono, że wszystkie odmiany jare zawierały średnio więcej białka niż ozime (tab. 3). Przeciętna wartość tej cechy dla form ozimych wyniosła 12,4%, a dla jarych 13,9%. Wskazuje to, iż pszenżyto jare w porównaniu do ozimego może odegrać większą rolę jako surowiec do produkcji pieczywa. Badane odmiany jare bardziej różniły się zawartością białka niż ozime. Najwięcej tego składnika w ziarnie stwierdzono u odmiany Maja. Różnice pomiędzy odmianami ozimymi były niewielkie i wynosiły przeciętnie 0,1 do 0,3% (tab. 3). Ilość białka w pszenżycie zależała od warunków glebowo-pogodowych. Porównując zawartość białka w ziarnie z różnych lat zbioru i miejscowości stwierdzono, że najmniej białka zawierało pszenżyto z 1998 roku (12,7%) oraz pochodzące z miejscowości Lubinicko (12,8%) (tab. 4).

Tabela 3

Średnie wartości cech chemicznych ziarna pszenżyta jarego i ozimego
Mean values of chemical features of spring and winter triticale grain

Odmiany Cultivars	Zawartość w % Content in %		
	białka ogółem total protein	skrobi starch	popiołu ash
Presto	12,6	58,0	1,69
Bogo	12,3	56,4	1,77
Moreno	12,3	57,7	1,74
Vero	12,4	57,5	1,72
Ozime Winter	średnie means	57,5	1,73
	X min	54,8	1,62
	X max	60,3	1,89
	współczynnik zmienności variability coefficient (%)	2,8	4,4
Gabo	14,0	55,7	1,90
Maja	15,1	55,9	1,91
Migo	13,2	57,1	1,85
Jare Spring	średnie means	56,4	1,87
	X min	51,2	1,60
	X max	60,3	2,33
	współczynnik zmienności variability coefficient (%)	4,1	10,3

Zawartość skrobi w ziarnie badanych prób pszenżyta jarego mieściła się w granicach od 51,2 do 60,3%, a ozimego od 54,8 do 60,3%. Przeciętnie pszenżyto jare zawierało nieznacznie mniej skrobi od pszenżyta ozimego (tab. 3). Różnice w ilości tego składnika w ziarnie uprawianym w różnych miejscowościach i latach były niewielkie (tab. 4).

Tabela 4

Średnie wartości cech chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta w zależności od roku zbioru i miejsca uprawy

Mean values of chemical and milling properties of triticale depending on the year of harvest and localization

Lata zbioru i miejsca uprawy Years of harvest and locations		Zawartość w % Content in %			Wydajność mąki Flour yield			Wydajność kaszek Middlings yield [%]	Zawartość popiołu w mące Ash content in flour %	Współczynnik efektywności przemiału Milling effectiveness coefficient
		białka ogółem total protein	skrobi starch	popiołu ash	śrutowej breaking %	Wymiało- wej reduction %	ogółem total %			
Lata Years	1996	13,4	57,2	1,76	34,6	30,3	64,9	32,4	0,50	129,8
	1997	13,4	56,6	1,86	40,2	23,0	63,2	25,4	0,48	131,7
	1998	12,7	57,1	1,73	35,3	24,7	60,0	26,8	0,45	133,3
Miejsco- wości Locations	Pokój	13,3	56,3	1,83	37,2	23,5	61,3	25,7	0,49	124,1
	Kawęczyn	13,1	57,3	1,74	37,0	26,5	63,5	28,5	0,46	138,0
	Lubinicko	12,8	57,1	1,77	35,9	28,1	63,3	30,4	0,49	129,1

Zawartość składników mineralnych w ziarnie była wyższa u odmian jarych i wynosiła przeciętnie 1,87%, podczas gdy u ozimych 1,73%. Współczynniki zmienności oraz zakresy wahań wartości tej cechy wskazują na jej większą zmienność u pszenżyta jarego. Z ocenianych odmian najmniejszą zawartością składników mineralnych charakteryzowało się ziarno odmiany Presto.

Podstawowym wyróżnikiem stosowanym przy ocenie właściwości przemiałowych ziarna zbóż jest wyciąg maki. Należy przy tym zwracać uwagę na jej ilość otrzymywaną oddzielnie z pasazy śrutowych i wymiałowych. Za bardziej wartościowe pod tym względem uważa się ziarno, przy przemiale, którego uzyskuje się jak najwięcej maki z pasazy wymiałowych. W młynarstwie mąka śrutowa zaliczana jest do jakościowo gorszych, ze względu na mniej korzystną (drobniejszą) granulację w porównaniu z mąką z pasazy wymiałowych (Biskupski i in., 1989). Istotne znaczenie ma również zawartość popiołu w otrzymanej mące. Z odmian o dobrych właściwościach przemiałowych uzyskuje się wysoki wyciąg maki o niskiej zawartości popiołu, czego wyrazem jest wysoka wartość współczynnika efektywności przemiału.

Oceniane obecnie odmiany pszenżyta różniły się pod względem cech przemiałowych ziarna (tab. 5). Ogólny wyciąg maki wahał się u pszenżyta jarego w granicach od 54,5 do 62,7%, a u ozimego od 56,3 do 68,6%. Przeciętnie z ziarna odmian ozimych uzyskiwano o 3% więcej maki (w tym o 1% maki wymiałowej) niż z ziarna odmian jarych. Przeciętna zawartość popiołu w uzyskanych mąkach była u obu form pszenżyta zbliżona. Wynikiem tego jest wyższa wartość współczynnika efektywności przemiału dla pszenżyta ozimego (111,5) niż dla pszenżyta jarego (106,7). Najlepszą wartością przemiałową ziarna wyróżniały się odmiany Presto i Vero, a najgorszą Bogo i Gabo. Porównując właściwości przemiałowe pszenżyta z różnych lat zbioru stwierdzono, że najwięcej maki ogółem uzyskano z ziarna zebranego w 1996 roku (64,9%) (tab. 4). Wpłynęła na to wysoka szklistość oraz dorodność ziarna z tego roku badań (tab. 2).

Tabela 5

Średnie wartości cech przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego
Mean values of milling properties of spring and winter triticale grain

Odmiany Cultivars		Wydajność mąki (%) Flour yield (%)			Wydajność kaszek Middlings yield %	Zawartość popiołu w mące Ash content in flour %	Współczynnik efektywności przemiału Milling effectiveness coefficient
		śrutowej breaking	wymiałowej reduction	ogółem total			
Ozime Winter	Presto	39,4	27,2	66,6	29,3	0,58	115,0
	Bogo	37,0	23,1	69,2	25,4	0,56	108,2
	Moreno	36,8	25,4	62,0	27,9	0,50	104,5
	Vero	39,5	25,9	65,4	28,0	0,46	118,1
	średnie means	37,8	25,9	63,8	28,2	0,58	11,5
	Xmin	30,8	17,5	56,3	20,3	0,49	91,0
	Xmax	45,0	33,7	68,6	36,2	0,68	139,4
	współczynnik zmienności variability coefficient (%)	10,2	16,1	5,5	14,7	8,5	9,9
	Jare Spring	Gabo	34,7	24,6	59,4	26,9	0,59
Maja		35,6	25,9	61,4	28,0	0,58	106,5
Migo		37,1	22,8	59,9	24,9	0,56	106,8
średnie means		35,8	24,9	60,7	27,0	0,57	106,7
X min		30,8	15,0	54,5	17,2	0,50	88,3
X max		44,4	30,0	62,2	33,0	0,66	126,1
współczynnik zmienności variability coefficient (%)		10,6	16,3	6,6	14,8	8,7	10,7

Przedstawione rezultaty badań przemiałowych ziarna wskazują na możliwość doboru odmian pszenżyta najbardziej nadających się do produkcji mąki. Również w warunkach przemysłowych przy dobraniu odpowiednich parametrów procesu technologicznego można uzyskać zadowalające rezultaty. Wskazują na to wyniki badań prezentowane w pracy Sitkowskiego i wsp. (1990).

WNIOSKI

1. Oceniane próby pszenżyta charakteryzowały się dużą zmiennością cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna. Zmienność ta była spowodowana głównie warunkami glebowo-pogodowymi w latach i miejscowościach, a w mniejszym stopniu czynnikiem odmianowym. Szczególny wpływ warunków środowiska zaznaczył się w masie 1000 ziaren, szklistości i grubości ziarna, a w konsekwencji również wydajności mąki.
2. Pszenżyto ozime przewyższało formy jare pod względem masy 1000 ziaren, gęstości ziarna w stanie zsypanym oraz celności i wyrównania ziarna. Szklistość ziarna była zbliżona u obu form pszenżyta.

3. Zawartość białka ogółem i składników mineralnych w ziarnie pszenżyta jarego była przeciętnie wyższa niż u pszenżyta ozimego. Odmiany ozime zawierały nieznacznie więcej skrobi.
4. Właściwości przemiałowe ziarna pszenżyta ozimego były lepsze niż pszenżyta jarego. Wyraziło się to wyższym wyciągiem mąki ogółem, w tym również mąki wymiałowej, oraz korzystniejszymi wartościami współczynnika efektywności przemiału.
5. Z ocenianych odmian najlepszą wartością przemiałową charakteryzowały się Presto i Vero. Odmiana Maja wyróżniała się wysoką szklistością ziarna i zawartością białka ogółem.

LITERATURA

- Biskupski A., Subda H., Bogdanowicz M. 1979. Skład chemiczny i właściwości technologiczne ziarna pszenżyta /Triticale/. *Hod. Rośl. Aklim.* 23, 6: 381 — 392.
- Biskupski A., Maćkowiak W., Subda H., Bogdanowicz M., Ludwiczak A. 1989. Skład chemiczny i właściwości biochemiczne oraz technologiczne ziarna i mąki pszenżytniej. *Hod. Rośl. Aklim.* 33, 1/2: 1 — 16.
- Biskupski A., Bogdanowicz M., Subda H. 1992. Wartość technologiczna ziarna pszenżyta. Cz. I. Charakterystyka biochemiczna i technologiczna. *Hod. Rośl. Aklim.* 36, 3/4: 73 — 89.
- Bolling H. 1979. Qualitätskriterien für die Vermahlung von Roggen. *Getreide, Mehl und Brot.* 33, 8: 216 — 218.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G. 1996. Charakterystyka technologiczna wybranych krajowych odmian pszenżyta w zależności od miejsca uprawy. *Przegl. Zboż.-Młyn.* 40(8): 26 — 29.
- Drews E., Weipert D., Meyer D. 1976. Orientierende Untersuchungen über die Verarbeitungseigenschaften von inländischen Triticale. *Getreide Mehl und Brot*, 11: 285 — 291.
- Gil Z. 1996. Wartość technologiczna odmian pszenżyta jarego i ozimego w zależności od warunków środowiska. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 298: 1 — 90.
- Haber T., Jakubczyk T., Lewczuk J., Leszczyński K., Sitkowski T. 1989. Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. I. Fizykochemiczne cechy ziarna i mąki pszenżyta. *Przem. Spoż.* 43 (8): 209.
- Haber T., Lewczuk J. 1990. Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. IV. Wartość wypiekowa pszenżyta. *Przem. Spoż.* 44 (4/5): 108.
- Lukow O. M., McVetty P. B. E. 1991. Effect of cultivar and environment on quality characteristics of spring wheat. *Cereal Chem.* 68, 6: 597 — 601.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.) 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych.* Wyd. SGGW — AR Warszawa.
- Sitkowski T., Haber T., Lewczuk J. 1990. Wartość technologiczna polskich odmian pszenżyta. Cz. III. Technologia przemiału pszenżyta. *Przem. Spoż.* 44 (1): 18 — 21.

PIOTR NIERÓBCA

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wpływ nawożenia azotowego, terminu siewu i ilości wysiewu na plon i elementy struktury plonu pszenżyta jarego

The effect of nitrogen fertilization, sowing time and sowing density on yield and yield components of spring tritcale

W latach 1999–2000 przeprowadzono doświadczenia, w których określono wpływ nawożenia, terminu i gęstości siewu na plon i strukturę plonu nowych odmian pszenżyta jarego. Stwierdzono, że odmiany MAH 1898 i MAH 1998 dobrze wykorzystują duże dawki azotu, natomiast MAH 2099 i MAH 2199 średnie. MAH 1998 i MAH 2199 są mało wrażliwe na termin siewu, natomiast odmiany MAH 1898 i MAH 2099 plonują lepiej przy wczesnym siewie. Badane odmiany mają podobne wymagania odnośnie gęstości siewu — u żadnej nie stwierdzono istotnej różnicy plonowania przy obsadzie roślin po wschodach od 400 do 800 na 1m².

Słowa kluczowe: pszenżyto jare, termin siewu, ilość wysiewu, nawożenie azotowe, struktura plonu

The effects of sowing time, sowing density and nitrogen fertilization on grain yield and yield structure of new spring tritcale cultivars were examined in experiments conducted in 1998–2000. The MAH 1898 and MAH 1998 cultivars utilized well high nitrogen fertilization, but MAH 2099 and MAH 2199 medium fertilization doses. All the cultivars tested in the experiments had similar requirements to sowing density — 400 grains per m². MAH 1998 and MAH 2199 were less sensitive to sowing date, on the other hand the cultivars MAH 1898 and MAH 2099 gave higher yield when sown early.

Key words: nitrogen fertilization, sowing density, sowing time, spring tritcale, yield structure

WSTĘP

Aktualnie uprawiane odmiany pszenżyta jarego różnią się znacznie od swych poprzedniczek, zarówno mniejszą wysokością roślin, krótszym okresem wegetacji i większą odpornością na wyleganie, jak też mniejszą dominacją pędu głównego nad bocznymi (Zych i in., 1998). Są w typie bardziej zbliżone do pszenicy niż do żyta (Stankowski, 1993; Wolski i in., 1994; Dmowski i in., 2000). Dlatego wydaje się zasadne oczekiwanie odmiennych wymagań agrotechnicznych, spełnienie, których pozwoli w większym stopniu wykorzystać ich wysoki potencjał produkcyjny.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1999–2000 przeprowadzono równolegle trzy doświadczenia z ilością wysiewu, terminem siewu i nawożeniem azotowym, uwzględniając 4 odmiany pszenżyta jarego — MAH 1898, MAH 1998, MAH 2099, MAH 2199.

W doświadczeniu pierwszym uwzględniono 3 gęstości siewu: 400, 600, 800 roślin na 1m^2 , przeprowadzono je na nieobetonowanych mikropoletkach o powierzchni do zbioru $0,33\text{ m}^2$, w układzie split-plot, w trzech powtórzeniach. Doświadczenie zlokalizowano na glebie kompleksu pszennego dobrego. Siew wykonano punktowo w rzędy o rozstawie 11 cm, w terminie optymalnym dla Puław. Nawożenie mineralne wynosiło: P_2O_5 — 80 kg/ha, K_2O — 100 kg/ha, N — 90 kg/ha. Fosfor, potas i połowę dawki azotu stosowano przedsiewnie, drugą część dawki azotu w fazie strzelania w źdźbło. Pielęgnację wykonano ręcznie, rośliny zabezpieczono przed wyleganiem. Choroby i szkodniki zwalczano chemicznie. Zbiór wykonano w fazie dojrzałości pełnej. Oznaczono plon ziarna, liczbę roślin i kłosów na 1 m^2 oraz MTZ i komponenty plonu. Wyniki opracowano statystycznie i określono istotność różnic testem Tukeya dla $P = 0,95$.

W doświadczeniu drugim uwzględniono trzy terminy siewu: najwcześniejszy, jaki był możliwy w danym roku, oraz opóźnione o 10 i 20 dni. Sposób założenia i warunki wykonania były takie jak w doświadczeniu pierwszym.

Doświadczenie trzecie przeprowadzono w hali wegetacyjnej w wazonach Mitscherlicha w trzech powtórzeniach. Uwzględniono 3 dawki azotu: 1,2; 2,4; 3,6 g N na wazon. Azot podawano w formie NH_4NO_3 , wg techniki 1/2 dawki przed siewem i 1/2 w fazie strzelania w źdźbło. Poziom pozostałych makro i mikroelementów był jednakowy. Zbiór wykonano w fazie dojrzałości pełnej. Wyniki pomiarów i oznaczeń opracowano statystycznie przy pomocy analizy wariancji, a istotność różnic oceniano przy pomocy testu Tukeya przy $P = 0,95$.

WYNIKI

Zróznicowanie obsady roślin po wschodach od 400 do 800 na 1m^2 nie spowodowało istotnej zmiany plonu ziarna badanych odmian pszenżyta jarego (tab. 1). Liczba roślin i kłosów, w czasie zbioru, zwiększała się wraz ze wzrostem ilości wysiewu. Niższy plon z rośliny i z kłosa u odmian MAH 1898 i MAH 2199, tylko z rośliny u odmiany MAH 2099, oraz istotnie niższy MTZ u MAH 1998, na obiektach o dużej obsadzie roślin w stosunku do obiektów o rzadszym siewie, spowodował, że plon ziarna z powierzchni gleby nie wykazywał istotnego zróżnicowania (tab. 1).

Badane odmiany pszenżyta jarego różniły się reakcją na termin siewu. Odmiany MAH 1898 i MAH 2099 reagowały istotną obniżką plonu na opóźnienie siewu o 20 dni. Spowodowane to było w przypadku MAH 1898 istotnie mniejszą liczbą roślin i kłosów, a u odmiany MAH 2099 tylko mniejszą liczbą kłosów na tych obiektach.

Tabela 1

Wpływ ilości wysiewu na plonowanie i strukturę plonu odmian pszenżyta jarego (1998–2000)**Influence of sowing density on yield and yield structure of spring triticale cultivars (1998–2000)**

Odmiany Cultivars	Ilość wysiewu szt/m ² Sowing density	Cechy Traits						
		Liczba roślin na 1m ² Number of plants/1m ²	Liczba kłosów/1m ² Number of heads/m ²	Rozkrzewienie. produkcyjne Productive tillering	Plon z rośliny (g) Yield of grain per plant	Plon z kłosa (g) Yield of grain per head	MTZ Weight of 1000 grains	Plon 1 m ² (kg) Yield 1m ² (kg)
MAH 1898	400	359	700	1,9	2,45	1,26	42,5	0,88
	600	517	832	1,6	1,78	1,1	41,3	0,92
	800	695	963	1,4	1,38	0,99	40,9	0,96
NIR — LSD		60,9	118,5	0,21	0,36	0,14	r.n.	r.n.
MAH 1998	400	397	576	1,3	1,93	1,33	42,4	0,77
	600	517	708	1,1	1,52	1,11	40,1	0,79
	800	671	863	1,3	1,27	0,98	38,9	0,85
NIR — LSD		49,5	39,6	0,12	r.n.	r.n.	2,92	r.n.
MAH 2099	400	378	745	2,0	1,93	0,98	42,8	0,73
	600	497	820	1,6	1,59	0,96	43,0	0,79
	800	697	941	1,3	1,16	0,86	41,7	0,81
NIR — LSD		98,7	109,2	0,27	0,39	r.n.	r.n.	r.n.
MAH 2199	400	381	740	1,9	1,89	0,97	42,0	0,72
	600	512	802	1,6	1,48	0,94	41,9	0,76
	800	719	963	1,3	1,01	0,76	41,4	0,73
NIR — LSD		75,3	173,7	0,31	0,35	0,09	r.n.	r.n.

Tabela 2

Wpływ terminu siewu na plonowanie i strukturę plonu odmian pszenżyta jarego (1998–2000)**The effect of sowing time on yield and yield structure of spring triticale cultivars (1998–2000)**

Odmiany Cultivars	Termin siewu Sowing time	Cechy Traits						
		Liczba roślin na 1m ² Number of plants/1m ²	Liczba kłosów/1m ² Number of heads/m ²	Rozkrzewienie. produkcyjne Productive tillering	Plon z rośliny (g) Yield of grain per plant	Plon z kłosa (g) Yield of grain per head	MTZ Weight of 1000 grains	Plon 1 m ² (kg) Yield 1m ² (kg)
MAH 1898	I	498	796	1,6	1,97	1,23	42,0	0,98
	II	507	771	1,5	1,95	1,28	42,3	0,99
	III	421	632	1,5	1,66	1,11	40,5	0,70
NIR — LSD		60,9	115,1	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,27
MAH 1998	I	489	689	1,3	1,84	1,31	42,1	0,90
	II	505	702	1,2	1,68	1,21	41,5	0,85
	III	429	638	1,2	1,84	1,23	40,6	0,79
NIR — LSD		63,2	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
MAH 2099	I	426	723	1,5	1,85	1,08	41,4	0,78
	II	464	769	1,5	1,89	1,14	44,3	0,88
	III	453	592	1,3	1,61	1,23	43,8	0,73
NIR — LSD		r.n.	111,5	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,04
MAH 2199	I	437	879	2,0	1,76	0,87	40,8	0,77
	II	502	775	1,5	1,59	1,03	41,6	0,80
	III	433	592	1,4	1,62	1,18	44,3	0,70
NIR — LSD		r.n.	118,8	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Odmiany MAH 1998 i MAH 2199 nie reagowały istotną obniżką plonu na opóźnienie terminu siewu nawet o 20 dni (tab. 2).

Odmiana MAH 2199 charakteryzowała się istotnie mniejszą liczbą kłosów na jednostce powierzchni na obiektach z trzeciego terminu siewu, przy innych cechach nieodróżnicowanych, ale zaznaczyła się wyraźna tendencja do wyższego plonu z kłosa i MTZ, co w rezultacie wpłynęło na brak różnic w plonowaniu.

Analiza plonowania na różnych dawkach azotu, pozwoliła wydzielić dwie grupy odmian pszenżyta jarego o różnej reakcji na wielkość dawki azotu. Odmiany MAH 1898 i MAH 1998 istotnie zwiększają plon na skutek zwiększenia dawki nawożenia azotem z 1,2 do 3,6 g na wazon. Odmiany MAH 2099 i MAH 2199 reagowały istotnąwyżką plonu na zwiększenie dawki z 1,2 do 2,4 g na wazon, natomiast dalsze zwiększenie poziomu nawożenia nie spowodowało wyżki plonu. Plon ziarna badanych odmian pszenżyta, w zależności od poziomu nawożenia azotowego, bezpośrednio zależał od plonu ziarna z rośliny (tab. 3).

Tabela 3

Plon ziarna odmian pszenżyta jarego w zależności od nawożenia N
Grain yield of spring triticale cultivars depending on nitrogen fertilization

Odmiany Cultivars	Poziom nawożenia azotem N-level	Cechy Traits				
		Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	Plon z rośliny (g) Yield of grain per plant	Plon z kłosa (g) Yield of grain per head	MTZ Weight of 1000 grains	Plon w g/wazon Yield g per pot
MAH 1898	I	2,7	5,0	1,8	36,6	49,8
	II	3,0	6,4	2,1	39,2	64,2
	III	3,1	6,6	2,1	39,7	66,2
NIR — LSD		r.n	1,57	r.n	r.n.	16,70
MAH 1998	I	2,5	4,8	1,9	34,9	47,8
	II	3,0	5,8	1,9	36,4	57,7
	III	3,1	6,5	2,1	36,5	64,5
NIR — LSD		0,33	1,57	r.n	r.n	15,60
MAH 2099	I	2,5	5,9	2,4	44,3	59,3
	II	2,7	8,6	2,6	46,6	71,3
	III	3,2	8,5	2,7	45,6	85
NIR — LSD		r.n	0,98	r.n	r.n	9,78
MAH 2199	I	2,5	5,4	2,1	44,0	54,3
	II	3,2	8,4	2,6	44,1	84,3
	III	3,6	8,1	2,2	40,4	80,7
NIR — LSD		0,59	1,58	0,46	r.n	15,84

WNIOSKI

1. Badane odmiany mają podobne wymagania dotyczące obsady roślin na jednostce powierzchni, która wynosi około 400 roślin/m².
2. Pod względem wrażliwości na termin siewu badane odmiany można zaliczyć do dwu grup:

- mało wrażliwe: MAH 1998 i 2199,
 - średnio wrażliwe: MAH 1898 i 2099 plonuje podobnie przy siewie najwcześniejszymi opóźnionym o 10 dni, ale znacznie gorzej przy opóźnieniu siewu o 20 dni.
3. MAH 1898 i 1998 można zaliczyć do odmian efektywnie wykorzystujących duże, a MAH 2099 i 2199 średnie dawki nawożenia azotem.

LITERATURA

- Dmowski Z., Dzieżyc H., Szymczyk R. 2000. Zależność plonowania pszenżyta od odmiany, warunków glebowych i rejonu uprawy. Zeszyt 73, COBORU, Słupia Wielka.
- Stankowski S. 1994. Reakcja pszenżyta jarego na termin siewu, ilość wysiewu, rozstaw rzędów i głębokość siewu w uprawie na glebie lekkiej. Rozprawa nr. 159 AR Szczecin.
- Wolski T., Czerwińska E., Ceglińska A. 1994. Hodowla pszenżyta w firmie Danko. Materiały z seminarium naukowego „Agrotechnika i spożytkowanie pszenżyta”: 19— 32.
- Zych J., Behnke M., Kaczyński L., Lewandowska B. 1998. Zboża jare. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Zeszyt 1137, COBORU, Słupia Wielka.

STANISŁAW WĘGRZYN**ANDRZEJ BICHOŃSKI**

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Zróznicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego

Variation and genetic determination of quality characters in brewing spring barley

W latach 1997–1999 oceniono wartość browarną odmian i rodów hodowli krajowej z ZD HAR Bąków, ZD HAR Strzelce, SHR Modzurów, HR Polanowice i HR „Piast” Łagiewniki. Oceniane ziarno pochodziło z doświadczeń wstępnych i przedwstępnych w każdym roku z trzech miejscowości. Oszacowano współczynniki zmienności (CV%) oraz współczynniki zmienności fenotypowej (CV (p)%) i genotypowej (CV (g)%) dla: masy 1000 ziaren, celności, zawartości białka ogółem, a po wysłodowaniu ziarna dla: białka ogółem w słodzie, białka rozpuszczalnego, liczby Kolbacha, ekstraktowości, lepkości brzezki, siły diastatycznej i końcowego stopnia odfermentowania. Wpływ efektu interakcji obiektów z miejscowościami był najwyższy dla siły diastatycznej. Odziedziczalność cech była wysoka dla masy 1000 ziaren, kruchości słodu i siły diastatycznej słodu.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, zmienność, wartość browarna

The malting quality of spring barley was evaluated for the home-bred cultivars from ZD HAR Bąków, ZD HAR Strzelce, SHR Modzurów, HR Polanowice and HR „Piast” Łagiewnik in the years 1997–1999. Barley grain came from preliminary and pre-preliminary experiments performed in three locations each year. Coefficients of variability (CV%) and variability coefficients of phenotypic (CV (p)%) and genotypic (CV (g)%) variation were determined for 1000 grain mass, grain filling, total grain protein, and after micromalting, for percentage of total and soluble protein of the malt, Kolbach index, extractability, wort viscosity, diastatic power and final fermentation degree. The influence of interaction effect of objects with localities was highest for diastatic power. The heritability expressed was high for thousand-grain weight, malt fragility and diastatic power.

Key words: malting quality, spring barley, variability

WSTĘP

Dostarczenie hodowcom możliwie obszernej i szybkiej informacji o genetycznym uwarunkowaniu cech wartości browarnej form jęczmienia charakteryzującego się

określonymi korzystnymi właściwościami, decyduje w dużej mierze o postępie hodowlanym. Umożliwia najwłaściwszy wybór komponentów do krzyżowania takich form, których korzystne cechy są najbardziej poszukiwane przez przemysł (Swanston i in., 2000, Marquez-Cedillo i in., 2000). Pozwala to na wybór najlepszych form rodzicielskich, co zwiększa prawdopodobieństwo uzyskania wartościowego potomstwa o dużej zmienności genetycznej, gwarantującej skuteczność selekcji Węgrzyn i wsp. (2000). Z tego powodu prowadzi się od wielu lat doświadczenia z odmianami i najnowszymi rodami jęczmienia jarego. Informacje o wynikach tych badań publikowano w wielu opracowaniach Kowalska i wsp. (2000). Celem takich prac jest ciągle poszukiwanie genotypów jęczmienia, które można by wykorzystać w hodowli krajowej dla poprawienia wartości technologicznej lub rolniczej.

Celem badań było określenie zróżnicowania i uwarunkowań genetycznych cech browarnych jęczmienia jarego.

MATERIAŁ I METODY

W okresie 3-letnim badaniami objęto łącznie 402 obiekty (tj. 139, 139 i 123 odpowiednio w kolejnych latach badań) w tym 2 odmiany wzorcowe jęczmienia jarego browarnego, biorących udział w doświadczeniach przedwstępnych i wstępnych w trzech miejscowościach.

Wartość browarną określono w mikrosłodowni Zakładu Roślin Zbożowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie. Słodowanie przeprowadzono w temperaturze 12°C, po doprowadzeniu ziarna do 45% wilgotności w próbkach po 500 g. w czasie 7 dni łącznie z pochłanianiem wody przez ziarno. Ocenę właściwości ziarna słodu i brzezki wykonano metodami standardowymi (Bichoński, Burek, 2000). Oceniono właściwości jęczmienia, słodu i brzezki, ważne dla przemysłu, zgodnie z wymaganiami COBORU przed rejestrowaniem odmiany.

Analizę statystyczno-genetyczną przeprowadzono dla 10 cech z trzech lat i trzech miejscowości, traktując łącznie lata i miejscowości jako środowisko. Dla każdej cechy wykonano analizę wariancji. W analizie tej całkowitą zmienność podzielono na 3 składniki: środowiska, obiekty i błąd (jako składnik resztowy). Uzyskane sumy kwadratów weryfikowano testem „F”, zaś testem „t” sprawdzono istotność oszacowanych efektów. Stwierdzenie istotnego zróżnicowania genetycznego badanych źródeł zmienności pozwoliło na oznaczenie stopnia genetycznego uwarunkowania cechy ($h^2_{(i)}$), dla każdego roku oszacowanego ze wzoru:

$$h^2_{(i)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1}$$

następnie obliczono średnią ważoną wartość ze wzoru:

$$h^2_o = \sum_{i=1}^l k_i h^2_i / \sum_{i=1}^l k_i$$

gdzie:

m_1 i m_2 są odpowiednio średnimi kwadratami dla genotypów i interakcji genotypu x miejscowości

k_i = jest liczbą obiektów w tym środowisku

l = liczba lat

Błędy standardowe dla współczynnika genetycznego uwarunkowania cech obliczono ze wzoru podanego przez Hallauera i Mirande (1995). Z analizy wariancji oszacowano również współczynniki zmienności genotypowej (CVg) i fenotypowej (CVp) ze wzoru:

$$CVg_{(i)} = 100 \frac{\sqrt{(m_1 - m_2) / k_i}}{\bar{x}_i}$$

$$CVp_{(i)} = 100 \frac{\sqrt{m_1 / k_i}}{\bar{x}_i}$$

gdzie:

m_1 , m_2 i k_i — jak powyżej, zaś $\bar{x}_{(i)}$ jest średnią cech dla i-tego roku.

W analogiczny sposób, jak średnie genetyczne uwarunkowanie cechy (h^2) z lat oszacowano średnie współczynniki zmienności genotypowej i fenotypowej. Współczynniki zmienności genotypowej i fenotypowej charakteryzują odpowiednią zmienność pomiędzy badanymi obiektami. Ponadto obliczony z analizy wariancji błąd standardowy pomnożono przez wartość jednostronnego testu „t” dla wzorca, a następnie odjęto otrzymaną wartość od wzorca. W ten sposób utworzone zostały trzy klasy jakościowe, tj. istotnie lepsze od wzorca, istotnie gorsze od wzorca i pozostałe (na poziomie wzorca) dla każdej badanej cechy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza otrzymanych wyników wykazała, że kilka spośród badanych cech odznaczało się wysokimi wartościami wskaźnika genetycznego uwarunkowania (h^2), przedstawionego w tabeli 1. Szczególnie wysokie i podobne w każdym roku badań okazały się wartości dla masy 1000 ziaren (0,8449). Niższe jego wartości (0,507–0,677) dla innego zestawu genetycznego opisali Nadziak i wsp. (1994 i 1996). Nieco niższą odziedziczalnością charakteryzowała się celność ziarna, bo na poziomie 0,6032. Podobne wyniki dla tej cechy podali Yap, Harvey (1972); Kudła, Kudła (1995). Zawartość białka w słodzie określały zbliżone wartości współczynników odziedziczalności we wszystkich latach. Modyfikacyjny wpływ środowiska na zawartość białka określili wcześniej Węgrzyn i wsp. (1977, 1982), Molina-Cano (1987, 2000), Kowalska i wsp. (1991), a także wykazali duży wpływ środowiska na zawartość białka. Na zbliżonym poziomie kształtowały się wartości współczynnika odziedziczalności dla ilości białka rozpuszczalnego i liczby Kolbacha (0,6208 i 0,6998). Podobne zbieżne wysokie wartości otrzymali Węgrzyn i wsp. (1977) oraz Winiarski (1998) i określili wysoki udział czynników genetycznych w uwarunkowaniu tej cechy, przy małym wpływie środowiska. Uzyskane wartości dla

ekstraktywności słodów, były zbieżne z wynikami innych autorów: (Kowalska, 1973; Węgrzyn i in., 1977; Molina-Cano, 1987; Garcera i in., 1991) i informują o dużym uwarunkowaniu tej cechy genotypem. Podobna zależność wystąpiła również dla kruchości słodu, z wartością tego współczynnika na poziomie 0,7982. Nieco wyższą wartość dla tej cechy (9,11) podają Bichoński i Burek (2000). Spośród badanych cech wartości technologicznej jęczmienia najniższą odziedziczalność zaobserwowano dla lepkości brzezki. Wyższe wartości współczynnika odziedziczalności otrzymał Vargas i wsp. (1983). Wartość na poziomie 0,7858 dla aktywności enzymów amylolitycznych wskazuje na duże uwarunkowanie genetyczne siły diastatycznej słodu. Potwierdzają to również badania Kaneko i wsp. (2000), podobną zależność przedstawił Węgrzyn i wsp. (1997). Wartość współczynnika odziedziczalności dla końcowego stopnia odfermentowania brzezki kształtowała się na poziomie 0,7291. Podobne wartości, bo na poziomie 68–89% podał Winiarski (1998). Przy porównywaniu zmienności i stałości cech, w celu zmniejszenia ilości doświadczeń Law i wsp. (1999) proponują szersze wykorzystanie odmian kontrolnych, które były by najbardziej zbliżone morfologicznie i genetycznie do badanych roślin, lub o znanych dobrze cechach fenotypowych.

Tabela 1

Współczynniki: zmienności fenotypowej (CV (p)%), genotypowej (CV (g)%) i odziedziczalności (h^2) oraz wartości cech dla wzorca, liczba obiektów lepszych od wzorca, na poziomie wzorca i gorszych od wzorca dla badanych cech w latach 1997–1999

Coefficients: of phenotypic variability (CV (p)%), genotypic variability (CV (g)%) and heritability (h^2), values of traits for standard and numbers of objects better than the standard, on the level of standard and worse than the standard for the investigated traits in the years 1997–1999

Cecha Trait	MTZ (g.s.s.) Thousand grain weight	Celność ziarna (%) Grain filling	Białko słodu (%) Malt protein	Białko rozpu- szczalne (%) N soluble of malt	Liczba Kolbacha (%) Kolbach index	Ekstrakt słodu (%) Fine grain extract	Kruchość słodu (%) Malt fragility	Lepkość brzezki (m Pa·s) Wort viscosity	Siła diasta- tyczna (°WK) Diastatic power	Odfermen- towanie brzezki (%) Fermenta- bility
CV (p)%	4,14	5,50	2,12	3,48	4,00	0,93	5,49	2,06	13,56	1,77
CV (g)%	3,81	4,49	1,57	2,66	3,34	0,80	4,92	1,35	12,02	1,52
h^2	0,8449	0,6032	0,5492	0,6208	0,6998	0,7413	0,7982	0,4341	0,7858	0,7291
Wzorzec Standard	40,2	86,8	10,6	5,40	51,1	82,9	80,6	1,49	331,5	80,4
> wzorca > standard	47	45	17	32	4	4	32	4	15	41
= wzorzec = standard	73	82	80	94	90	72	78	116	91	67
< wzorca < standard	11	5	34	5	37	55	21	11	25	24

W analizie wariancji (tab. 2) efekt środowiskowy i obiektowy testowano do interakcji obiekty x miejscowości. Średni kwadrat interakcji obiekty x miejscowości jest sumą efektu losowego i efektu interakcji. Z braku powtórzeń rozdzielenie tych efektów jest niemożliwe. Można pośrednio ocenić wielkość obu interakcji wyrażając w procentach odchylenie standardowe ze średniego kwadratu dla interakcji w stosunku do średniej wartości cechy. Gdyby efekt interakcji nie występował, to obliczony w ten sposób współczynnik

zmienności powinien wahać się w granicach 4–6%. Średnie wartości współczynnika zmienności wskazywać będą na obecność efektu interakcji. W naszym przypadku, dla 9 cech mamy wartości poniżej 6%. Jedynie dla siły diastatycznej współczynnik zmienności miał wartość 10,95%, co wskazywałoby na obecność efektu interakcji obiektów z miejscowościami.

Tabela 2

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

Źródło zmienności Source of variation	Średni kwadrat dla: Mean squares for:									
	MTZ (g.s.s.) thousand grain weight	celność ziarna (%) grain filling	białko słodu (%) malt protein	białko rozpu- szczalne (%) N soluble of malt	liczba Kolbacha (%) Kolbach index	ekstrakt słodu (%) fine grain extract	kruchosc słodu (%) malt fragility	lepkość brzeczki (mPa.s) wort viscosity	siła diasta- tyczna (°WK) diastatic power	odfermen- towanie brzeczki (%) fermenta- bility
Miejscowości (P) Localities	64,39**	1275,82**	31,08**	29,99**	194,03**	25,68**	350,31**	0,06**	50556,10**	47,73**
Obiekty (G) Treatments	8,73**	52,70**	0,50**	0,66**	9,61**	1,12**	39,03**	0,00**	5920,39**	3,95**
Interakcje (G x P) Interaction	1,35	15,89	0,22	0,28	2,89	0,28	7,49	0,00	1267,25	0,99
Średnia Mean	41,08	89,67	11,05	5,27	49,03	82,18	81,32	1,50	325,87	80,98
CV%	2,78	5,40	2,47	3,76	3,82	0,81	4,24	2,70	10,95	1,54

W tabeli 1 zamieszczono również współczynniki zmienności fenotypowych (CV(p)%) i genotypowych (CV(g)%) obliczone dla trzech lat badań. Informują one nie tylko o walorach użytkowych badanych form, ale również o zjawiskach genetycznych zachodzących w analizowanych cechach wartości technologicznej. Problem ten dostrzegają również w swoich badaniach inni autorzy: Yan i wsp (1999), Bertholdsson 1998, Kaczmarek i wsp. (1999), Ehrenbergerova i wsp. (1999), Schut i wsp. (2000). W większości przypadków współczynniki zmienności fenotypowej i genotypowej były podobne pod względem wielkości, dla trzech lat badań i dla różniącego się co roku materiału badawczego. Najwyższe jego wartości uzyskano dla siły diastatycznej słodu, a ekstraktywność słodów wykazała się najniższą odziedziczalnością spośród wszystkich badanych wskaźników jakościowych. Potwierdzeniem tego jest mała ilość rodów lepszych od wzorca (tab. 2). Spośród 392 rodów jęczmienia jarego browarnego ocenianych pod względem 9 cech technologicznych żaden nie przewyższał swoimi parametrami odmiany wzorcowej. Sześćdziesiąt dwa rody osiągnęły jej poziom dla wszystkich omawianych cech, a 2 rody były w każdym przypadku zdecydowanie gorsze od wzorca. Sto pięćdziesiąt pięć rodów odznaczało się jedną cechą wartości technologicznej lepszą od wzorca, sześćdziesiąt sześć

— dwiema cechami, siedem — trzema i tylko dwa rodzy czterema cechami powyżej poziomu wzorca. Udało się w nich połączyć wymaganą celność ziarna z wysoką kruchością słodu, odpowiednią siłą diastatyczną i dobrym odfermentowaniem brzezki. Przypuszczalnie, pozostałe badane pięć cech technologicznych są niekorzystnie skorelowane z wcześniej wymienionymi, co w znacznym stopniu utrudnia otrzymanie genotypu o pożądanym poziomie właściwości cech technologicznych. Szczególnie jest to widoczne w przypadku ekstraktywności słodu, liczby Kolbacha i lepkości brzezki, które to cechy wyróżniały się małą ilością rodów przewyższających poziom wzorca. Potwierdzają to wcześniejsze badania Węgrzyna i Bichońskiego (2000), którzy wykazali, że istotnie ujemne korelacje fenotypowe i genotypowe zachodzą pomiędzy: kruchością słodu, jego lepkością, masą 1000 ziaren i zawartością białka w słodzie, oraz ekstraktem słodu i białkiem słodu. Prawdopodobnie, dążenie do uzyskania wysokiego plonu ziarna może być powodem zwrócenia mniejszej uwagi podczas selekcji na cechy jakościowe. Stanowi to ostrzeżenie o niebezpieczeństwie pogorszenia wartości technologicznej przy wyborze do dalszej hodowli rodów bez jednoczesnej kontroli wartości browarnej. Zatem poznanie wzajemnych związków między cechami i ich bezpośredniego wpływu na jakość ma znaczenie dla prac selekcyjnych we wczesnych etapach hodowli, tym bardziej, że jak podaje Śmiałowski i Węgrzyn (2000) próby selekcji w oparciu o jedną cechę w celu jej poprawienia bez pogarszania drugiej, która jest silnie sprzężona z tą pierwszą, mogą zakończyć się niepowodzeniem. Dowodem są istotne, wysokie, dodatnie lub ujemne wartości współczynników korelacji fenotypowych i genotypowych, przy równocześnie wysokich wartościach wskaźników genetycznego uwarunkowania cech, może wskazywać na silne sprzężenia genetyczne lub pleiotropowe działanie genów. Zatem podobnie jak Atlin i wsp. (2000) można stwierdzić, że interakcja genotypu i środowiska jest istotna i dlatego należy w odpowiedni sposób dostosować uprawy jęczmienia do takiego środowiska, w którym są najefektywniejsze.

WNIOSKI

1. Najwyższe wartości współczynników odziedziczalności zaobserwowano dla masy 1000 ziaren (0,8449), kruchości słodu (0,7982), siły diastatycznej słodu (0,7858), ekstraktywności słodu (0,7413) i końcowego stopnia odfermentowania brzezki (0,7291). Średnie dla liczby Kolbacha (0,6998), białka rozpuszczalnego (0,6208) i celności ziarna, a najniższe dla zawartości białka w słodzie (0,5492) i lepkości brzezki (0,4341).
2. Współczynnik zmienności interakcji dla siły diastatycznej miał wartość 10,95%, co wskazywałoby na obecność efektu interakcji obiektów z miejscowościami. Współczynniki zmienności fenotypowej i genotypowej obliczone ze zróżnicowania obiektów wykazywały najniższe wartości dla ekstraktu z mąki (0,93 i 0,80), a wysokie były dla siły diastatycznej słodu (13,56 i 12,02).
3. Niepokoić może fakt, że spośród 392 przebadanych rodów jedynie dwa wykazały się tylko czterema cechami technologicznymi przewyższającymi poziom wzorca. Szczególnie małą liczbę rodów lepszych od wzorca zaobserwowano dla: liczby

Kolbacha, ekstraktu słoju i lepkości brzezki. Stąd wynika potrzeba bardziej kompleksowej selekcji w kierunku korzystnych cech technologicznych.

LITERATURA

- Atlin G. N., McRae K. B., Lu X. 2000. Genotype x region interaction for two-row barley yield in Canada Source. *Crop Sci.* 40, 1: 1 — 6.
- Bertholdsson N. O. 1998. Selection methods for malting barley consistently low in protein concentration. *European Journal of Agronomy* 9, 4: 213 — 222.
- Bichoński A., Burek J. 2000. Zmienność i współzależność pomiędzy wybranymi cechami jakościowymi jęczmienia ozimego browarnego. *Biul. IHAR* 215: 161 — 166.
- Ehrenbergerova J., Vaculova K., Zimolka J., Mullerova E. 1999. Yield characters and their correlations with quality indicators of hull-less spring barley grain. *Rostlinna Výroba* 45, 2: 53 — 59.
- Garcera L., Sarraft A., Jestin L., Ecochard R. 1991. Variabilite Génétique de Certains Paramètres de la Qualité Brassicole de l' Orge. *Plant Breeding* 106: 235 — 241.
- Hallauer A. R., Miranda J. B. 1995. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa St. Univ. Ames.
- Kaczmarek Z., Adamski T., Surma M., Jeżowski S., Leśniewska-Frątczak M. 1999. Genotype-environment interaction of barley doubled haploids with regard to malting quality. *Plant Breeding* 118/3: 243 — 247.
- Kudła M. M., Kudła M. 1995. Genetyczne możliwości wzrostu plonowania jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 193: 35 — 44.
- Kowalska M. 1973. Wpływ odmiany i środowiska na wartość browarną jęczmienia na podstawie literatury. *Biul. IHAR* 114/115, 3/4: 53 — 58.
- Kowalska M., Ruśniak J., Sowa J. 1987. Wartość gospodarcza nowych zagranicznych odmian jęczmienia browarnego i rodów hodowli krajowej. *Biul. IHAR* 163: 33 — 49.
- Kowalska M., Sowa J., Winiarski J. 1991. Wartość gospodarcza zagranicznych odmian jęczmienia i rodów hodowli krajowej. *Biul. IHAR* 179: 91 — 103.
- Law J.R., Cooke R.J., Reeves J. C., Donini P., Smith J. S. C. 1999. Most similar variety comparisons as a grouping tool. *Plant Varieties Seeds* 12, 3: 181 — 190.
- Marquez-Cedillo L. A., Hayes P. M., Jones B. L., Kleinhofs A., Legge W. G., Rossnagel B. G., Sato K., Ullrich E., Wesenberg D. M. 2000. QTL analysis of malting quality in barley based on the doubled-haploid progeny of two elite North American varieties representing different germplasm groups. *Theor. Appl. Genet.* 101, 1/2: 173 — 184.
- Molina-Cano J. L. 1987. The EBC Barley and Malt Committee Index for the evaluation of malting quality in barley and its use in breeding. *Plant Breeding* 98: 249 — 256.
- Molina-Cano J. L., Rubio A., Igartua E., Gracia P., Montoya J. L. 2000. Mechanisms of malt extract development in barleys from different European regions: I. Effect of environment and grain protein content on malt extract yield. *Journal of the Institute of Brewing* 106, 2: 111 — 115.
- Nadziak J., Kudła M., Małysa M. 1994. Ocena odmian jęczmienia ozimego zgromadzonych w Polskim Banku Genów. *Biul. IHAR* 192: 39 — 57.
- Nadziak J., Małysa M., Kudła M. 1996. Ocena odmian jęczmienia ozimego zgromadzonych w Banku Genów. *Biul. IHAR* 197: 97 — 111.
- Schut J. W., Dourleijn C. J. 2000. Prediction of barley progeny performance in the presence of genotype-environment interaction. *Plant Breeding* 119, 1: 47 — 50.
- Swanston J. S., Newton A. C., Guy D. C., Gacek E. S. 2000. Malting performance of barley cultivar mixtures from the UK and Poland. *Journal of the Institute of Brewing* 106, 4: 239 — 243.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2000. Zmienność i zależność oraz genetyczne uwarunkowania wybranych cech u odmian i rodów żyta ozimego. *Biul. IHAR* 216, 1: 61 — 68.
- Vargas L., Molina-Cano J. L., Hassan S. 1983. A quality index for the assessment of barley varieties. *Monatsschr. Brauwissen.* 12: 481 — 485.
- Węgrzyn S., Kowalska M., Ruśniak L. 1977. Odziedziczalność niektórych cech wartości browarnej jęczmienia. *Hod. Rośl. Aklim.* 21, 2: 133 — 141.

- Węgrzyn S., Kowalska M., Ruśniak L. 1982. Zmienność i genetyczne uwarunkowanie plonu oraz cech wartości browarnej jęczmienia jarego. *Hod. Rośl. Aklim.* 26, 1: 41 — 51.
- Winiarski J. 1998. Odziedziczalność wybranych cech wartości browarnej jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 207: 25 — 34.
- Węgrzyn S., Cygankiewicz A., Stachowicz M., Witkowski E. 2000. Zdolność kombinacyjna form rodzicielskich dla liczby sedymentacji i zawartości białka odmian i rodów pszenicy ozimej. Część I. *Biul. IHAR* 214: 69 — 78.
- Węgrzyn S., Bichoński A. 2000. Współzależności pomiędzy wybranymi cechami jakościowymi jęczmienia. *Biul. IHAR* 216: 165 — 171.
- Yan X. F., Zhu J., Xu S. Y., Xu Y. H. 1999. Genetic effects of embryo and endosperm for four malting quality traits of barley. *Euphytica* 106, 1: 27 — 34.
- Yap T. C., Harvey B. L. 1972. Inheritance of yield components and morphophysiological traits in barley. *Hordeum vulgare* L. *Crop Sci.* 12: 283 — 286.

KATARZYNA KARSKA

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Androgeneza w kulturach pylnikowych jęczmienia jarego

Androgenesis from spring barley anthers culture

Trzyletnie badania nad androgenezą w kulturach pylnikowych *in vitro* 11 odmian i 5 mieszańców F₁ jęczmienia jarego dały zróżnicowane wyniki dotyczące zdolności do androgenozy wśród tych genotypów. Potwierdzono zależność genotypową w procesie androgenozy i zależność zdolności do androgenozy poszczególnych genotypów od pożywki. Zastosowano cztery pożywki indukujące (FHG₀, FHG₁, BAC₄, BAC₅) i dwie pożywki regeneracyjne (FHGR₁, FHGR₂). W pierwszym roku badań procent zregenerowanych roślin zielonych wynosił dla genotypu F₁16 — 5%, F₁471 — 5%, F₁463 — 1,2% i dla odmiany Haisa — 2%. Pozostałe genotypy zregenerowały w rośliny albinotyczne. Zauważono wśród genotypów mieszańcowych F₁ wpływ rośliny matecznej na zdolność do androgenozy. W drugim roku prowadzonego doświadczenia wszystkie badane odmiany wykazały się dobrą reakcją androgeniczną (25% pylników tworzących kalus), jednakże regeneracja uzyskanych kalusów była słaba. Otrzymano jedynie 2 zielone rośliny z pylników odmiany Olga. W trzecim roku badań uzyskano 5 zielonych roślin z odmiany Krona i 1 zieloną roślinę odmiany Olga. Odmiana Haisa nie powtórzyła wyniku androgenozy z pierwszego roku badań. Na tej samej pożywce indukującej i regeneracyjnej wyrosły jedynie rośliny albinotyczne. Oceniono, że pożywki: FHG₀ i BAC₅ okazały się lepsze w indukowaniu procesu androgenozy od pożywek FHG₁ i BAC₄. Natomiast między pożywkami regeneracyjnymi FHGR₁ i FHGR₂ nie zanotowano różnic.

Słowa kluczowe: androgeneza *in vitro*, *Hordeum vulgare* L., jęczmień, kultury pylnikowe

Three-years study on androgenesis in anther cultures of 11 cultivars and 5 F₁ hybrids of spring barley demonstrated in different androgenesis ability of the investigated forms. The genotype dependent androgenesis ability and the genotype x medium interaction were confirmed. Four induction media (FHG₀, FHG₁, BAC₄, BAC₅) and two regeneration media (FHGR₁, FHGR₂) were applied. In the first year of study the following percentages of regenerated green plants were recorded for the genotypes: F₁ 16 — 5%, F₁ 471 — 5%, F₁ 463 — 1,2% and for the cultivar Haisa — 2%. The remaining genotypes regenerated into albino plants. Among the hybrid genotypes an influence of mother plant on androgenesis ability was observed. In the second year of study all the cultivars showed good androgenesis response (25% responding anthers), however regeneration of calli was poor: only 2 green plants was obtained from the cultivar Olga. In the third year 5 green plants from the cultivar Krona and 1 from the cultivar Olga were obtained. The result of androgenesis in the cultivar Haisa from the first year was not repeated — only albino plants regenerated. Furthermore, among the applied media the FHG₀ and BAC₅ proved to be more favorable than the FHG₁ and BAC₄ in androgenesis induction, whereas there were no differences in effect of the regeneration media FHGR₁ and FHGR₂.

Key words: androgenesis *in vitro*, anther culture, barley *Hordeum vulgare* L.

WSTĘP

Wytwarzanie roślin haploidalnych *in vitro* stosuje się w programach hodowlanych do produkcji homozygotycznych linii o korzystnych cechach z heterozygotycznych genotypów w czasie krótszym niż przy użyciu klasycznych metod (Kuhlmann i Foroughi-Wehr, 1989; Kasha i in., 1995). U jęczmienia rośliny haploidalne uzyskuje się bądź drogą androgenezy — techniką kultur pylnikowych lub izolowanych mikrospor, bądź techniką eliminacji chromosomów w krzyżówkach oddalonych (metoda "Bulbosum") (Kao, 1988; Szarejko, 1994). Kultury pylnikowe *in vitro* są jedną z najbardziej obiecujących metod umożliwiających szybkie i wydajne otrzymywanie roślin haploidalnych (Karska, 1998). Głównym problemem związanym z techniką kultur pylnikowych u zbóż jest zależność procesu androgenezy od genotypu (Devaux i in., 1993). W przypadku jęczmienia dla odmiany "Igrí" — modelowej w androgenezie — uzyskano kilkaset zielonych roślin na 100 pylników, podczas gdy w badaniach nad innymi formami częstotliwości te nie przekraczały od kilku do kilkunastu procent, bądź regeneracja w ogóle nie nastąpiła (Luckett, Smithard, 1992). Dodatkowym problemem jest występowanie wśród androgenicznych regenerantów licznych roślin albinotycznych, które powstają na skutek zmian w ultrastrukturze chloroplastów, mających miejsce w trakcie hodowli *in vitro* (Mouritzen i Holm, 1994). Zależność procesu androgenezy od genotypu rośliny i od stosowanej pożywki, problem z regeneracją roślin zielonych, a także niejednokrotnie różny stopień ploidalności uzyskanych regenerantów sugerują, że należy wciąż udoskonalać metodę kultur pylnikowych. Metoda ta daje zadowalające rezultaty, wówczas gdy bada się większą liczbę różnych genotypów, modyfikuje pożywkę i warunki prowadzenia kultury (Lezin i in., 1996; Szarejko, 1994). Współdziałanie genotypów z pożywką oraz wysoka częstość roślin bezchlorofilowych wciąż stanowią ograniczenie w stosowaniu metody kultur pylnikowych do produkcji cennych haploidów (Foroughi-Wehri in., 1982; Larsen i in., 1991; Ghaemi i in., 1995; Lezin i in., 1996; King i Kasha, 1997).

Pomimo wielu badań nad optymalizacją tej techniki nie uzyskano metody uniwersalnej, dającej zadowalające wyniki dla każdej odmiany. Ciągłe istnieje wiele odmian, dla których otrzymanie linii podwojonych haploidów drogą androgenezy nie powiodło się.

Dlatego też celem niniejszej pracy była ocena zdolności do androgenezy wśród wybranych genotypów jęczmienia jarego i ocena przydatności zastosowanych pożywek indukujących i regeneracyjnych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 11 odmian i 5 mieszańców F_1 jęczmienia jarego badanych przez trzy lata (1997–1999), zróżnicowanych pod względem cech morfologicznych i użytkowych. W pierwszym roku badania nad androgenezą w kulturach pylników przeprowadzono na ośmiu genotypach jęczmienia jarego. Były to trzy odmiany: Haisa, Golden Promise i Start oraz 5 mieszańców F_1 , wywodzących się z tych odmian. Rodowód tych mieszańców zamieszczono w tabeli 1.

W drugim roku do zapoczątkowania kultury pylników użyto ośmiu innych odmian jęczmienia jarego, również zróżnicowanych pod względem morfologicznym i użytkowym. Odmianę Haisa potraktowano jako odmianę modelową (ok. 2 zielone rośliny na 100 wyłożonych pylników). Na podstawie wyników uzyskanych w latach 1997–1998 do dalszych prac wybrano pięć odmian (w tym odmiana Haisa) o najlepszych zdolnościach androgenicznych. Rośliny donorowe rosły w warunkach polowych w Zakładzie Roślin Zbożowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Krakowie, w standardowych warunkach uprawy i nawożenia. Z każdego poletka pobierano kłosy, zawierające pylniki z mikrosporami w fazie średnio i późno jednojądrowej. Ścięte kłosy podzielono na dwie grupy. Jedną grupę poddano działaniu niskiej temperatury (4°) przez 14 do 21 dni, a drugiej grupy nie chłodzono. W każdym kłosie oznaczano stadium rozwoju mikrospory, badając pod mikroskopem preparaty rozgniatane i barwione acetocarminem.

Po zewnętrznej dezynfekcji kłosów 70% etanolem w aerozolu preparowano pylniki i umieszczano je na szalkach o średnicy 60 mm (około 50 pylników/szalka) na stałej pożywce do indukcji androgenezy. W pierwszym roku badań używano pożywki FHG (Hunter, 1987) zmodyfikowanej dodatkiem 2mg/l auksyny NAA (własna modyfikacja oznaczona jako FHG₀). W drugim roku zastosowano dwie pożywki indukujące FHG i BAC₃ (według Szarejko i Kasha, 1991): obie z takim samym składem hormonów wzrostu: 2 mg/l NAA i 1 mg/l BAP, zestalone agarozą, według własnej modyfikacji — oznaczone odpowiednio jako FHG₁ i BAC₄. W trzecim roku badań powtórzono pożywkę indukującą FHG₀, a jako drugą zastosowano pożywkę BAC₃ zmodyfikowaną przez użycie auksyny IAA do ilości 1,5 mg/l (BAC₅).

Po 3 tygodniach inkubacji w temperaturze 28°C w ciemności pojawiające się 2–4mm wielkości struktury embrioidalne przenoszono w równych ilościach, niezależnie od pożywki indukującej, na pożywki regeneracyjne na bazie pożywki FHG: pożywka FHGR1 z hormonami wzrostu (auksyna NAA-1,4 mg/l i cytokinina BAP-0,4 mg/l) i pożywka FHGR2 bez hormonów wzrostu. Regeneracja następowała w temperaturze 20°C przy cyklu dobowym 16 h/8 h i natężeniu światła 40 uE/m²s. Uzyskane zielone regeneranty wysadzano do gleby i hodowano w warunkach szklarniowych. Oceniano indukcję androgenezy jako ilość pylników reagujących na 100 wyłożonych pylników. Wydajność androgenezy mierzono liczbą struktur embrioidalnych w przeliczeniu na 100 inkubowanych pylników. Wydajność regeneracji oceniano na podstawie liczby roślin zielonych i albinotycznych na 100 inkubowanych pylników albo na 100 otrzymanych androgenicznych embrioidów.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 przedstawiono ogólną wydajność androgenezy i regeneracji roślin jęczmienia jarego w kulturach pylnikowych przy zastosowaniu pożywki indukującej FHG₀ i pożywek regeneracyjnych: FHGR1, FHGR2 dla 3 odmian i 5 wywodzących się z nich mieszańców pokolenia F₁.

Tabela 1

Ogólna wydajność androgenezy i regeneracji roślin jęczmienia jarego w kulturach pylnikowych przy zastosowaniu pożywki indukcyjnej FHGo i pożywek regeneracyjnych: FHGR1, FHGR2
The effect of FHGo induction medium and FHGR1, FHGR2 regeneration media on calli induction and plant regeneration from spring barley anther culture

Genotyp Genotype	Liczba wyłożonych pylników No. of anthers plated	% pylników tworzących kalus Responding anthers (%)	Liczba kalusów/ embrioidów na 100 inkubowanych pylników Calli/ embryos per 100 anthers plated	Pożywka regeneracyjna Regeneration medium	Liczba zregenerowanych roślin na 100 inkubowanych pylników. No. of regenerated plant lets per 100 anthers plated		
					Zielone Green	Albinotyczne Albino	Razem Total
Haisa	890	21,8	22,5	FHGR1	0,9	9,8	10,7
				FHGR2	1,0	3,5	4,5
463	830	14,6	18,1	FHGR1	0	0,4	0,4
(F ₁ 467 × Haisa)				FHGR2	1,2	1,3	2,5
464 (F ₁ 468 × Haisa)	240	6,3	8,5	FHGR1	0	2,9	2,9
				FHGR2	0	3,8	3,8
Start	680	12,0	13,4	FHGR1	0	0	0
				FHGR2	0	0	0
16 (F ₁ 367 × Start)	280	12,5	12,5	FHGR1	0,7	5,0	5,7
				FHGR2	4,6	1,4	6,0
21(F ₁ 369 × Start)	250	2,8	2,8	FHGR1	0	1,2	1,2
				FHGR2	0	2,4	2,4
Golden Promise	750	7,5	8,0	FHGR1	0	0,9	0,9
				FHGR2	0	0,8	0,8
471(F ₁ 466 × Golden Promise)	400	8,8	10,0	FHGR1	1,5	0	1,5
				FHGR2	3,0	0,3	3,3
Srednia	4320*	10,8	12,0	FHGR1	0,4	2,5	2,9
Mean				FHGR2	1,2	1,7	2,9

* Całkowita liczba wyłożonych pylników

* Total number of plated anthers

Okazało się, że najlepszą zdolnością do androgenezy odznaczały się odmiana Haisa oraz jej mieszańce 467 × Haisa. U tej odmiany 21,8% wyłożonych pylników tworzyło kalus, a 22,5% dawało embrioidy i kalusy. W przypadku mieszańca liczba reagujących pylników i liczba otrzymanych kalusów była niższa i wynosiła odpowiednio 14,6 i 18,1%. Drugi mieszańiec wywodzący się z odmiany Haisa odznaczał się wyraźnie słabszą zdolnością do androgenezy — z pylników tych roślin 6,3% tworzyło kalus, a 8,3% embrioidy. Podobne zjawisko obserwowano w przypadku odmiany Start, u której kalusy tworzyło 12,0% pylników, natomiast u innych jej mieszańców; (369 × Start) reagowało tylko 2,8% pylników, oraz (367 × Start) 12,5% pylników. Dla mieszańców 16 i 471 w wyniku regeneracji ze 100 wyłożonych pylników otrzymano 5 zielonych roślin, dla odmiany Haisa 2 zielone rośliny i dla jej mieszańca; 463 — 1,2 zielone rośliny. Pozostałe genotypy zregenerowały w rośliny albinotyczne. Z pylników odmiany Start nie uzyskano roślin. Natomiast zdolnością do androgenezy wykazały się jej mieszańce, przy czym mieszańiec 16 dawał rośliny zielone, a 21 tylko albinotyczne.

Uzyskane wyniki zdają się potwierdzać możliwość dziedziczenia zdolności do androgenezy i regeneracji zielonych roślin u jęczmienia, którą sygnalizuje w swoich pracach Devaux i Zivy (1994). Różnice w ilości reagujących pylników oraz w ilości

uzyskanych roślin zielonych i albinotycznych, obserwowane przy tej samej formie ojcowskiej, ale różnych formach matecznych, sugerują silny wpływ rośliny matecznej na zdolność do androgenezy, jednak wyjaśnienie tego zjawiska wymagałoby podjęcia dodatkowych badań i wykraczało poza ramy niniejszej pracy.

Na podstawie wyznaczonych średnich i wariancji ilości zregenerowanych roślin zestawionych w tabeli 1 a, można stwierdzić, że przy równych średnich (3,33) wariancja ilości regenerantów na pożywce FHGR1 jest znacznie większa (13,75) od wariancji ilości regenerantów na pożywce FHGR2 (2,78). Świadczy to o istotnej interakcji między zastosowaną pożywką regeneracyjną a badanymi genotypami. Porównanie liczby roślin na pożywkach FHGR1 i FHGR2 wykazało, że więcej roślin zielonych wyrosło na pożywce FHGR2 (bez hormonów wzrostu). Na pożywce FHGR1 zregenerowało więcej roślin albinotycznych. Obserwacje te są sprzeczne z danymi Devaux i wsp. (1993) oraz Szarejko (1994), którzy stwierdzili, że obecność hormonów wzrostu w pożywce regeneracyjnej istotnie wpływa na ilość zielonych roślin haploidalnych. Na podstawie tego zjawiska wysnuto wniosek, że skład pożywki regeneracyjnej winien być dobierany dla każdego genotypu indywidualnie.

Tabela 1a

Zestawienie średnich i wariancji ilości zregenerowanych roślin jęczmienia w kulturach pylnikowych
Comparison of means and variances of the regenerated plantlets numbers in the barley anther culture

Pożywka/Genotyp Medium/Genotype	Ilość powtórzeń No. of replication	Średnia Mean	Wariancja Variance
R1	7	3,33	13,75
R2	7	3,33	2,78
Haisa	2	7,60	19,22
463	2	1,45	2,21
464	2	3,35	0,41
16	2	5,85	0,05
21	2	1,80	0,72
Golden Promise	2	0,85	0,01
471	2	2,40	1,62

*Odmiana Start nie została umieszczona w tabeli z powodu braku zregenerowanych roślin

*The cultivar Start has not been placed in this table due to the lack of regenerated plants

W drugim roku badań hodowano pylniki pobrane z dziewięciu odmian jęczmienia jarego, na dwóch pożywkach indukujących FHG₁ i BAC₄ i dwóch regeneracyjnych: FHGR1, FHGR2. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabelach 2 i 2 a. Stwierdzono, że u odmiany Haisa procent pylników tworzących kalus przy użyciu pożywek: FHG₁ i BAC₄ był porównywalny do wyniku na pożywce FHGo (ok.24%). Jednakże procent uzyskanych kalusów (6%) i zregenerowanych roślin (ok. 1%) okazał się znacznie mniejszy niż w roku poprzednim. Brak było także roślin zielonych. Pozostałe badane odmiany wykazały się dobrą reakcją androgeniczną (średnio 25% pylników tworzących kalus). Dla każdej z nich pożywka indukująca BAC₄ okazała się lepsza (29% pylników tworzących kalus) od pożywki indukującej FHG₁(22,3% pylników tworzących kalus) (tab. 2 a). Obserwowano również istotną zależność procesu androgenezy od genotypu rośliny (tab. 2 a).

Tabela 2

Ogólna wydajność androgenezy i regeneracji roślin jęczmienia jarego w kulturach pylnikowych przy zastosowaniu pożywki indukujących FHG₁, BAC₄ i pożywek regeneracyjnych FHGR1, FHGR2
The effect of FHG₁ BAC₄ induction media and FHGR1, FHGR2 regeneration media, on callous induction and plant regeneration from spring barley anther culture

Genotyp Genotype	Pożywka indukcyjna Induction medium	Liczba wyłożonych pylników No. of anthers plated	% pylników tworzących kalus Responding anthers (%)	Liczba kalusów/embrioidów na 100 inkubowanych pylników Calli/embryoids per 100 anthers plated	Pożywka regeneracyjna Regeneration medium	Liczba zregenerowanych roślin na 100 inkubowanych pylników No. of regenerated plant lets per 100 anthers plated		
						Zielone Green	Albinotyczne Albino	Razem Total
Haisa	FHG ₁	450	23,6	5,5	FHGR1	0,0	0,4	0,4
	BAC ₄	600	23,7	0,5	FHGR2	0,0	0,5	0,5
Bryl	FHG ₁	500	37,8	2,0	FHGR1	0,0	2,0	2,0
	BAC ₄	700	44,1	3,6	FHGR2	0,0	1,3	1,3
Olga	FHG ₁	550	17,6	0,7	FHGR1	0,2	0,2	0,4
	BAC ₄	750	24,4	0	FHGR2	0,1	0,0	0,1
Krona	FHG ₁	650	11,6	0,2	FHGR1	0,0	0,2	0,2
	BAC ₄	700	26,7	0,1	FHGR2	0,0	0,0	0,0
Rataj	FHG ₁	600	14,0	0	FHGR1	0,0	0,7	0,7
	BAC ₄	650	18,5	2,6	FHGR2	0,0	0,5	0,5
Rasbet	FHG ₁	700	28,1	0	FHGR1	0,0	0,0	0,0
	BAC ₄	750	30,4	0	FHGR2	0,0	0,0	0,0
Rabel	FHG ₁	450	40,7	0	FHGR1	0,0	0,0	0,0
	BAC ₄	350	55,7	0	FHGR2	0,0	0,0	0,0
Atol	FHG ₁	450	9,8	7,1	FHGR1	0,0	2,2	2,2
	BAC ₄	550	14,6	0,2	FHGR2	0,0	0,7	0,7
Rodion	FHG ₁	650	13,6	7,7	FHGR1	0,0	3,6	3,6
	BAC ₄	650	22,0	3,2	FHGR2	0,0	2,4	2,4
Średnia	FHG ₁	5000*	22,0	2,9	FHGR1	0,1	1,2	1,2
Mean	BAC ₄	5700*	29,0	1,3	FHGR2	0,2	0,7	0,7

* Całkowita liczba wyłożonych pylników — * Total number of plated anthers

Tabela 2 a

Ilość reagujących pylników (tworzących androgeniczny kalus) na 100 wyłożonych pylników w zależności od genotypu i pożywki indukującej
Androgenetic response of barley anthers, per 100 anthers plated depending on genotype and induction medium

Genotyp Genotype	Pożywka indukująca Induction medium		Średnia Mean
	FHG ₁	BAC ₄	
Rabel	40,7	55,7	48,5 a
Bryl	37,8	44,1	42,0 b
Rasbet	28,1	30,4	29,0 c
Haisa	23,6	23,7	24,0 d
Olga	17,6	24,4	21,0 d
Krona	11,6	26,7	19,5 de
Rodion	13,6	22,0	18,0 e
Rataj	14,0	18,5	16,5 e
Atol	9,8	14,6	12,5 e
Średnia — Mean	22,3	29,0	25,7

NIR = 4,0 — LSD = 4,0

Wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy p = 0,05

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

Regeneracja uzyskanych kalusów była jednak słaba. Otrzymano tylko 2 zielone rośliny z pylników odmiany Olga. Z kalusów pozostałych odmian wyrosły rośliny albinotyczne. Najwięcej kalusów i zregenerowanych roślin albinotycznych otrzymano z odmiany Rodion (ok. 11% kalusów i 6% roślin albinotycznych).

W tabeli 3 zestawiono wyniki androgenozy pięciu odmian jęczmienia jarego, wybranych spośród dziewięciu odmian badanych w poprzednim roku. Odmiany te charakteryzowały się dobrą zdolnością do androgenozy, do której użyto dwie pożywki indukujące: FHGo i BAC₅ i dwie pożywki regeneracyjne: FHGR1 i FHGR2. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badanymi pożywkami ani między genotypami. Wszystkie odmiany bardzo dobrze reagowały w kulturze pylników (ponad 50% pylników tworzących kalus).

Tabela 3

Ogólna wydajność androgenozy i regeneracji roślin jęczmienia jarego w kulturach pylnikowych przy zastosowaniu pożywek indukujących: FHGo i BAC₅ i pożywek regeneracyjnych: FHGR1, FHGR2
The effect of FHGo and BAC₅ induction media and FHGR1, FHGR2 regeneration media, on callus induction and plant regeneration from spring barley anther culture

Genotyp Genotype	Pożywka Indukcyjna Induction Medium	Liczba wyłożonych pylników No. of anthers plated	% pylników tworzących kalus Responding anthers (%)	Liczba kalusów/embrioidów na 100 inkubowanych pylników Calli/embryoids per 100 anthers plated	Pożywka regeneracyjna Regeneration medium	Liczba zregenerowanych roślin na 100 inkubowanych pylników. No. of regenerated plantlets per 100 anthers plated		
						Zielone Green	Albinotyczne Albino	Razem Total
Haisa	FHGo	1400	51,7	1,1	FHGR1	0,0	0,4	0,4
	BAC ₅	1350	51,4	0,6	FHGR2	0,0	0,5	0,5
Olga	FHGo	1350	49,0	0,0	FHGR1	0,0	0,1	0,1
	BAC ₅	1300	62,2	1,2	FHGR2	0,2	0,0	0,2
Bryl	FHGo	750	52,0	0,3	FHGR1	0,0	0,5	0,5
	BAC ₅	1150	39,7	2,2	FHGR2	0,0	1,0	1,0
Krona	FHGo	700	56,6	0,0	FHGR1	0,3	1,6	1,9
	BAC ₅	1100	66,7	22,6	FHGR2	0,2	1,6	1,8
Rodion	FHGo	1250	62,2	4,0	FHGR1	0,0	1,4	1,4
	BAC ₅	1150	63,5	0,2	FHGR2	0,0	0,7	0,7
Średnia	FHGo	5450*	54,4	1,1	FHGR1	0,3	0,8	0,9
Mean	BAC ₅	6050*	56,8	5,4	FHGR2	0,2	0,8	0,8

* Całkowita liczba wyłożonych pylników

* Total number of plated anthers

Odmiana Haisa nie powtórzyła wyniku androgenozy z pierwszego roku badań na tych samych pożywkach indukującej FHGo i regeneracyjnych FHGR1 i FHGR2. Ponad 50% reagujących pylników dało 1,1% kalusów, a w wyniku regeneracji wyrosły jedynie rośliny albinotyczne. Natomiast odmiana Krona wyróżniła się spośród innych odmian, gdyż z pylników tej odmiany uzyskano na pożywce BAC₅ 22,6% embrioidów, z których zregenerowało pięć zielonych roślin. U odmiany Olgi podobnie jak w roku poprzednim z 1% kalusów zregenerowano jedną zieloną roślinę.

W ciągu trzyletnich badań nad androgenezą u jęczmienia jarego stosowano cztery rodzaje pożywek indukujących: FHGo, FHG₁, BAC₄, BAC₅ według własnej modyfikacji. Po przeprowadzeniu analizy wariancji, indukcji androgenozy na tych pożywkach dla pięciu

genotypów jęczmienia, stwierdzono istotne różnice między kombinacjami pożywek stosowanymi w latach 1998–1999 (tab. 4). Pożywki FHGo i BAC₅ okazały się znacznie lepsze w indukowaniu procesu androgenozy (uzyskano ponad 50% pylników reagujących) od pożywek FGH₁ i BAC₄ (ok. 25% pylników reagujących). Przy porównywalnych średnich, dotyczących ilości reagujących pylników dla ww. kombinacji pożywek, znaczne różnice w wariancjach sugerują o zależności badanych genotypów od stosowanej pożywki.

Tabela 4

Zestawienie średnich i wariancji dla indukcji androgenozy (% pylników reagujących) na poszczególnych pożywkach indukujących: FHGo, BAC₅, FGH₁, BAC₄
Means and variances for effect of the induction media: FHGo, BAC₅, FGH₁, BAC₄ on percentage of responding anthers

Pożywka Medium	Średnia Mean	Wariancja Variance
FHGo	58,8	96,7
BAC ₅	56,8	124,7
FGH ₁	21,2	109,2
BAC ₄	27,6	59,3

NIR = 11,4 — LSD = 11,4

W tabeli 5 zestawiono średnie wartości zregenerowanych roślin (zielonych i albinotycznych) na 100 embrioidów uzyskanych z pylników 13 genotypów jęczmienia jarego, przy użyciu dwóch pożywek regeneracyjnych: FHGR1, FHGR2 (analiza danych z trzech lat badań). Analiza wariancji nie wykazała różnic między zastosowanymi pożywkami. Stwierdzono natomiast istotne różnice między genotypami.

Tabela 5

Ilość zregenerowanych roślin jęczmienia (zielonych i albinotycznych) na 100 androgenicznych embrioidów w zależności od genotypu
Barley plants regenerated from 100 androgenetic embryos depending on genotype

Genotyp Genotype	Pożywka regeneracyjna Regeneration medium		Średnie Means
	FHGR1	FHGR2	
Krona	6	7	6,5 ^a
463	2	14	8,0 ^a
Golden Promise	10	10	10 ^a
Olga	16	11	13,5 ^a
Atol	30	12	21,0 ^a
471	15	33	24,0 ^a
Haisa	38	16	27,0 ^{ab}
Rodion	35	20	27,5 ^{ab}
Bryl	23	34	28,5 ^{ab}
Rataj	23	35	29,0 ^{ab}
464	35	45	40,0 ^{ab}
16	45	48	46,5 ^{abc}
21	42	85	63,5 ^{abc}
Średnia — Mean	24,6	28,5	

NIR = 19,5 — LSD = 19,5

Wartości średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$

Means followed by the same letter were not significantly different at $p = 0,05$

Z przeprowadzonych badań wynika, że zregenerowane rośliny z tkanki kalusowej w większości były albinotyczne. Problem roślin bezchlorofilowych, wśród regenerantów roślin zbożowych uzyskanych drogą kultur pylnikowych, jest wciąż aktualny (Wędzony, 1999). Duża liczba roślin albinotycznych uzyskanych w procesie androgenezy drogą pośrednią poprzez kalus może wynikać z nieprawidłowego tworzenia chloroplastów. Caredda i wsp. (1999) podają, że w trakcie rozwoju androgenicznych zarodków jęczmienia bezpośrednio z mikrospor ponad 30% plastydów wykazało nienormalności w budowie. Natomiast podczas rozwoju androgenicznych zarodków poprzez tkankę kalusową nieprawidłowo wykształconych plastydów było ponad 50%. Badania przeprowadzone nad androgenezą u jęczmienia jarego dowodzą, że proces ten uzależniony jest od wielu czynników: genetycznych, stanu fizjologicznego roślin matecznych, właściwego stadium rozwoju mikrospor w wykładanych pylnikach, warunków prowadzenia kultury pylników, składu stosowanych pożywek (Hunter, 1987; Szarejko, 1994; Góralski i in., 1999), co może w pewnym stopniu wyjaśniać problemy z uzyskaniem haploidów tą drogą. Zdaniem Devaux i wsp. (1993) oraz Immones i Anttila (1999) długotrwałe (21–28 dni) przetrzymywanie kłosów w temperaturze 4°C przed wyłożeniem pylników na pożywkę jest czynnikiem stymulującym dla genotypów o niskiej zdolności do androgenezy. W przeprowadzonym doświadczeniu działanie chłodu na kłosa okazało się nieistotne w inicjowaniu procesu androgenezy. Zauważono jednak, że badane genotypy różnie reagowały na długość okresu chłodzenia, co jest zgodne z doniesieniami Luckett i Darvey, (1992). Mimo zaobserwowanych trudności, możliwość wykorzystania wytworzonych roślin haploidalnych w praktyce sprawia, że badania w tym zakresie powinny być prowadzone z użyciem nowych ciekawych genotypów.

WNIOSKI

1. W wyniku zastosowanej metody kultur pylnikowych (pożywki, warunki prowadzenia kultury) stwierdzono, że przebadane genotypy znacznie różniły się między sobą zdolnością do androgenezy.
2. Potwierdzono zależność zdolności do androgenezy poszczególnych genotypów od pożywki w procesie androgenezy, co stanowi utrudnienie w opracowywaniu wydajnej metody wytwarzania roślin haploidalnych.
3. Odmiana Haisa wybrana po pierwszym roku badań jako odmiana o dobrych zdolnościach androgenetycznych (2% zielonych roślin haploidalnych) słabo reagowała w latach następnych (rośliny albinotyczne). Świadczy to o tym, że na zainicjowanie procesu androgenezy mają wpływ oprócz pożywki również inne czynniki m.in. stan fizjologiczny roślin donorowych.

LITERATURA

- Caredda S., Dedaux P., Sangwan R. S., Clement C. 1999. Differential development of plastids during microspore embryogenesis in barley. *Protoplasma* 208: 1 — 4.
- Devaux P., Hou L., Ullrich S. E., Huang Z., Kleinhofs A. 1993. Factors affecting anther culturability of recalcitrant barley genotypes. *Plant Cell Reports* 13: 32 — 36.

- Devaux P., Zivy M. 1994. Protein markers for anther cultur ability in barley. *Theor. Appl. Genet.* 88: 701 — 706.
- Foroughi-Wehr B., Friedt W., Wenzel G. 1982. On the genetic improvement of androgenetic haploid formation in *Hordeum vulgare* L. *Theor. Appl. Genet.* 62: 233 — 239.
- Ghaemi M., Sarrafi A., Alibert G. 1995. Influence of genotype media composition, cold pretreatment and their interactions on androgenesis in durum wheat (*Triticum turgidum*). *Cereal Res. Commun.*: 215 — 220.
- Góralski G., Matthysrochon E., Vergne P., Przywara L. 1999. Androgenic development: A fascinating embryo formation process. *Acta Biol. Cracoviensia Series Bot.* 41: 51 — 65.
- Hunter C. P. 1987. Plant generation method. European Patent Application No. 0245 898 A2: 1 — 8.
- Immones S., Anttila H. 1999. Cold pretreatment to enhance green plant regeneration from rye anther culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 57: 121 — 127.
- Kao K. N. 1988. *In vitro* culture in barley breeding. In: Semi-dwarf cereal mutants and their use in cross-breeding II. IAEA-TECDOC 455, Vienna: 183 — 191.
- Karska K. 1998. Próba wyselekcjonowania genotypów kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata*) i życicy trwałej (*Lolium perenne*) o wysokich zdolnościach androgenetycznych. *Biul. IHAR* 208: 175 — 183.
- Kasha K. I., Yao Q., Simion E., Hu T., Oro R. 1995. Production and applications of doubled haploids in crops. FAO/IAEA International symposium on the use of induced mutations and molecular techniques for crop improvement. IAEA — SM-340/009: 3 — 6, 9 — 12.
- Kuhlmann U., Foroughi-Wehr B. 1989. Production of doubled haploid lines in frequencies sufficient for barley breeding programs. *Plant Cell Rep.* 8: 78 — 81.
- King S. P., Kasha K. J. 1997. Anther and isolated microspore culture in barley (*Hordeum vulgare* L.). Submitted as a chapter in the book: *In vitro* androgenesis in seed plants. Chapman and Hall: 4 — 7, 14 — 15.
- Larsen E. T., Tuveson I. K. D., Andersen S. B. 1991. Nuclear genes affecting percentage of green plants in barley (*Hordeum vulgare* L.) anther culture. *Theor. Appl. Genet.* 82: 417 — 420.
- Lezin F., Sarrafi A., Alibert G. 1996. The effect of genotype, ploidy level and cold pre treatment on barley anther culture responsiveness. *Cereal Res. Commun.* 1: 7 — 11.
- Luckett D. I., Darvey N. L. 1992. Utilisation of microspore culture in wheat and barley improvement. *Aust. J. Bot.* 40: 807 — 828.
- Luckett D. I., Smithard R. A. 1992. Doubled haploid production by anther culture for Australian barley breeding. *Aust. J. Agric. Res.* 43: 67 — 78.
- Mouritzen P., Holm P. B. 1994. Albinism in microspore cultures of barley (*Hordeum vulgare*) results from chloroplasts genome breakdown during regeneration. (Abstract). VIIIth International Congress of Plant Tissue Cell Culture, Florence (Italy): 12 — 17.
- Szarejko I. 1994. Techniki otrzymywania podwojonych haploidów i ich wykorzystanie w hodowli roślin. Materiały z VII Ogólnopolskiej Konferencji Kultur *In vitro*, Katowice-Ustroń: 39 — 48.
- Szarejko I., Kasha K. J. 1991. Induction of anther culture derived doubled haploids in barley. *Cereal. Res. Commun.* 19: 219 — 237.
- Wędzony M. 1999. Wpływ analogów auksyn na efektywność otrzymywania linii podwojonych haploidów pszenżyta i pszenicy metodą krzyżowania z kukurydzą. Monografie 9. Polska Akademia Nauk. Zakład Fizjologii Roślin, Warszawa: 83 — 85.

TADEUSZ OLEKSIK

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Postęp w hodowli żyta w Polsce w latach 1986–2000 i jego praktyczne wykorzystanie w produkcji

Progress in rye breeding and its practical utilization in production in Poland in the years 1986–2000

W ostatnich latach na rynku pojawiło się szereg nowych odmian populacyjnych, a także mieszańcowych o znacznie zwiększonych możliwościach plonowania. W pracy oceniono efekty hodowli żyta i ich wykorzystania w praktyce. Ocenę przeprowadzono metodą zmiany potencjału plonotwórczego odmian. W warunkach doświadczeń odmianowych, w okresie 1986–2000, w efekcie hodowli odmian średni przyrost plonów żyta wynosił 26 kg/ha/rok. Efekty potencjalnego postępu hodowlanego na etapie produkcji nasiennej i produkcji towarowej wynoszą odpowiednio 4,3 i 2,6 kg/ha. Praktyczne wykorzystanie efektów hodowli jest jeszcze mniejsze, ograniczane dodatkowo niskim poziomem agrotechniki w gospodarstwach. Jednym z głównych czynników nie satysfakcjonującego poziomu oddziaływania hodowli na produkcję jest rosnący rozdzźwięk między efektami hodowli a, wynikającym z braku popytu, zaopatrzeniem w nasiona nowych odmian.

Słowa kluczowe: hodowla, nasiennictwo, plony, żyto

In last years many new high yielding population and hybrid varieties appeared on the market. In the paper effects of rye breeding and their practical utilization were estimated. The estimation was conducted by the method of changing yield potential of varieties. In conditions of varietal tests, in the period 1986–2000, the average yields of rye increased by 26 kg/ha/year as an effect of breeding. Potential effects of plant breeding on seed production and in merchandise production on farms were 4.3 and 2.6 kg/ha respectively. Practical utilization of the plant breeding effects is even lower, additionally limited by a low level of agricultural technology on farms. One of the main reasons of unsatisfactory breeding impact on the production level is an increasing dissonance between the breeding effects and the level of supply with seed of new varieties.

Key words: breeding, rye, seed production, yields

WSTĘP

Niewielkie wymagania środowiskowe żyta; duża zdolność do pobierania z gleby trudno dostępnych składników, małe wymagania cieplne i związana z tym mrozoodporność to cechy, które sprawiły, że żyto przez wieki dominowało w uprawie zbóż w Polsce. Mimo

występujących w ostatnich latach silnych tendencji spadkowych, Polska zajmuje pierwsze miejsce w świecie pod względem zbiorów, a drugie pod względem powierzchni uprawy żyta.

Hodowla żyta na ziemiach polskich sięga początku XIX w., a pierwsze firmy prowadzące hodowlę żyta powstały w 1880 roku (Grochowski, 2000). Od czasu powstania Dańkowskiego Selekcyjnego — pierwszej odmiany otrzymanej w wyniku krzyżowania celowo dobranych form rodzicielskich, uprawiano w Polsce ponad 80 odmian żyta (Krzymuski, 1992). W zakresie hodowli populacyjnych odmian żyta hodowla polska należała i należy do najlepszych w świecie. Polskie odmiany występują w rejestrach wielu krajów. Obecnie w Rejestrze Odmian znajduje się 18 odmian żyta ozimego na ziarno, jedna odmiana na zielonkę i jedna odmiana żyta jarego. W ostatnich latach, po wieloletnim okresie dominacji na rynku praktycznie jednej odmiany (Dańkowskie Złote) pojawił się szereg nowych odmian populacyjnych, a także mieszańcowych o znacznie zwiększonych możliwościach plonowania.

Celem pracy jest ocena efektów hodowli i ich rzeczywistego wykorzystania przez praktykę.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano wyniki doświadczeń odmianowych Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian (SDOO), dane Inspekcji Nasiennej (IN) dotyczące odmianowej struktury produkcji nasiennej żyta oraz wyniki prowadzonych we współpracy z Instytutem Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej (IER i GŻ) badań ankietowych gospodarstw indywidualnych. Dane ankietowe pochodzą z 4868 pól z lat 1986–1999.

Ocenę postępu w hodowli żyta ozimego i jego wykorzystania w produkcji nasiennej i towarowej przeprowadzono na etapie:

- badań odmianowych SDOO,
- produkcji nasiennej,
- produkcji towarowej — według badań ankietowych z lat 1986–1999.

Ocenę efektów hodowli przeprowadzano metodą zmiany potencjału plonotwórczego odmian. Wykorzystano wskaźnik wartości odmian DYA (differential yielding ability) obliczany dla poszczególnych odmian na podstawie wyników badań odmianowych. Uwzględniono dane uzyskane w badaniach odmianowych w latach 1983–2000.

Potencjał plonotwórczy odmian obliczano wg wzoru:

$$DYAi = \sum_{r=1}^{Ni} (Yir - Ycr) / Ni$$

$DYAi$ — potencjał plonotwórczy odmiany i

Yir — plon odmiany i -tej w r -tym roku

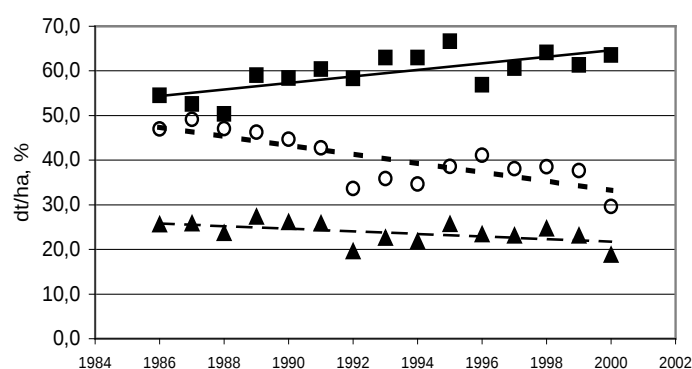
Ycr — plon kontroli (Dańkowskie Złote) w r -tym roku

Ni — liczba lat badań odmiany i .

Oprócz czynników odmianowych analizowano również zmiany w poziomie głównych czynników agrotechniki: jakość gleb przeznaczanych pod żyto, nawożenie mineralne, intensywność chemicznej ochrony roślin, stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość plonów uzyskiwanych w doświadczeniach odmianowych świadczy o stałym wzroście potencjalnych możliwości plonotwórczych gatunku. W latach 1986–2000 średnie tempo wzrostu plonów żyta uzyskiwanych w badaniach odmianowych wynosiło 73 kg rocznie. Efektem tego był wzrost średnich plonów w badaniach o blisko 11 dt/ha. W tym samym okresie plony żyta uzyskiwane w produkcji zmniejszyły się o 4,4 dt/ha (rys. 1).



- Doświadczenia — Trials
- ▴ Produkcja — Production
- Produkcja/Doświadczenia*100 — Production/Trials*100
- Trend liniowy doświadczeń — Line trend in trials, $y = 0,729x - 1394,1$ $R^2 = 0,5225$
- Trend liniowy produkcji — Line trend in production, $y = -0,2918x + 605,3$ $R^2 = 0,2892$
- — Trend liniowy Produkcja/Doświadczenia x 100 — Line trend; Production/Trials x 100, $y = -1,014x + 2061,1$ $R^2 = 0,6277$

Rys. 1. Plonowanie żyta w doświadczeniach i w produkcji

Fig. 1. Yields of rye in trial and in production

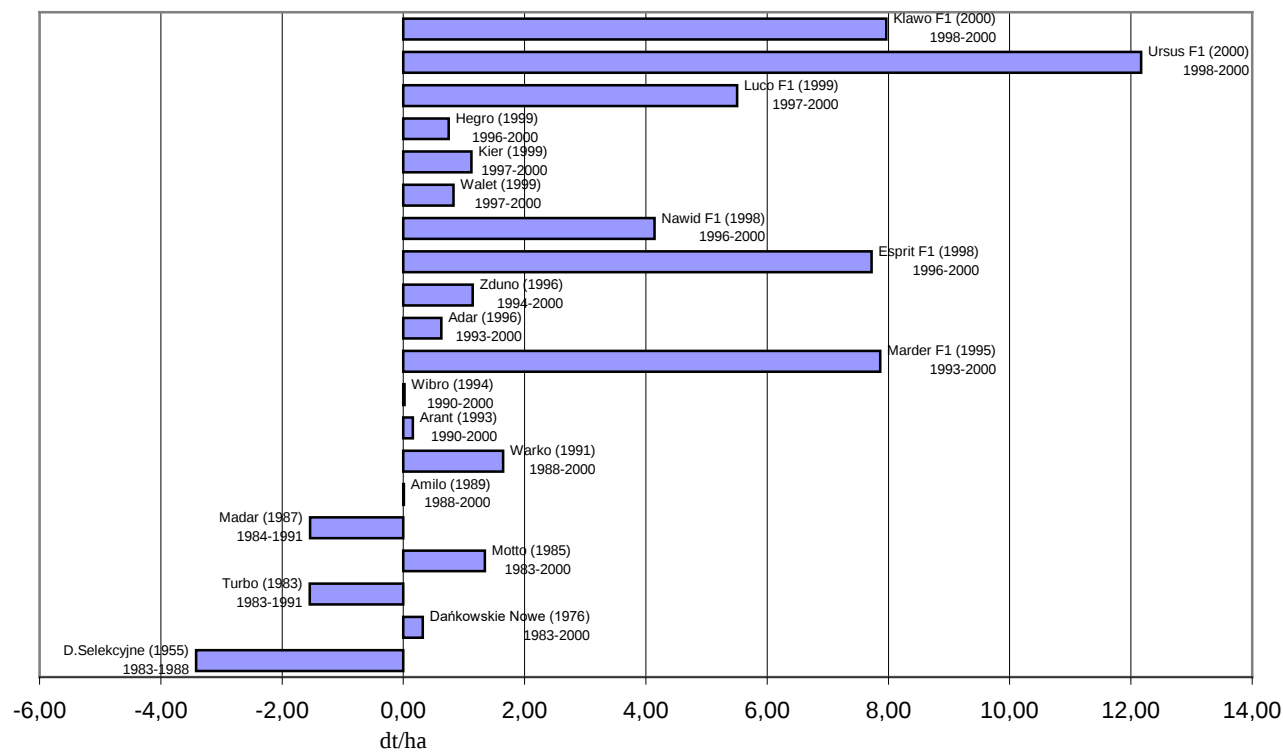
Dysproporcja między badaniami a produkcją pogłębiła się. W ostatnich latach plony uzyskiwane w warunkach produkcyjnych w zasadzie nie przekraczają 40% plonów doświadczeń, a w roku 2000 relacja ta wynosiła zaledwie 29,6%. Efekt hodowli widoczny na etapie doświadczeń nie dociera do produkcji a wzrost potencjalnych możliwości plonotwórczych gatunku nie znajduje odzwierciedlenia w warunkach praktyki rolniczej. Czynniki odmianowe, choć bardzo ważne, nie działają w oderwaniu od zmieniających się, a równie istotnych warunków agrotechnicznych i klimatycznych. Dodatkowo efekty

odmianowe modyfikowane są efektem współdziałania z czynnikami agrotechnicznymi i klimatycznymi. Nie można stwierdzić, że efekt postępu hodowlanego jest równy wzrostowi plonów w doświadczeniach odmianowych. Dlatego do oceny efektów i ich praktycznego wykorzystania przyjęto metodę bonitującą odmiany według ich zdolności plonowania ocenianej na podstawie średnich wartości wieloletnich.

Pierwszym elementem oceny było obliczenie dla każdej odmiany indeksu DYA_i , charakteryzującego jej potencjał plonotwórczy w relacji do przyjętej za wzorzec odmiany Dańkowskie Złote. Umożliwia to porównywanie plonowania odmian uprawianych w różnych latach (rys. 2).

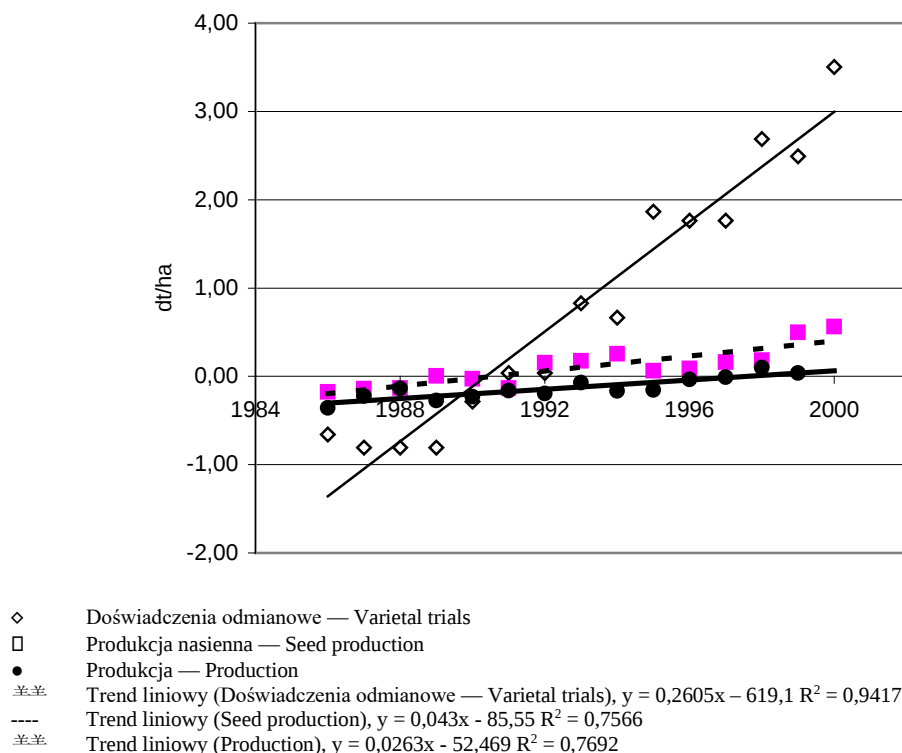
Na podstawie indeksów poszczególnych odmian DYA_i określono indeksy roczne DYA_r , czyli potencjał plonowania gatunku w kolejnych latach w stadium doświadczeń, produkcji nasiennej i produkcji towarowej. Jako potencjalną zdolność plonotwórczą gatunku na etapie doświadczeń przyjęto średnią wartość indeksu obliczonego dla wszystkich badanych odmian znajdujących się w doświadczeniach. Potencjał gatunku w produkcji nasiennej obliczano ważąc indeksy poszczególnych odmian ich procentowym udziałem w produkcji nasiennej. Analogicznie, w produkcji towarowej potencjał gatunku (możliwy do uzyskania przy zapewnieniu poziomu agrotechnicznego doświadczeń) obliczano ważąc indeksy poszczególnych odmian ich procentowym udziałem określonym w wyniku przeprowadzonych badań ankietowych. Dla obliczenia rzeczywistego efektu konieczna jest ekstrapolacja wyników do poziomu warunków produkcyjnych. Przyjęto założenie, że praktyczne wykorzystanie czynnika odmianowego jest równe relacji plonów w produkcji do plonów w doświadczeniach. Średnie efekty hodowlane na poszczególnych etapach drogi od hodowli do praktyki (doświadczenia, nasiennictwo, produkcja) charakteryzowane są wartością współczynników regresji wartości DAY_r względem lat. Pozwala to na ocenę, jak w wyniku hodowli zmieniają się możliwości plonotwórcze gatunku i w jakim stopniu efekty te trafiają do produkcji nasiennej, a następnie do produkcji towarowej, czyli jak są wykorzystywane w praktyce.

Efekty hodowli na poszczególnych etapach od doświadczeń do produkcji przedstawia rysunek 3. W warunkach doświadczeń odmianowych, w okresie 1986–2000, w efekcie hodowli odmian średnioroczny przyrost plonów żyta wynosił 26 kg/ha/rok. Wzrost plonów wynika głównie z wprowadzenia odmian mieszańcowych. Plony wcześniej wprowadzanych do produkcji odmian populacyjnych tylko nieznacznie przekraczały plon wzorca, najwyżej plonujące Warko przewyższało w doświadczeniach Dańkowskie Złote o 2,7%. Pierwszą mieszańcową odmianą żyta był zarejestrowany w 1995 niemiecki Marder. Obecnie w Rejestrze znajduje się 6 odmian w tym 3 krajowej hodowli: Nawid (1998), Luco (1999) i Klawo (2000). W wyniku wprowadzenia odmian mieszańcowych plony żyta w doświadczeniach Stacji Doświadczalnych Oceny Odmian (SDOO) wzrosły o 10–15%. Jest to jedynie wzrost potencjału, którego wykorzystanie zależy od sprawności funkcjonowania nasiennictwa i w nie mniejszym stopniu od poziomu stosowanej w praktyce agrotechniki. Wraz ze wzrostem oferty hodowlanej nie zwiększa się produkcja nasenna. Tendencje spadkowe dominowały w całym ostatnim dziesięcioleciu. W stosunku do roku 1997, powierzchnia plantacji nasiennych roślin rolniczych zmniejszyła się o 36,5% i osiągnęła rekordowo niski poziom 149,3 tys. ha.



W nawiasie rok wpisania do Rejestru, poniżej lata doświadczeń
 In brackets registration year, below years of trials

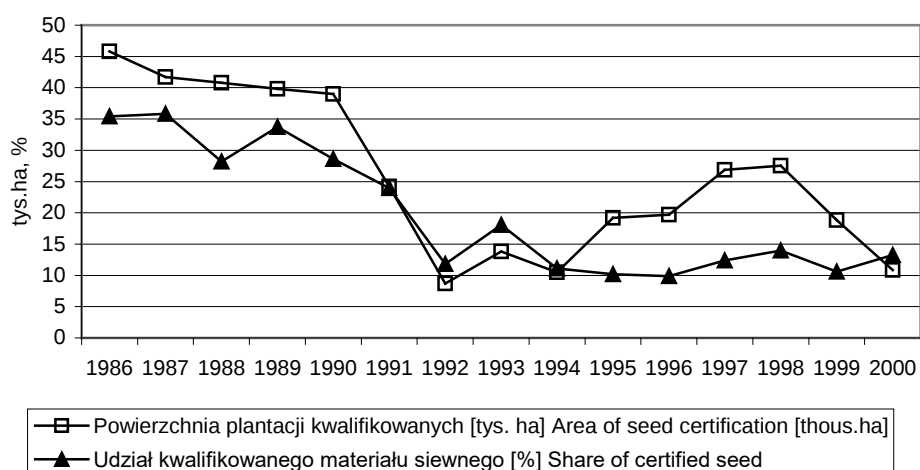
Rys. 2. Potencjał genetyczny plonowania odmian żyta w relacji do odmiany Dańkowskie Złote
Fig. 2. Genetic potential of yielding of winter rye varieties in relation to the variety Dańkowskie Złote



Rys. 3. Potencjał genetyczny plonowania żyta ozimego i jego wykorzystanie w praktyce
Fig. 3. Genetic potential of winter rye yielding and its practical utilization

Powierzchnia plantacji nasiennych żyta w 2000 roku wyniosła 10,9 tys. ha (w 1999 roku — 18,9 tys. ha) i w stosunku do roku poprzedniego zmniejszyła się o 42,4% (rys. 4). Przyczyną malejącej produkcji nasiennej jest niewielki popyt na nasiona. Jest to szersze zjawisko dotyczące także innych zbóż, jednak w przypadku żyta spadek jest największy. Według danych ankietowych udział nasion kwalifikowanych w produkcji wynosił 11%, jeszcze mniejszy jest, gdy porównamy teoretyczne zapotrzebowanie na nasiona z wielkością sprzedaży kwalifikowanego materiału siewnego — 7,4%. Także struktura odmianowa produkcji nasiennej w bardzo nieznacznym stopniu uwzględnia odmiany mieszańcowe. Udział żyta mieszańcowego w produkcji nasiennej w roku 2000 wynosił 4%, co przy niewielkiej ilości kwalifikowanego materiału siewnego w produkcji żyta powoduje, że udział odmian mieszańcowych w produkcji towarowej jest bardzo mały i w dalszym ciągu dominują odmiany populacyjne. Nasion mieszańcowych wystarcza na obsianie 0,4% ogólnej powierzchni żyta w produkcji towarowej. Czynniki ograniczające szersze wchodzenie odmian mieszańcowych do produkcji są wysokie koszty corocznego zakupu nasion, większa podatność na wyleganie i większe wymagania

technologiczne, szczególnie w zakresie ochrony. Formy mieszańcowe ujawniają swój potencjał plonotwórczy tylko przy wysokim nawożeniu mineralnym, szczególnie azotowym, nawet do 140–160 kg N/ha, co wiąże się z koniecznością stosowania retardantów (Budzyński, 2000). Praktyczna agrotechnika żyta znacznie odbiega od minimalnych zaleceń uprawowych. W badaniach ankietowych prowadzonych przez IHAR w gospodarstwach rolnych, reprezentujących poziom agrotechniki wyższy niż średnia krajowa, w roku 1999 na plantacjach żyta stosowano 37 kg azotu na hektar, a łączne nawożenie NPK wynosiło 73 kg czystego składnika. Według tych samych badań ankietowych w 1999 roku na 77% powierzchni upraw żyta nie zastosowano żadnego zabiegu chemicznego, herbicyd zastosowano na 21%, a jedynie na 9% plantacji żyta przeprowadzono 2 zabiegi ochrony, czyli zaprawianie materiału siewnego i oprysk herbicydem. Niskie plony żyta wynikają pośrednio w znacznym stopniu z dużego udziału zbóż w strukturze zasiewów, zazwyczaj jest ono uprawiane jako ostatni element w zmianowaniu, po przedplonie zbożowym. Przedplony zbożowe stanowią ponad 60%, z czego dwie trzecie to, uznawane za najgorsze, przedplony po zbożach ozimych. Dodatkowo od końca lat 80. o lepsze stanowiska skutecznie z żytem rywalizuje pszenżyto. W efekcie średnia wartość rolnicza gleb przeznaczanych pod żyto zmniejszyła się z 40 do 37 pkt. w skali IUNG.



Rys. 4. Powierzchnia kwalifikacji i udział kwalifikowanego materiału siewnego żyta w ankietowanych gospodarstwach

Fig. 4. Area of certification and share of certified seed of rye in inquired farms

Wskaźnik wzrostu plonów w wyniku hodowli obliczony na podstawie struktury odmianowej w produkcji nasiennej dla żyta wyniósł 4,3 kg/ha rocznie, co oznacza, że w praktyce efekt hodowli nie dociera nawet do produkcji nasiennej. Malejąca z roku na rok wielkość produkcji nasiennej i pogarszające się zaopatrzenie w kwalifikowany materiał siewny powoduje, że w praktyce postęp w hodowli żyta jest wykorzystywany

w minimalnym stopniu. Wskaźnik wzrostu plonów w produkcji rolniczej obliczony na podstawie danych ankietowych o strukturze odmianowej wyniósł 2,6 kg/ha rocznie. Praktyczne wykorzystanie efektów hodowli jest jeszcze mniejsze, ograniczane dodatkowo niskim poziomem agrotechniki w gospodarstwach.

Wykorzystanie efektów hodowli charakteryzuje wskaźnik wykorzystania potencjału hodowlanego (WPH), czyli relacja efektu hodowlanego docierającego do produkcji rolniczej do efektu wykazywanego w badaniach odmianowych. Dla żyta wartość tego wskaźnika wynosiła 4,1%.

WNIOSKI

1. W warunkach doświadczeń odmianowych, w okresie 1986–2000 w efekcie hodowli przyrost plonów żyta wynosił 26 kg/ha/rok.
2. Efekty hodowli i potencjalnych możliwości plonotwórczych nie są wykorzystywane przez praktykę rolniczą. Efekty potencjalnego postępu hodowlanego na etapie produkcji nasiennej i produkcji towarowej wynoszą odpowiednio 4,3 i 2,6 kg/ha.
3. Praktyczne wykorzystanie efektów hodowli jest jeszcze mniejsze, ograniczane dodatkowo niskim poziomem agrotechniki w gospodarstwach.
4. Jednym z głównych czynników nie satysfakcjonującego poziomu oddziaływania hodowli na produkcję jest rosnący rozdźwięk między efektami hodowli i wynikającym z braku popytu zaopatrzeniem w nasiona nowych odmian. Wraz ze wzrostem oferty hodowlanej, nie wzrasta produkcja nasienne.

LITERATURA

- Budzyński W. 2000 Czynniki ograniczające plonowanie żyta. Materiały konferencyjne. Uprawa i wykorzystanie żyta w Polsce — stan obecny i przyszłość. Puławy, 19–20. 10. 2000: 4 — 11.
- Feyerherm A. M., Paulsen G. M., 1984, Contribution of genetic improvement to recent wheat yield increases in the USA. *Agron. J.* 76: 985 — 990.
- Grochowski L., Górski M. 2000 Początki hodowli żyta na ziemiach polskich — do roku 1918 Materiały konferencyjne. Uprawa i wykorzystanie żyta w Polsce — stan obecny i przyszłość. Puławy, 19–20. 10. 2000: 84 — 85.
- Krzymuski J., Buszko E., Krzeczowska A., Oleksiak T. 1992 Odmiany zbóż uprawiane w Polsce. *IHAR Radzików*: 34 — 37.

STEFAN STOJAŁOWSKI

MIROSLAW ŁAPIŃSKI

Katedra Hodowli Roślin

Akademia Rolnicza, Szczecin

Wpływ różnych źródeł cytoplazmy wywołującej męską jałowość na właściwości rolnicze mieszańców żyta ozimego (*Secale cereale* L.)

Effect of different sources of male sterility-inducing cytoplasm on the agronomic performance of winter rye (*Secale cereale* L.) hybrids

W celu określenia ewentualnego wpływu różnych źródeł sterylizującej przecikowie cytoplazmy na wartość gospodarczą mieszańców żyta porównano w doświadczeniu polowym 3 mieszańce trójliniowe (genotypy), z których każdy występował w 4 wersjach cytoplazmatycznych. W badaniach wykorzystano 4 źródła cytoplazmy: *cms*-P, *cms*-R, *cms*-S i *cms*-C. Doświadczenie, zakładane w układzie podbloków losowanych, wykonano w 6 środowiskach (3 lata, 2 miejscowości). Badane źródła cytoplazmy wywołującej męską sterylność nie powodowały zmian w wartości gospodarczej mieszańców. Wszystkie cytoplazmatyczne wersje mieszańców, niezależnie od genotypu charakteryzowały się podobnym poziomem plonowania, podobnymi wskaźnikami wartości technologicznej oraz podobnym wykształceniem zdecydowanej większości innych badanych właściwości rolniczych. Mieszańce z cytoplazmą *cms*-P, w porównaniu z mieszańcami posiadającymi cytoplazmę *cms*-R, *cms*-S i *cms*-C, były wprawdzie niższe, zawiązywały mniej ziarniaków w kłosie i wytwarzały ziarno o większej gęstości, ale nie miało to żadnego praktycznego znaczenia, ponieważ różnice były bardzo małe. Wyniki badań świadczą, że wykorzystanie w hodowli odmian mieszańcowych żyta dziedzicznie odrębnych od Pampa (*cms*-P) źródeł sterylizującej cytoplazmy: *cms*-R, *cms*-S, *cms*-C lub podobnych nie powinno spowodować obniżenia wartości gospodarczej mieszańców.

Słowa kluczowe: odmiany mieszańcowe, wartość gospodarcza, źródła *cms*, żyto ozime

In order to determine a supposed effect of different sources of cytoplasm inducing male sterility on the agronomic performance of rye hybrids, 3 three-way hybrids (genotypes), each in 4 cytoplasmic versions, were compared in field trials. Four sources of male sterility-inducing cytoplasm: *cms*-P, *cms*-R, *cms*-S and *cms*-C were used in the study. A two-factor split-plot field experiment was conducted in 6 environments (3 years, 2 locations). The sources of male sterility-inducing cytoplasm used in this study did not cause changes in the agronomic performance of hybrids. All of the cytoplasmic versions of hybrids, independently on genotype, resembled closely each other in respect of grain yield level, grain quality parameters and majority of the other evaluated agronomic traits. Although the hybrids with *cms*-P cytoplasm were shorter in height, had lower seed set per spike and produced grain having higher test weight in comparison to hybrids with *cms*-R, *cms*-S, and *cms*-C cytoplasm, the differences were small enough to consider them practically unimportant. The results showed that the use of *cms*-

R, *cms-S*, *cms-C* or other similar source of male sterility-inducing cytoplasm, genetically different from Pampa (*cms-P*), for hybrid rye breeding purposes should not decrease an economic value of hybrids produced.

Key words: agronomic performance, *cms* source, hybrid varieties, winter rye

WSTĘP

Systematycznie rosnąca popularność odmian mieszańcowych żyta powoduje, że coraz pilniejsza staje się potrzeba wprowadzania do hodowli alternatywnych wobec *cms*-Pampa źródeł sterylizującej pręcikowie cytoplazmy. Zarejestrowanie w Niemczech odmiany Novus, pierwszej odmiany mieszańcowej żyta wytworzonej przy użyciu innego niż Pampa źródła *cms* dowodzi, że hodowcy nie zamierzają lekceważyć zagrożeń wynikających z plazmotypowej jednorodności zasiewów. Należy oczekiwać, że w przyszłości, poza wykorzystaną w Novusie cytoplazmą G, w rejestrach zaczną się pojawiać mieszańce z innymi jeszcze źródłami *cms*. Ewentualny wpływ wykorzystanego źródła sterylizującej cytoplazmy na cechy rolnicze mieszańców żyta nie był jak dotąd badany.

Marker i wsp. (1985) porównując dziesięć męskosterylnych mieszańców, posiadających cytoplazmę Pampa z genotypowo identycznymi mieszańcami męskopłodnymi, mającymi cytoplazmę niesterylizującą, stwierdzili, że te pierwsze charakteryzowały się wyższym plonem ziarna, masą tysiąca ziaren, mniejszą wysokością roślin i podwyższoną odpornością na wyleganie. Nie jest jednak do końca jasne, na ile różnice te wynikały z bezpośredniego wpływu genów cytoplazmatycznych, a na ile były związane z różnicami w płodności pręcikowia. Duvick (1965) stwierdził, bowiem u kukurydzy, że nakłady ponoszone przez męskopłodną roślinę na produkcję pyłku, mogą powodować, że będzie ona mniej produktywna niż genotypowo identyczna roślina męskosterylna.

U kukurydzy szeroko znany jest fakt, iż cytoplazma sterylizująca typu Texas powoduje, obok jałowości pyłku, wzrost podatności mieszańców na porażenie przez chorobotwórcze gatunki grzybów *Bipolaris maydis* i *Phyllosticta maydis*. Istnieją też doniesienia mówiące o związkach między typem użytego systemu *cms*, a niektórymi istotnymi z praktycznego punktu widzenia cechami mieszańców kukurydzy, takimi jak wielkość i stabilność plonowania, wilgotność ziarna w okresie zbioru, wyleganie i łamliwość łodyg (Has i in., 1989; Sarca i in., 1990). Odmienny charakter mają wyniki, jakie uzyskali Ross i Kofoid (1979). Badając wpływ siedmiu różnych źródeł sterylizującej pyłek cytoplazmy na właściwości mieszańców sorga ziarnowego nie stwierdzili oni istotnego wpływu pochodzenia sterylizującej cytoplazmy na wartość gospodarczą mieszańców.

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu czterech źródeł sterylizującej pyłek cytoplazmy (*cms-P*, *cms-R*, *cms-S* i *cms-C*) na wartość gospodarczą mieszańców żyta.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano utrzymywane w postaci męskojąłowych analogów trzech linii wsobnych następujące źródła *cms*: 1) *cms-P* "Pampa" (Geiger, Schnell, 1970); 2) *cms-R* "Russkij" (Kobyljanskij, 1971); 3) *cms-S* "Radzików S-128/3" (Madej, 1975); 4) *cms-C* "cereale — *S. montanum*" (Łapiński, 1972). Wywołujące męską jałowość cytoplazmy P, R

i S udostępnił Katedrze Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Szczecinie dr Lucjan Madej z IHAR Radzików w 1974 roku. Źródło *cms*-C zostało wyodrębnione i przekształcone w formę przydatną dla celów hodowlanych w macierzystej Katedrze autorów (Łapiński, Stojalowski, 1996). Do cytoplazmy każdego z 4 wymienionych źródeł wprowadzono genotypy 3 homozygotycznych (S_{11} – S_{12}) linii wsobnych 541, 542 i 544. Linie te były wytworzone w ramach programu hodowli genotypów dopełniających dla cytoplazmy *cms*-C, ale równie dobrze dopełniały sterylność w cytoplazmach P, R i S.

Materiałem wykorzystanym w doświadczeniu polowym było 12 męskojałowych mieszańców trójliniowych żyta reprezentujących 3 genotypy, każdy w 4 wersjach cytoplazmatycznych. Mieszańce wytworzono na drodze dwuetapowego krzyżowania. Dwanaście linii matecznych, którymi były męskojałowe, cytoplazmatyczne wersje linii 541, 542 i 544 po 7 (cytoplazmy P, R i S) lub 12 (cytoplazma C) krzyżowaniach wstecznych, skrzyżowano ręcznie z męskopłodną linią 153-2. Otrzymane 12 męskojałowych mieszańców pojedynczych skrzyżowano następnie w izolowanej przestrzeni szkółce top-cross, założonej w polu pszenicy ozimej na terenie RZD Ostoja, z kolejną męskopłodną linią dopełniającą 153-1. Obie linie ojcowskie były prawie homozygotycznymi (S_8 – S_9) liniami siostrzanymi drugiego cyklu hodowli na zdolność dopełniania w cytoplazmie *cms*-C, lecz okazały się dopełniaczami dla wszystkich czterech źródeł *cms*. Wytworzone mieszańce trójliniowe powinny, więc być męskojałowe.

Uwzględniając sugestie Duvicka (1965) przyjęto założenie, że do prawidłowej oceny efektu obecności poszczególnych źródeł *cms*, cytoplazmatyczne wersje mieszańców nie powinny się różnić między sobą stopniem płodności pręcikowia. Z powodu niedostępności linii, które gwarantowałyby jednakowo pełne i stabilne przywrócenie płodności pyłku przy obecności wszystkich czterech użytych w tych badaniach źródeł *cms*, zdecydowano się na wykorzystanie do krzyżowań linii uniwersalnie dopełniających męską sterylność. Linie 153-2 i 153-1 wybrano jako partnerów ojcowskich, dlatego że miały zadowalający poziom żywotności i względnie dobrze pyliły. U wytworzonych mieszańców nie oczekiwano znaczących efektów heterozji, ponieważ żadna z pięciu wykorzystanych do ich konstrukcji linii wsobnych nie była uprzednio selekcionowana pod względem zdolności kombinacyjnej, a wszystkie były ze sobą spokrewnione.

Uzyskane trzy mieszańce trójliniowe (genotypy) miały w swym rodowodzie takie same linie ojcowskie. Różnice genotypowe między nimi wynikały, więc wyłącznie z różnic między genotypami linii matecznych 541, 542 i 544. Dlatego też nazwy tych linii posłużyły do oznaczania mieszańców.

Trzyletnie doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1990–1992 w dwóch miejscowościach: RZD Lipnik koło Stargardu Szczecińskiego (gleba lekka) i RZD Ostoja koło Szczecina (gleba ciężka). Doświadczenie założono w układzie podbloków losowanych (split-plot) w 4 powtórzeniach. Czynnikiem doświadczenia były 3 genotypy: 541, 542 i 544 (I czynnik) i 4 źródła *cms*: P, R, S i C (II czynnik). Powierzchnia poletek wynosiła 15m². Z uwagi na sterylność mieszańców, do nasion każdego z nich dodawano 5% ziaren żyta odmiany Dańkowskie Żłote, jako źródła pyłku. Podbloki doświadczenia rozdzielone były poletkami obsianymi również żytem Dańkowskim Żłotym. Poletka te były, obok poletek ochronnych doświadczenia obsianych tą samą odmianą, dodatkowym

źródłem pyłku, mającym zapewnić skuteczne zapylenie. Dla orientacyjnego określenia wartości rolniczej wytworzonych mieszańców, na poletkach rozdzielających podbloki wykonywano wszystkie oznaczenia badanych cech, tak jak na obiektach doświadczenia.

Stosowane terminy i zabiegi agrotechniczne były zgodne z zaleceniami Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Z uwagi na skłonność wytworzonych mieszańców do wylegania, w pierwszych dwóch latach doświadczenia stosowano retardant wzrostu (Flordimex T), w roku 1992 ze względu na wiosenno-letnią suszę zrezygnowano z oprysku.

W doświadczeniu badano przy użyciu ogólnie przyjętych metod plon ziarna, jego jakość oraz ważniejsze cechy rolnicze mieszańców. Liczbę opadania dla każdego z obiektów doświadczenia oznaczano w dwóch powtórzeniach na próbach zbiorczych ziarna. Wyniki opracowano statystycznie wykonując syntezy analizy wariancji przyjmując środowiska (miejscowości i lata) za czynnik losowy. Istotność różnic testowano używając półprzedziałów ufności Tukeya, przy $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W wyniku zastosowania do konstruowania mieszańców 541, 542 i 544 tych samych linii ojcowskich, różnice między nimi były niewielkie i dotyczyły tylko pięciu z dwudziestu badanych cech: obsady kłosów, osadzania ziarna, długości i zbitości kłosa oraz poziomu porażenia przez rdzę brunatną (tab. 1). Zgodnie z oczekiwaniami efekt heterozji u badanych mieszańców był niewielki i wyraźnie ustępowały one wartością gospodarczą odmianie Dańkowskie Złote.

Wpływ różnych źródeł *cms* na plonowanie i elementy struktury plonu mieszańców był znikomy. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic związanych ze źródłem cytoplazmy ani dla plonu ziarna, ani dla takich komponentów plonu jak obsada kłosów na jednostce powierzchni, masa 1000 ziaren, masa ziaren z kłosa oraz liczba kłosków w kłosie (tab. 2). Pochodzenie cytoplazmy sterylizującej pyłek miało natomiast statystycznie istotny wpływ na skuteczność osadzania ziarna. Mieszańce z cytoplazmą Pampa zawiązywały ziarno statystycznie istotnie słabiej niż mieszańce posiadające cytoplazmę ze źródła R i C. Odsetek zawiązanych ziaren u mieszańców z cytoplazmą S był zbliżony do poziomu mieszańców z cytoplazmami R i C, ale różnica między źródłami *cms*-S i *cms*-P nie przekroczyła granicy NIR (rys. 1 c). Opisane różnice w osadzaniu ziarna znalazły swe odbicie także przy ocenie dwóch innych cech: liczby ziaren w kłosku i liczby ziaren w kłosie, na które wpływ różnych źródeł *cms* był wysoce istotny statystycznie.

Obecność źródeł *cms* typu R i C powodowała istotne statystycznie podwyższenie liczby ziaren w kłosku w porównaniu do cytoplazmy Pampa (rys. 1 b). Podobny rozkład średnich wartości jak dla dwóch poprzednich cech, odnotowano również przy ocenie liczby ziaren w kłosie, tu jednak statystycznie udowodniona była tylko różnica między cytoplazmami P oraz C (rys. 1 a).

Tabela 1

Średnie wartości badanych cech uwarunkowane genotypami mieszańców. Średnie z sześciu środowisk i czterech cytoplazm

Mean values of the investigated traits determined by genotypes of hybrids. Averaged over six environments and four cytoplasm

Cecha Trait	Mieszaniec Hybrid			NIR _{0,05} ¹⁾ LSD _{0,05} ¹⁾	Dańkowskie Złote
	541	542	544		
Plon ziarna (dt/ha) Grain yield	38,9	40,8	37,7	r.n.	57,7
Liczba kłosów na 1 m ² Ear number per m ²	349	376	353	17,9	367
Liczba ziaren w kłosie Grain number per ear	41,3	40,4	41,7	r.n.	43,5
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight	27,4	27,9	27,0	r.n.	32,9
Masa ziaren z kłosa (g) Grain weight per ear	1,09	1,08	1,07	r.n.	1,38
Liczba kłosków w kłosie Spikelet number per ear	31,4	31,1	30,5	r.n.	29,9
Liczba ziaren w kłosku Grain number per spikelet	1,32	1,30	1,36	r.n.	1,44
Osadzanie ziarna (%) Seed setting	66,0	65,1	68,3	2,54	72,4
Gęstość ziarna (kg/hl) Test weight	68,8	69,0	69,5	r.n.	73,9
Celność ziarna (%) Grain uniformity	84,6	86,5	86,0	r.n.	92,5
Liczba opadania (s) Falling number	169	148	165	r.n.	212
Wysokość roślin (cm) Plant height	127	126	123	r.n.	139
Indeks plonowania (%) Harvest index	27,7	27,8	28,0	r.n.	30,7
Długość kłosa (cm) Ear length	8,45	7,88	8,27	0,388	7,46
Zbitość kłosa Ear density	36,7	39,0	36,4	0,612	39,6
Termin kłoszenia (dni od 15. 05) Heading date (days after 15. 05)	8,31	8,02	8,29	r.n.	6,61
Przezimowanie ²⁾ (1–9) ⁵⁾ Overwintering	8,45	8,62	8,51	r.n.	8,61
Porażenie przez rdzę brunatną ²⁾ (1–9) Brown rust	5,63	5,87	5,47	0,381	6,45
Porażenie przez mączniaka ³⁾ (1–9) ⁵⁾ Powdery mildew	8,79	8,78	8,74	r.n.	8,66
Wyleganie ⁴⁾ (1–9) ⁵⁾ Lodging	7,83	7,75	7,77	r.n.	7,94

¹⁾ — r.n. — Różnice statystycznie nieistotne

¹⁾ — r.n. — Statistically insignificant differences

^{2), 3), 4)} — Średnie, odpowiednio, z 5, 2 i 3 środowisk

^{2), 3), 4)} — Means over 5, 2 and 3 environments, respectively

⁵⁾ — Skala 1–9; 9 — Stan najlepszy

⁵⁾ — Scale 1–9; 9 — The best

Tabela 2

Średnie wartości badanych cech, dla których wpływ cytoplazmy i interakcji genotyp x cytoplazma były statystycznie nieistotne. Średnie z sześciu środowisk i trzech mieszańców

Mean values of the investigated traits for which influence of cytoplasm and genotype x cytoplasm interactions were statistically insignificant. Averaged over six environments and three hybrids

Cecha Trait	Źródła cms Source of cms				Średnia Mean
	P	R	S	C	
Plon ziarna (dt/ha) Grain yield	38,4	39,8	38,8	39,4	39,1
Liczba kłosów na 1 m ² Ear number per m ²	358	356	366	359	359
Masa 1000 ziaren (g) 1000 grain weight	27,9	27,3	27,2	27,3	27,4
Masa ziaren z kłosa (g) Grain weight per ear	1,07	1,07	1,07	1,11	1,08
Liczba kłosków w kłosie Spikelet number per ear	30,9	30,9	30,9	31,3	31,0
Celność ziarna (%) Grain uniformity	86,8	85,3	85,4	85,3	85,7
Długość kłosa (cm) Ear length	8,26	8,12	8,19	8,22	8,20
Zbitość kłosa Ear density	37,0	37,6	37,2	37,7	37,4
Termin kłoszenia (dni od 15. 05) Heading date (days from 15. 05)	8,25	8,13	8,25	8,21	8,21
Przezimowanie ¹⁾ (1–9) ⁴⁾ Overwintering	8,46	8,64	8,54	8,48	8,53
Wyleganie ²⁾ (1–9) ⁴⁾ Lodging	7,98	7,65	7,76	7,74	7,78
Porażenie przez rdzę brunatną ¹⁾ (1–9) ⁴⁾ Brown rust	5,59	5,65	5,67	5,72	5,66
Porażenie przez mączniaka ³⁾ (1–9) ⁴⁾ Powdery mildew	8,77	8,74	8,77	8,79	8,77

¹⁾, ²⁾, ³⁾ — Średnie, odpowiednio, z 5, 3 i 2 środowisk

¹⁾, ²⁾, ³⁾ — Means over 5, 3 and 2 environments, respectively

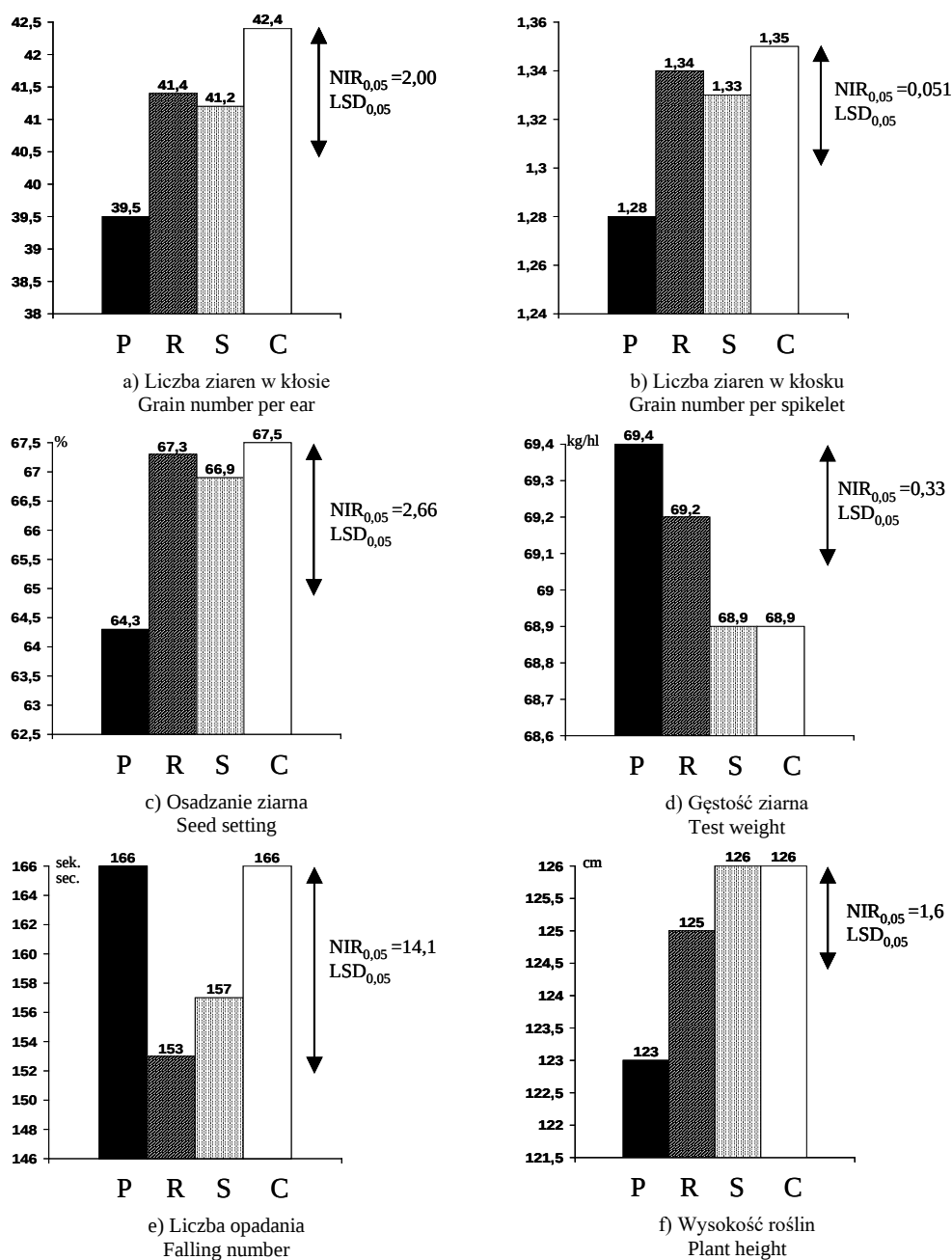
⁴⁾ — Skala 1–9; 9 — Stan najlepszy

⁴⁾ — Scale 1–9; 9 — The best

Zaobserwowane różnice w liczbie ziaren w kłosie i liczbie ziaren w kłosku były następstwem słabszego osadzania ziarna u mieszańców z cytoplazmą Pampa. Ponieważ istotą zjawiska cytoplazmatyczno-genowej męskiej niepłodności jest degeneracja męskich organów kwiatu, bez upośledzenia płodności organów żeńskich, najprawdopodobniejszym źródłem zaobserwowanych różnic może być ilość dostępnego pyłku. Pyłek dla męskojałowych z definicji (powstałych z przekrzyżowania linii męskojałowych z dopełniającymi) mieszańców produkowany był przez rośliny odmiany Dańkowskie Żółte dodawanej do nasion mieszańca w ilości 5%, zgodnie z metodami stosowanymi przy produkcji nasiennej odmian mieszańcowych żyta (Geiger, 1985). Dodatkowo rośliny męskopłodne rosły również na poletkach ochronnych i rozdzielających podbloki, co miało w założeniach zapewnić obiektom doświadczenia równomierne i obfite zaopatrzenie w pyłek. Ocena wczesności oparta na terminie kłoszenia wskazuje jednak na to, że

Dańkowskie Złote było o około 1,5 dnia wcześniejsze niż mieszańce (tab. 1). Zapyłaczem w doświadczeniu były rośliny odmiany populacyjnej, a więc charakteryzujące się pewną zmiennością, dzięki której okres kwitnienia poszczególnych roślin jest różny, wydaje się jednak, że mogło tu dojść do rozminięcia się okresu maksymalnego pylenia roślin Dańkowskiego Złotego z kwitnieniem mieszańców. Na słusność tej tezy wskazuje wyraźnie lepsze osadzanie ziarna u Dańkowskiego Złotego (72,4%) niż u mieszańców (średnio 66,5%) (tab. 1). Niedobór pyłku mógł prowadzić do tego, że każde, niewielkie nawet, dodatkowe jego źródło zwiększało skuteczność zapyłania roślin mieszańców. Cytoplasma P wykazuje bardzo silne działanie sterylizujące na zdecydowaną większość genotypów występujących w europejskich populacjach żyta (Geiger, 1972, 1982; Madej, 1975, 1976). Cytoplazmy ze źródeł R, S i C, na odwrót, wywołują męską jałowość u nielicznych genotypów wywodzących się z populacji europejskich i są najprawdopodobniej dziedzicznie identyczne, a na pewno różne od cytoplazmy Pampa (Kobylanski, 1971, 1982; Madej, 1975, 1976; Łapiński, Stojalowski, 1996). Ponieważ cecha męskiej jałowości w cytoplazmie C jest pod kontrolą kilku współdziałających genów jądrowych, w tym genów modyfikatorów, mieszańce niektórych linii dopełniających mogą mieć częściowo przywróconą płodność pręcikowia (Stojalowski, Łapiński, 1997). Wszystkie mieszańce pojedyncze wykorzystane w opisywanych tu badaniach były męskojalowe, ale u mieszańców z cytoplazmą P fenotypowe objawy jałowości były wyraźnie głębsze. U mieszańców trójliniowych precyzyjnej oceny stopnia jałowości pręcikowia nie wykonano. Pobieżne obserwacje wskazywały jednak na obecność pojedynczych roślin ze słabo przywróconą płodnością pręcikowia, szczególnie wśród mieszańców z cytoplazmami R, S i C. Powyższe rozważania są oczywiście tylko jedną z prób racjonalnego wyjaśnienia sięgających ok. 3% różnic w zawiązywaniu ziaren u badanych cytoplazmatycznych wersji mieszańców. Inna możliwość, której nie da się wykluczyć, to przypadkowa kontaminacja obcym pyłkiem. Drugi etap krzyżowania przy produkcji trójliniowych mieszańców realizowany był w warunkach polowych w oparciu o izolację przestrzenną od innych plantacji żyta. W zasadzie spełniono tu stawiane przez Geigera (1982) wymagania siewu w rejonie, gdzie nie uprawia się żyta w promieniu kilku kilometrów. W warunkach polskich żyto występuje jednak często jako chwast w uprawach pszenicy oraz jako roślina segetalna. Kontaminacja obcym pyłkiem kończy się powstaniem roślin z reguły męskojalowych u mieszańców z cytoplazmą Pampa, a męskopłodnych przy obecności innych źródeł *cms*. Tak więc, pomimo że weryfikacja powyższych tez nie jest obecnie możliwa, najprawdopodobniej obserwowane różnice w osadzaniu ziarna były związane z dostępnością pyłku, a nie bezpośrednim działaniem genów cytoplazmatycznych.

Spośród cech jakościowych ziarna badanych w doświadczeniu, dwie podlegały istotnemu statystycznie wpływowi różnych źródeł *cms*. Gęstość ziarna w stanie zsylnym zbieranego z roślin mieszańców wytworzonych przy użyciu cytoplazmy Pampa była istotnie wyższa niż gęstość ziarna pozyskanego z mieszańców z cytoplazmami S i C (rys. 1 d).



Rys. 1. Średnie wartości badanych cech, dla których wpływ cytoplazmy był statystycznie istotny.
Średnie z sześciu środowisk i trzech mieszańców

Fig. 1. Mean values of the investigated traits for which influence of cytoplasm was statistically significant. Averaged over six environments and three hybrids

Różnica ta wyniosła 0,5 kg i z praktycznego punktu widzenia była niewielka. Możliwe, że wykształcanie ziarna o wyższej gęstości również było wynikiem zmniejszenia liczby ziaren w kłosie u mieszańców z cytoplazmą Pampa. Analiza wariancji wykazała też istotny statystycznie wpływ źródła cytoplazmy sterylizującej pyłek na wartość liczby opadania. Wartości tej cechy wahały się od 153 sek. dla ziarna mieszańców z cytoplazmą R do 166 sek. dla ziarna otrzymywanego z mieszańców z *cms* typu P oraz C (rys. 1 e). Różnice między najlepszymi i najgorszymi mieszańcami nie były jednak na tyle duże, żeby przekroczyć wartość $NIR_{0,05}$ Tukeya. Nie miało to zresztą żadnego znaczenia. Według obowiązującej normy BN-88/91-31-05 ziarno wszystkich mieszańców było ziarnem konsumpcyjnym I klasy

Wpływ różnych źródeł *cms* na cechy morfologiczne mieszańców ujawnił się tylko w odniesieniu do wysokości roślin. Najniższy wzrost posiadały rośliny mieszańców z cytoplazmą Pampa (123 cm), pozostałe mieszańce były o 2–3 cm wyższe. Różnica ta, chociaż niewielka, była istotna statystycznie (rys. 1 f). Zmniejszenie wysokości roślin u mieszańców z cytoplazmą Pampa obserwowali też Marker i wsp. (1985).

Interakcja źródeł *cms* z genotypami mieszańców dla wszystkich badanych cech z wyjątkiem jednej, praktycznie drugorzędnej, jaką jest indeks plonowania (tab. 3), była nieistotna statystycznie.

Tabela 3

Wartości indeksu plonowania (%) w zależności od współdziałania genotypu i cytoplazmy. Średnie z sześciu środowisk
Values of the harvest index (%) depending on interaction of genotype and cytoplasm. Means over six environments

Mieszaniec Hybrid	Źródło <i>cms</i> Source of <i>cms</i>				Średnia Mean
	P	R	S	C	
541	27,8a*	28,0a	28,7a	27,2a	27,9
542	27,1a	28,4a	27,6a	28,7a	28,0
544	28,2ab	26,9b	28,6ab	28,9a	28,1
Średnia Mean	27,7	27,8	28,3	28,3	28,0

* — Wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie

* — Values followed by the same letter do not differ significantly

Reasumując, wydaje się, że żadne z badanych źródeł sterylizującej cytoplazmy nie powodowało ani pogorszenia, ani polepszenia wartości gospodarczej mieszańców w porównaniu z pozostałymi źródłami. Między mieszańcami posiadającymi cytoplazmy R, S i C nie odnotowano żadnych różnic pod względem badanych cech. Ponieważ są to źródła należące do tego samego typu (*cms*-V) i prawdopodobnie dziedzicznie identyczne (Łapiński, Stojałowski, 1996), należało tego oczekiwać. Mieszańce z cytoplazmą P nie różniły się od mieszańców z cytoplazmami R, S i C pod względem plenności i parametrów jakościowych ziarna a także zdecydowanej większości innych badanych cech. Zaobserwowane, statystycznie istotne różnice były tak małe, że nie miało to żadnych praktycznych konsekwencji. Nie bez znaczenia jest i to, że główną przyczyną tych różnic była prawdopodobnie niewystarczająca ilość pyłku w czasie kwitnienia.

Oczywiste implikacje hodowlane opisanych wyżej badań osłabia w jakimś stopniu fakt, że obiekty doświadczenia reprezentowały tylko trzy i do tego spokrewnione genotypy. W rezultacie doświadczenie nie stwarzało wystarczających możliwości ujawnienia ewentualnych interakcji genotypowo-plazmotypowych. Ich wpływ na kształtowanie się wartości gospodarczej mieszańców jest naturalnie sprawą otwartą. Nie powinno to jednak budzić nadmiernych obaw, ponieważ sterylizująca cytoplazma typu V występuje powszechnie w europejskich populacjach żyta (Łapiński, Stojałowski, dane nie opublikowane).

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono znaczącego z punktu widzenia praktyki wpływu odmiennych źródeł cytoplazmy wywołującej męską sterylność na cechy agronomiczne mieszańców żyta. Zaobserwowane nieliczne, statystycznie istotne różnice były bardzo małe i nie pociągały za sobą zmian w poziomie plonowania mieszańców, ani w ogólnej ocenie ich wartości gospodarczej.
2. Wykorzystanie w hodowli odmian mieszańcowych żyta alternatywnych wobec cytoplazmy Pampa źródeł *cms-R*, *cms-S* czy *cms-C* nie powinno spowodować obniżenia wartości gospodarczej mieszańców.

LITERATURA

- Duvick D. N. 1965. Cytoplasmic pollen sterility in corn. Adv. in Genetics, Acad. Press, New York 13: 1 — 56.
- Geiger H. H. 1972. Wiederherstellung der Pollensterilität in cytoplasmatisch männlich sterilem Roggen. Theor. Appl. Genet. 42: 32 — 33.
- Geiger H. H. 1982. Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.). Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch-Wiss. DDR, Berlin 198: 305 — 332.
- Geiger H. H. 1985. Hybrid breeding in rye. In: Proc. Eucarpia Meet., Cereal Sect. on Rye, Svalöv, Sweden 1: 237 — 266.
- Geiger H. H., Schnell F. W. 1970. Cytoplasmic male sterility in rye (*Secale cereale* L.). Crop Sci. 10: 590 — 593.
- Has V., Grecu C., Cabulea I., Has I. 1989. Efectul unor citoplasme mascul sterile asupra stabilitatii comportarii hibridilor de porumb. Probleme de Genetica Theoretica si Aplicata 21, 3: 149 — 169.
- Kobylyanskij V. D. 1971. Sozdanie steril'nykh analogov sortov ozimoi rzi, zakrepitelej steril'nosti, vosstanovitelej fertil'nosti. Trudy Prikl. Bot. Genet. Sel., Leningrad 44, 1: 76 — 85.
- Kobylyanskij V. D. 1982. Rož, Genetičeskie osnovy selekcii. Kolos, Moskva.
- Łapiński M. 1972. Cytoplasmic-genic type of male sterility in *Secale montanum* Guss. Wheat Information Service 35: 25 — 28.
- Łapiński M., Stojałowski S. 1996. The C-source of sterility-inducing cytoplasm in rye: Origin, identity and occurrence. Vortr. Pflanzenzüchtg. 35: 51 — 60.
- Madej L. 1975. Research on male sterility in rye. Hod. Rośl. Aklim. 19, 5/6: 421 — 422.
- Madej L. 1976. Charakterystyka genetyczna trzech źródeł męskiej jałowości żyta (*Secale cereale* L.). Hod. Rośl. Aklim. 20, 2: 157 — 174.
- Marker R. M., Geiger H. H., Wilde P. 1985. Influence of Pampa cytoplasm on agronomic characters of F₂ crosses among inbred lines of winter rye. In: Proc. Eucarpia Meet. Cereal Sect. on Rye, Svalöv, Sweden 1: 279 — 289.

- Ross W. M., Kofoed K. D. 1979. Effect of non-milo cytoplasms on the agronomic performance of sorghum. *Crop Sci.* 19: 267 — 270.
- Sarca T., Ciocazanu I., Bica N., Tanislav N. 1990. Efectul interactiunii citoplasmelor C si S si a trei surse de citoplasma androsterila de tipul C cu genotipul asupra unor insusiri agronomice la porumb (*Zea mays* L.). *Probleme de Genetica Teoretica si Aplicata* 22, 2: 35 — 59.
- Stojałowski S., Łapiński M. 1997. Jądrowa determinacja cechy jałowości pyłku u międzyliniowych mieszańców żyta z cytoplazmą *cms*-C. W: *Hodowla Roślin. Mat. I Kraj. Konf.*, Poznań 19–20. 11. 1997: 315 — 319.

DANUTA RZEPKA-PLEVNEŠZakład Hodowli Roślin Ogrodniczych
Akademia Rolnicza w Szczecinie

Zmienność populacji żyta (*Secale cereale* L.) selekcjonowanych w kierunku tolerancji na niedobory azotu w kulturach hydroponicznych

Variability of rye populations selected for tolerance to nitrogen deficiency in hydroponic cultures

Obiektem badań było 9 odmian populacyjnych żyta, 2rody hodowlane oraz genotypy S₁, S₂ otrzymane na drodze selekcji w kierunku tolerancji na niedobory azotu w kulturach hydroponicznych. Materiałem wyjściowym do selekcji były 7-dniowe siewki każdej populacji, które umieszczano na 10 dni w pożywce ubogiej w azot (10,506 mg/dm³) i w pożywce kontrolnej — Hoaglanda, zawierającej 168,0 mg N/dm³. Każdą badaną populację żyta reprezentowało 500 siewek. Po selekcji opartej na ich rozwoju w warunkach niedoboru azotu wybierano 35–37% siewek o najwyższych wartościach analizowanych cech. Wyszczególniono je na poletkach hali wegetacyjnej i rozmnażano parami. Zebrane nasiona stanowiły materiał wyjściowy do następnego cyklu selekcji. Pomiar biometryczny siewek wykorzystano do oceny zmienności selekcjonowanych populacji i skuteczności przeprowadzonej selekcji. Różnice genotypowe określono w oparciu o elektroforezę białek zapasowych metodą SDS-PAGE.

Otrzymane wyniki badań wykazały zróżnicowanie badanych genotypów żyta pod względem wysokości siewek i długości ich korzeni. Różnice między cechami siewek wybranych na rodziców a ich potomstwem były istotne już po pierwszym cyklu selekcji. W drugim jej cyklu obserwowano dalsze obniżenie średnich wartości wysokości siewek i długości korzeni oraz zwiększenie liczby korzeni zarodkowych. Wśród 12 badanych genotypów żyta na szczególną uwagę zasługują odmiany Amilo, Arant, Adar, Dańkowskie Żłote, Motto i ród SMH 92. Mogą być one wykorzystane jako cenne źródło genów tolerancji. Elektroforetyczna analiza sekalin badanych populacji żyta wykazała różnice między nimi w liczbie wyodrębnionych prążków w poszczególnych frakcjach sekalin. Podobieństwo genetyczne między odmianami a S₁ wynosiło 79,3 do 97,4%, między S₁ a S₂ od 90,3 do 99,6%, i między odmianami a S₂ od 81,10 do 91,4%.

Słowa kluczowe: azot, kultury hydroponiczne, niedobór, selekcja, zmienność, żyto

Nine rye cultivars, two strains and their progeny S₁, S₂ obtained after mass selection directed towards increased tolerance to N deficit were used in the study. The selection performed in hydroponic cultures was based on the morphological traits of 7-day seedlings developed for ten days on the medium containing 10.506 mg N/dm³. The control constituted seedlings grown on the Hoagland medium (168.0 mg N/dm³). Each rye population was represented 500 seedlings. The 35–37% of well-developed seedlings considered as tolerant to N deficit, were planted on the plots in the experimental fields. After sib-crossing the collected seeds constituted the initial material for the next cycle of mass selection. Initial material (S₀) and S₁, S₂ populations

were compared for their growth characteristics and electrophoretic patterns of storage proteins obtained by SDS-PAGE method.

The results showed that differences in seedling height and root length of the parents and progeny were significant already after the first selection cycle. In the second further cycle a continuous lowering of mean values of the mentioned seedling traits and increasing of root number was observed. Among 12 rye populations produced by selection for tolerance to N deficit in the medium the following genotypes deserve special attention: Amilo, Arant, Adar, Dańkowskie Żłote, Motto and SMH 92. They represent a valuable source material of desirable genes. Electrophoretic analyses of secalin patterns showed differences between rye genotypes from S₁ and S₂ generations in comparison with the initial genotypes. Similarity index between analyzed cultivars and S₁ generation ranged from 79.3 to 97.4%, S₁ and S₂ from 90.3 to 99.6% and between cultivars and S₂ from 81.1 to 99.4%.

Key words: deficit, hydroponic culture, nitrogen, rye, selection, variability

WSTĘP

Prace zmierzające do wytworzenia roślin odznaczających się wysoką plennością, przy niższym od obecnie wymaganego poziomie nawożenia mineralnego, należą już od kilku lat do jednych z ważniejszych zadań hodowli wielu gatunków roślin uprawnych (Teyker i in., 1989; Fernandez i in., 1996; Hartmann i in., 1996; Sinclair, 1998; Raun i Johnson, 1999). O ich ważności świadczy fakt włączenia tego typu badań do programów FAO oraz projektów rządowych. Przykładem są projekty: LISA (Low-input Sustainable Agriculture) i SAFS (Sustainable Agriculture Farming System) z USA (Madden, 1994; Klonsky i Livingston, 1994) oraz TALISMAN (Towards a Lower Input System Minimising, Agrochemicals and Nitrogen) z Wielkiej Brytanii (Young i in., 1996). Są one wyrazem troski tych państw o środowisko i względy ekonomiczne, a te zdaniem Rauna i Johnsona (1999) wynikają ze strat azotu w produkcji zbóż w granicach 20–50%.

Zagadnienie tolerancji roślin na niedobory pokarmowe dotychczas nie zostało opracowane. Z dostępnej literatury wynika, że istnieje wiele jej źródeł (Górny, 1992; 1993). W przypadku żyta są nimi dostępne w kraju linie wsobne, odmiany populacyjne, a także mieszańce międzygatunkowe *Secale cereale* × *S. montanum* i *S. kuprijanovii* (Rzepka-Plevneš i in., 1997; 1998; Kulpa, 2000). Jest to jednak bogactwo względne, ponieważ z reguły nie mogą być one wykorzystane w hodowli, bez uprzedniego wyodrębnienia poszukiwanego genotypu z populacji i sprawdzenia jego przydatności. Dlatego duże znaczenie ma opracowanie prostej metody identyfikacji i selekcji tego typu genotypów.

Nie jest to łatwe zadanie z co najmniej dwóch powodów. W przypadku tolerancji na niedobory pokarmowe istnieje wysoce istotna interakcja między genotypem rośliny a środowiskiem, w którym się rozwija. Nie zawsze odporność na stres środowiskowy w fazie siewki jest skorelowana z odpornością rośliny dojrzałej (Hartmann i in., 1996). Duże możliwości w tym przypadku stwarzają nowe sposoby analizowania zmienności genetycznej, służące do wykrywania markerów sprzężonych z selekcjonowanymi cechami. W przypadku roślin zbożowych szczególnie interesującą grupę tego typu markerów stanowią prolaminy — białka zapasowe ziarniaków zbóż (Waga, 1991; Hegde i Singhal, 2000), a techniką ich identyfikacji — elektroforeza na żelu poliakrylamidowym z dodatkiem siarczanu dodecyłu sodu (Laemmli, 1970; Escribano i in., 1998; Hegde i Singhal, 2000).

Celem pracy była ocena zmienności fenotypowej i genotypowej odmian i rodów żyta oraz populacji S_1 i S_2 wyodrębnionych z nich na drodze selekcji prowadzonej w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu w kulturach hydroponicznych pod kątem możliwości wykorzystania wymienionej techniki uprawy do prowadzenia selekcji w kierunku tej cechy w praktyce hodowlanej.

MATERIAŁ I METODY

Obiektem badań były polskie odmiany żyta (Amilo, Arant, Adar, Dańkowskie Żłote, Dańkowskie Nowe, Dańkowskie Selekcyjne, Motto, Pastar, Smolickie), rody hodowlane (SMH 92, SMH 389) oraz populacje S_1 i S_2 , otrzymane z odmian w wyniku selekcji prowadzonej w kulturach hydroponicznych w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu. Selekcję przeprowadzono dwukrotnie. Każde kolejne pokolenie tworzyły siewki tolerancyjne, które wysadzano na poletkach hali wegetacyjnej i krzyżowano parami. Siewki tolerancyjne na niedobory N wyodrębnione z odmian i rodów oznaczono symbolem S_0 , a siewki kolejnych pokoleń S_1 i S_2 . Próbkę ziarna siewnego odmian żyta w stopniu elity otrzymano z Hodowli Roślin Sp. z o.o., Stacji Hodowli Roślin Choryń i Dańków, z Pracowni Zasobów Genowych IHAR Radzików i Stacji Hodowli Roślin Antoniny, rodów z Zakładu Doświadczalnego Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Smolicach.

Selekcję w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu rozpoczęto jesienią 1996 roku. Materiałem wyjściowym było 500 siewek każdej odmiany, które przez 7 dni rosły w kulturach hydroponicznych w wodzie destylowanej, przy oświetleniu 1500 lux przez 16 godzin. Test kiełkowania prowadzono na połówkach ziarniaków z dobrze wykształconym zarodkami w kiełkownikach Schmala. Po 7 dniach kiełkowania siewki o wysokości co najmniej 14 cm i długości korzeni 15 cm przenoszono na 10 dni do pojemników z dwoma rodzajami pożywek Hoaglanda. Jedna z nich zawierała pełny skład azotu ($168,0 \text{ mg/dm}^3$) i była w doświadczeniu pożywką kontrolną. Drugą o zmniejszonej do $10,506 \text{ mg/dm}^3$ zawartości azotu użyto do testowania tolerancji żyta na niedobory azotu w podłożu. Skład pożywki testującej opracowano według Moore'a (1976, cyt. za Aniołem, 1981). W obu kombinacjach doświadczenia siewki rosły w tych samych warunkach oświetlenia (1500 lux).

Po 10 dniach siewki mierzono i dzielono na klasy w zależności od ich wysokości, długości i liczby korzeni oraz różnicy między końcową (17 dni) i początkową wysokością (7 dni), nazwaną „przyrostem”, przy czym selekcję prowadzono tylko w grupie siewek testowanych na tolerancję żyta na niedobory N w podłożu. Liczebność roślin składających się na każde następne pokolenie zmieniała się ($s = 35\text{--}37\%$). Jednakowa była natomiast liczba nasion z roślin tworzących pokolenie potomne. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie. Istotność między średnimi wartościami badanych cech poszczególnych populacji żyta oraz między średnimi wartościami dla tych samych genotypów w kolejnych latach badań posłużyła do porównania pokoleń pod względem reakcji na niedobory N w podłożu oraz do oceny skuteczności prowadzonej selekcji.

Do oceny zmienności genotypowej wybrano 8 odmian (Dańkowskie Żłote, Dańkowskie Nowe, Dańkowskie Selekcyjne, Amilo, Motto, Arant, Adar, Smolickie), jeden ród (SMH

92) i populacje S_1 i S_2 żyta. Określono ją w oparciu o ocenę polimorfizmu białek zapasowych techniką SDS-PAGE w układzie nieciągłym, stosując dwa rodzaje żeli: zagęszczający (4%) i rozdzielający (12%), o grubości 1 mm. Białka zapasowe do badań izolowano z losowej próby zbiorczej składającej się z 50 ziarniaków każdej populacji żyta (Laemmli, 1970; Kucharczyk, 1997). Sekaliny rozpuszczano w 70% etanolu i inkubowano w temperaturze pokojowej przez 18 godzin, a następnie wirowano przez 15 min. w 5°C, przy obrotach 15000 rpm. Zebrany nadsącz ponownie inkubowano w 36°C przez 12 godzin. Po odparowaniu alkoholu osadzone na ściankach probówki sekaliny zadawano buforem ekstrakcyjnym składającym się z: dd H₂O, 0,5M Tris HCl o pH 6,8, gliceryny, 10% SDS (siarczan dodecylu sodu), 2-mercaptoetanolu, 1% bromophenolu blue i wytrząsano przez 40 s, a następnie przez 4 h w 95°C. Po tym czasie białko ponownie wirowano przez 2 godziny.

Do przygotowania żeli i rozdzielów elektroforetycznych wykorzystano zestaw Mini Protean II (Bio Rad). Elektroforezę prowadzono przy stałym natężeniu 50 mA w trzech powtórzeniach. Wielkość próby białkowej nanoszonej na żel wynosiła 7 µl. Rozdział białek trwał 4 godziny. Jednorazowo badano 18 prób sekalin żyta. Żele z rozdzielonymi białkami barwiono Coomassie R-250 (Pharmacia LKB), rozpuszczonym w redetylowanej wodzie z dodatkiem 99% metanolu i 20% kwasu octowego. Żele barwiono 1 godzinę, a następnie odbarwiano płuczając w roztworze 10% etanolu i 30% kwasu octowego. Odbarwione żele suszono między dwoma arkuszami tofianu namoczonymi w 20% roztworze gliceryny w temperaturze pokojowej przez 5 dni. Żele rozdzielające z otrzymanymi obrazami elektroforetycznymi badano w świetle przechodzącym przy użyciu skanera Sharp JX330 i programu „Diversity one 1,3” (Pharmacia LKB). Masę prążków określono w kDa interpolując otrzymane wartości do wzorca białkowego. Podobieństwo między genotypami żyta określono w % na podstawie drzewa podobieństwa filogenetycznego.

WYNIKI

Zmienność fenotypowa

Przeprowadzona w latach 1996–1998 ocena odmian i rodów żyta (S_0) oraz wyselekcjonowanych z nich populacji S_1 i S_2 wykazała, że różniły się one między sobą pod względem tolerancji na niedobory azotu w fazie siewki, określonej na podstawie cech morfologicznych siewek, ich wysokości oraz długości i liczby korzeni zarodkowych (tab. 1). Dodatnią reakcję siewek na niedobory N w podłożu, wyrażającą się niewielkim wzrostem wartości ich cech morfologicznych obserwowano w przypadku wysokości i liczby korzeni w S_1 , długości korzeni w S_0 . Istotność różnic w kształtowaniu się wysokości siewek stwierdzono między pokoleniami S_1 i S_2 , przy czym pokolenie S_2 miało istotnie niższe siewki, długości korzeni — począwszy już od S_0 i S_1 , a długość korzeni malała z pokolenia na pokolenie.

Tabela 1

Średnie wartości ($\bar{x}$) i różnice w morfologicznych cechach siewek w populacjach wyjściowych (S_0) i kolejnych pokoleniach (S_1 , S_2) otrzymanych w wyniku selekcji w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu
Mean values ($\bar{x}$) and differences of morphological traits of seedling in initial populations (S_0) and successive generations (S_1 , S_2) selected for toleration of N deficit in medium

Genotyp Genotype	Wysokość siewek Seedling height					Długość korzeni Root length					Liczba korzeni Roots number				
	S_0	S_1		S_2		S_0	S_1		S_2		S_0	S_1		S_2	
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	d	$\bar{x}$	d	$\bar{x}$	$\bar{x}$	d	$\bar{x}$	d	$\bar{x}$	$\bar{x}$	d	$\bar{x}$	d
Motto	15,0	19,5	4,5**	14,2	-5,3**	16,8	15,6	-1,2**	9,6	6,0**	4,2	5,1	-0,9**	4,6	-0,5**
Dańkowskie Żłote	14,2	17,4	3,2**	14,9	-2,5**	15,1	13,4	-1,7**	9,3	4,1**	4,2	4,8	-0,6**	4,7	-0,1
Arant	14,9	18,0	3,1**	13,4	-5,4**	15,6	15,5	-0,1	9,3	6,2**	3,8	4,4	-0,6**	4,3	-0,1
Amilo	15,4	18,0	2,6**	15,0	-3,0**	15,7	15,4	-0,3	9,7	5,7**	4,0	4,6	-0,6**	4,7	0,1
Dańkowskie Nowe	17,4	18,5	1,1	14,1	-4,4**	15,4	16,4	1,0**	9,1	7,3**	4,2	4,4	-0,2	4,7	0,3**
Pastar	20,8	20,7	-0,1	16,6	-4,1**	16,6	15,5	-1,1**	8,8	6,7**	4,3	4,8	-0,5**	4,4	-0,4**
SMH 92	19,5	18,0	-1,5	14,0	-4,0**	17,9	16,2	-1,7**	10,7	5,5**	4,7	4,7	0,0	3,9	-0,8**
Adar	19,1	17,4	-1,7	16,0	-1,4**	17,3	15,3	-2,0**	10,5	4,8**	4,4	4,4	0,0	4,3	-0,1
Smolickie	21,5	19,2	-2,3*	13,8	-5,4**	17,0	15,2	-1,8**	9,1	6,1**	5,3	4,3	1,0**	4,2	-0,1
Dańkowskie Selekcyjne	19,4	16,3	-3,1**	14,3	-2,0**	16,8	12,4	-4,4**	8,4	4,0**	4,2	4,8	-0,6**	4,5	-0,3**
SMH 389	19,6	16,4	-3,2**	14,9	-1,5**	19,3	16,0	-3,3**	10,2	5,8**	4,6	4,5	0,1	4,5	0,0
x	17,9	18,1	0,2	14,7	-3,4**	16,7	15,2	-1,5**	9,5	5,7**	4,4	4,6	-0,2	4,4	-0,2

d — Różnica między średnimi kolejnych pokoleń

d — Differences between means of successive generations

* — Różnica istotna przy $\alpha = 0,05$, ** — $\alpha = 0,01$

* — Difference significant at $\alpha=0,05$, ** — $\alpha = 0.01$

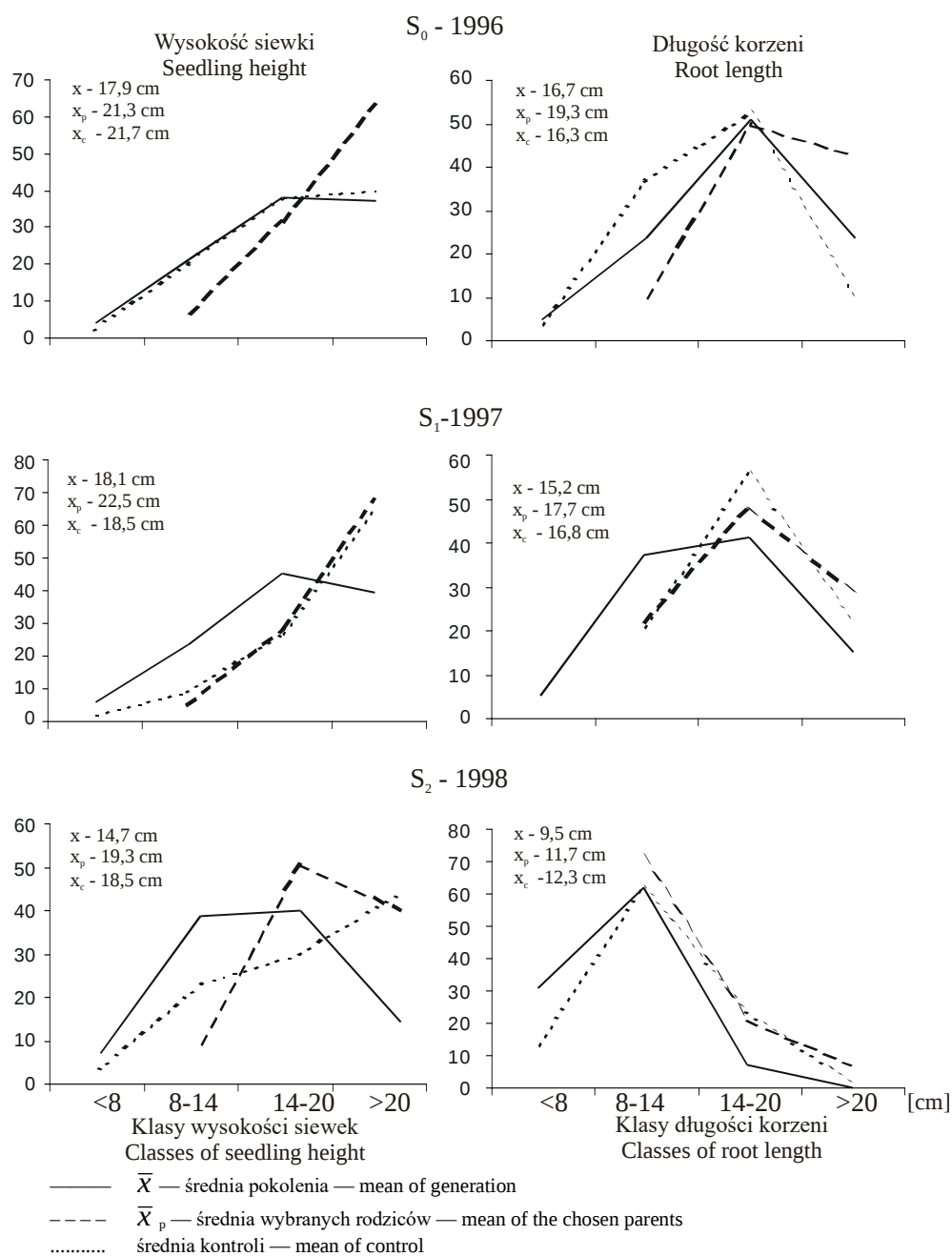
Badane genotypy żyta reagowały niejednokrotnie na niedobory azotu w podłożu. W pokoleniu S_1 siewki istotnie wyższe, od populacji S_0 , stwierdzono u odmian Amilo, Arant, Dańkowskie Złote i Motto, istotnie niższe u odmian Dańkowskie Selekcyjne, Smolickie i ród SMH 389. W pokoleniu S_2 siewki wszystkich badanych populacji żyta były istotnie niższe od populacji S_1 . Brak istotnych różnic w długości korzeni między pokoleniami S_0 i S_1 stwierdzono tylko u dwóch odmian żyta: Amilo i Arant.

Istotnie wyższą od S_0 liczbą korzeni w S_1 charakteryzowała się większość badanych genotypów żyta. Cztery z nich nie różniły się pod tym względem od S_0 . Istotnie mniejszą od S_0 liczbę korzeni stwierdzono tylko u odmiany Smolickie. W pokoleniu S_2 istotnie więcej, niż w S_1 , korzeni stwierdzono u odmiany Dańkowskie Nowe, na poziomie S_1 u większości badanych populacji. Średnia liczba korzeni w populacji S_2 kształtowała się na poziomie S_0 (tab. 1).

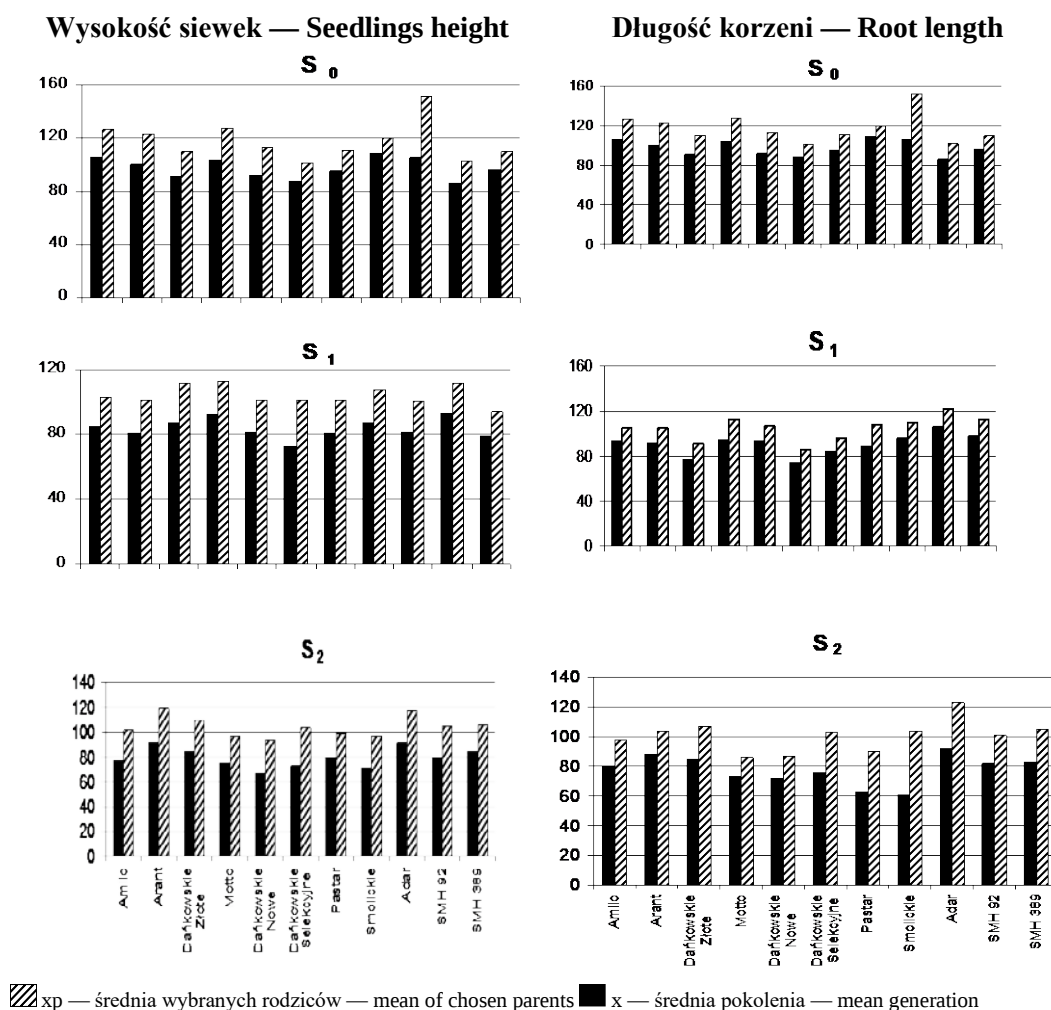
Badania wykazały, że wyliczone dla testowanych cech średnie pokoleń S_0 ($\bar{x}$), S_1 ($\bar{x}$), i S_2 ($\bar{x}$) były niższe od średnich rodziców ($\bar{x}_p$) i to niezależnie od badanej cechy i pokolenia (rys. 1). Populacje rodzicielskie charakteryzowały się też większą od otrzymanych potomstw częstotliwością siewek o najwyższych wartościach badanych cech. Porównanie siewek populacji S_0 , S_1 i S_2 testowanych w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu z kontrolą wykazało, że różnice między nimi w kształtowaniu się cech morfologicznych zależały od cechy i badanego pokolenia (rys. 2). W pokoleniu S_0 wysokość siewek testowanych na tolerancję większości populacji żyta kształtowała się na poziomie kontroli. U odmian Amilo, Smolickie i Adar były one istotnie wyższe od kontroli, u ród SMH 92 — istotnie niższe. Średnie siewek rodzicielskich z tego pokolenia ($\bar{x}_p$) były na ogół wyższe od kontroli, a ich istotne wartości stwierdzono u odmian: Amilo, Arant, Motto, Smolickie i Adar.

W pokoleniach S_1 i S_2 siewki badanych populacji żyta były niższe od kontroli. Wyjątek stanowiły trzy populacje pokolenia S_2 : Arant, Adar i SMH 92, o wysokości siewek na poziomie kontroli. Brak istotnych, w stosunku do kontroli, różnic w wysokości siewek stwierdzono również w przypadku siewek rodzicielskich większości genotypów wymienionych pokoleń. W pokoleniu S_1 wyjątek stanowiły populacje siewek rodzicielskich wyodrębnionych z odmian Dańkowskie Złote, Motto, Smolickie i z ród SMH 92, w S_2 z Arant, Dańkowskie Złote i Adar.

Podobnie do wysokości siewek w kolejno następujących po sobie pokoleniach badanych genotypów żyta kształtowała się długość korzeni. W pokoleniu S_0 w większości populacji nie odbiegała ona od kontroli. Natomiast korzenie populacji S_1 i S_2 były od kontroli istotnie krótsze. Wyjątek w S_0 stanowiły dwie odmiany (Amilo i Dańkowskie Złote) oraz ród SMH 389, o korzeniach istotnie dłuższych od kontroli, a w S_1 odmiana Smolickie i ród SMH 389, o korzeniach na poziomie kontroli. Porównując w stosunku do kontroli długość korzeni siewek rodzicielskich, tworzących kolejne pokolenie badanych populacji żyta stwierdzono, że przewyższały one istotnie długością korzenie siewek kontrolnych. W pokoleniu S_1 istotnie krótsze od kontroli korzenie miały siewki rodzicielskie żyta Dańkowskiego Złotego i Dańkowskiego Selekcyjnego. W pokoleniu S_2 cecha ta w badanych populacjach żyta kształtowała się na poziomie kontroli. Wyjątek stanowiła odmiana Adar, o korzeniach istotnie od niej dłuższych (rys. 2).



Rys. 1. Zmienność wysokości siewek i długości korzeni w populacjach wyjściowych S₀ i w populacjach S₁, S₂ żyta selekcyjowanych w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu
Fig. 1. Variability of seedling height and root length in initial material S₀ and populations S₁, S₂ of rye selected for tolerance to N deficit in media



Rys. 2. Średnie wartości ($\bar{X}$) wysokości siewek i długości korzeni w populacjach wyjściowych S₀ i w populacjach S₁, S₂ żyta selekjonowanych w kierunku tolerancji na niedobory N w procentach kontroli
Fig. 2. Mean values ($\bar{X}$) of seedling height and root length of roots in initial material (S₀) and S₁, S₂ populations of rye selected for tolerance to N deficit in percent of control

Niedobory azotu w podłożu nie miały na ogół większego wpływu na liczbę wykształconych przez siewki korzeni zarodkowych. W pokoleniu S₀ wartości tej cechy były istotnie wyższe od kontroli tylko u odmian Smolickie i Adar, istotnie niższe — u odmiany Arant (rys. 2). Wśród siewek wybranych na rodziców tworzących kolejne pokolenie istotnie wyższą od kontroli liczbę korzeni zarodkowych charakteryzowały się trzy odmiany: Dańkowskie Złote, Smolickie i Adar. U pozostałych populacji rodzicielskich różnic nie stwierdzono. W pokoleniu S₁ istotnie mniej od kontroli korzeni miały genotypy wyodrębnione z odmian: Amilo, Arant, Smolickie i z rodu SMH 389. Natomiast siewki

rodzicielskie tego pokolenia istotnie przewyższały kontrolę pod tym względem, z wyjątkiem odmiany Arant, u której liczba korzeni kształtowała się na poziomie kontroli. W pokoleniu S_2 u żadnej z badanych populacji żyta nie stwierdzono mniej od kontroli korzeni, a siewki rodzicielskie przewyższały ją, niezależnie od populacji, z której zostały wyselekcjonowane.

Reakcją badanych populacji żyta na obniżoną zawartość azotu w podłożu był ich mniejszy w porównaniu do siewek kontrolnych przyrost siewek na wysokość (tab. 2). Niemniej jednak spośród wszystkich badanych populacji żyta i to niezależnie od analizowanego pokolenia udało się wyselekcjonować siewki tworzące kolejne pokolenie, o podobnym do kontroli lub istotnie od niej wyższym przyroście na wysokość. Istotnie wyższe od kontroli wartości tej cechy w S_0 stwierdzono u trzech odmian: Amilo, Dańkowskie Złote i Adar, w S_1 — u odmian: Amilo, Arant, Dańkowskie Złote, Motto, Pastar, Smolickie i Adar, a w S_2 — u odmian: Smolickie i Adar oraz obu rodów — SMH 92 i SMH 389. Badane populacje żyta charakteryzowały się na ogół dość dużą zmiennością pod względem omawianej cechy (tab. 3). Świadczą o tym wyliczone współczynniki zmienności. Dla siewek kontrolnych wahały się one od 22 do 45%, dla S_0 35 do 73%, S_1 — 25 do 43% i S_2 — od 37 do 50%. Zmienność osobnicza w obrębie siewek wybranych na rodziców wynosiła, w zależności od pokolenia, odpowiednio: 19 do 40%, 19 do 35% i 20 do 35%.

Na podstawie wyliczonych współczynników korelacji miejsc r_s stwierdzono, że selekcjonowane w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu populacje żyta zachowywały się różnie pod względem analizowanych cech siewek w latach badań. Nie stwierdzono też zgodności między siewkami tworzącymi kolejne pokolenia. Wyjątek stanowiły populacje S_0 i S_2 , u których zgodność między pokoleniami dotyczyła kształtowania się długości korzeni populacji rodzicielskich. Współczynniki korelacji r_s wynosiły dla wysokości siewek populacji

(x) $S_0 - S_1 = 0,12$, $S_0 - S_2 = 0,45$, $S_1 - S_2 = 0,29$,

populacji rodzicielskich

(x_p): $S_0 - S_1 = 0,08$, $S_0 - S_2 = 0,25$, $S_1 - S_2 = 0,10$;

dla długości korzeni

(x): $S_0 - S_1 = 0,12$, $S_0 - S_2 = 0,45$, $S_1 - S_2 = 0,29$

i dla populacji rodzicielskich (x_p), odpowiednio: 0,40, 0,57* i 0,40.

Zmienność genotypowa

Na podstawie analizy obrazów elektroforetycznych białek zapasowych odmian i rodów żyta (S_0) oraz populacji S_1 i S_2 otrzymanych w wyniku selekcji prowadzonej w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu stwierdzono, że różniły się one między sobą ogólną liczbą wyodrębnionych na elektroforegramach polipeptydów (tab. 3). Inne też były u nich wzory prążkowe określone w oparciu o liczbę prążków białkowych w poszczególnych frakcjach sekalina, a największym polimorfizmem charakteryzowała się frakcja białek najbliższych γ_{45} . W pokoleniu S_1 u większości badanych genotypów żyta obserwowano wzrost liczby prążków i tendencja ta utrzymywała się na ogół również w pokoleniu S_2 .

Tabela 2

Średnie wartości ($\bar{x}$) przyrostu wysokości siewek żyta populacji S₀, S₁ i S₂ po 10 dniach ich wzrostu na pożywce ubogiej w N w procentach średniej wzorca z lat badań. Współczynnik zmienności (WZ%) dla badanej cechy i populacji żyta
Mean values ($\bar{x}$) of seedling height increase of the S₀, S₁, S₂ rye populations after 10 days of growing in the medium with the N deficit, in percent of the control mean from the years of study. Variability coefficients for tested trait and populations

Genotyp Genotype	Przyrost siewki na wysokość Increase of seedling height							Współczynnik zmienności Variability coefficient (%)								
	kontrola control	S ₀		S ₁		S ₂		kontrola control	S ₀		kontrola control	S ₁		kontrola control	S ₂	
		$\bar{x}$	x_p	$\bar{x}$	$\bar{x}_p$	$\bar{x}$	$\bar{x}_p$		$\bar{x}$	x_p		$\bar{x}$	$\bar{x}_p$		$\bar{x}$	$\bar{x}_p$
Amilo	9,8cm = 100%	79**	110*	92	116**	80**	98	31	48	32	35	34	27	37	40	24
Arant	8,8	76**	108	100	133**	88	109	32	48	31	36	43	35	58	47	35
Dańkowskie Złote	9,5	82**	112*	95	135**	82**	104	34	48	29	30	42	31	44	47	32
Motto	9,5	77**	104	107	136**	84*	103	35	45	31	40	35	24	44	41	31
Dańkowskie Nowe	11,6	66**	99	85**	105	81**	99	27	37	22	31	40	25	39	50	20
Dańkowskie Selekcyjne	11,7	63**	95	67**	103	91	105	46	73	40	25	37	27	46	50	32
Pastar	12,5	75**	97	86**	113**	83**	102	30	40	23	39	38	26	45	39	22
Smolickie	11,0	64**	85	91*	114**	104	125**	36	46	34	31	30	21	39	45	34
Adar	10,3	89*	115**	88**	113**	105	123**	33	45	33	30	29	19	43	38	22
SMH92	11,1	72**	99	82**	103	95	114*	27	35	19	31	33	21	35	40	28
SMH389	10,5	80**	99	83**	102	103	119**	35	50	37	23	25	19	38	37	29
Średnia Mean	10,6	75**	101	88**	113**	91	108	33	47	31	32	35	25	43	43	28

$\bar{x}$ — Średnia pokolenia; $\bar{x}_p$ — Mean of generation

* — Różnica istotna przy $\alpha = 0,05$, ** — przy $\alpha = 0,01$;

$\bar{x}_p$ — Średnia wybranych rodziców; $\bar{x}_p$ — Mean of the chosen parents

* — Difference significant at $\alpha = 0.05$, ** — at $\alpha = 0.01$

Tabela 3

Zmienność liczby prążków białkowych w populacjach wyjściowych S₀ i w populacjach S₁, S₂ żyta selekcionowanych w kierunku tolerancji na niedobory N w podłożu oraz genetyczne podobieństwo (%) między nimi
Variability of protein bands number in the initial material S₀ and populations S₁, S₂ of rye selected for tolerance to N deficit in a medium and genetic similarity (%) between them

Genotyp Genotype	Pokolenia Generations																	
	S ₀					S ₁					S ₂					podobieństwo- similarity (%)		
	frakcja białkowa protein group																	
	HMW	ω	γ ₇₅	γ ₄₅	suma total	HMW	ω	γ ₇₅	γ ₄₅	suma total	HMW	ω	γ ₇₅	γ ₄₅	suma total	S ₀ -S ₁	S ₁ -S ₂	S ₀ -S ₂
Smolickie	2	1	3	7	13	2	2	2	6	12	1	2	1	7	11	97,4	90,3	93,0
Motto	3	1	2	6	12	2	2	2	5	11	2	3	1	7	13	94,3	94,9	99,4
Arant	1	1	1	7	10	1	1	3	9	14	1	1	3	9	14	79,3	97,9	81,1
Adar	2	2	2	4	10	2	2	3	7	14	1	2	2	2	7	87,3	99,1	86,4
Dańkowskie Nowe	2	2	2	3	9	2	2	4	5	13	1	1	4	5	11	97,9	91,8	93,9
Amilo	1	2	2	3	8	2	1	2	6	11	3	2	2	7	14	89,1	99,6	89,5
Dańkowskie Złote	2	1	2	2	7	1	2	2	3	8	1	2	2	5	10	99,2	95,7	94,9
Dańkowskie Selekcyjne	2	1	1	3	7	1	3	1	6	11	1	2	2	7	12	92,8	99,0	93,8
SMH 92	1	1	1	6	7	1	1	2	8	12	1	3	3	9	16	95,2	91,2	96,0
Średnia Mean	1,7	1,3	1,7	4,6	9,4	1,5	1,8	2,3	6,1	11,8	1,3	2,0	2,2	6,4	12,0	92,5	95,5	92,0

Mniejszą w porównaniu z S_1 i S_0 ich liczbę stwierdzono na elektroforegramach odmiany Adar, większą u odmian: Dańkowskie Żłote i Amilo oraz rodu SMH 92. Wzrost liczby polipeptydów dotyczył przede wszystkim frakcji γ_{45} . Wyjątek stanowiły: w S_1 odmiany Motto i Smolickie, w S_2 odmiana Adar (tab. 3).

W oparciu o opracowane drzewa podobieństwa filogenetycznego wykazano, że genotypy żyta z S_0 i S_1 były do siebie podobne, średnio w 92,5%, S_1 i S_2 — w 95,5%, a S_0 i S_2 — w 92,0% (tab. 3). Najmniejsze podobieństwo między genotypami S_0 i S_1 stwierdzono w przypadku odmian: Arant, Adar i Amilo, największe u odmiany Dańkowskie Żłote, a między S_0 i S_2 , odpowiednio: Arant, Adar, Amilo i Motto. Najbardziej zbliżone do siebie były genotypy S_1 i S_2 . Ich podobieństwo mieściło się w granicach 90,3%–97,9%.

DYSKUSJA

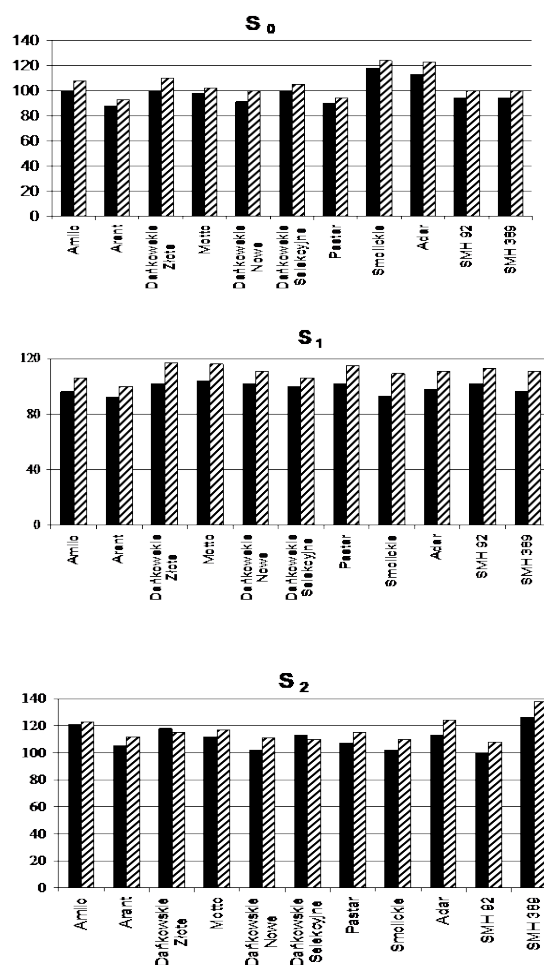
Z badań Górnego (1992; 1993; 1995) oraz Górnego i Szolłowskiej (1996) nad możliwością hodowli odmian owsa i jęczmienia charakteryzujących się efektywniejszym, od obecnie uprawianych odmian, wykorzystaniem składników mineralnych wynika, że selekcja w kierunku tolerancji na niedobory pokarmowe w podłożu winna być oparta na obserwacji systemu korzeniowego roślin. Dowodzą tego także badania Caradusa i Woodfielda (1998).

Niniejsze badania dotyczą żyta, rośliny obcopolnej, stanowiącej trudniejszy od wymienionych wyżej gatunków obiekt hodowli i charakteryzującej się dużą zależnością ekspresji genów warunkujących zmienność cech ilościowych od środowiska. W pracy do selekcji genotypów tolerancyjnych na niedobory N w podłożu zastosowano kultury hydroponiczne, dające możliwość zapewnienia roślinom podobnych warunków wzrostu jednakową ilość składników pokarmowych przypadających na jedną roślinę i równomierne oświetlenie. Zmienne w latach były temperatura i wilgotność powietrza.

Przeprowadzona ocena cech morfologicznych siewek, w tak przygotowanej kulturze wykazała, że reakcja żyta na zastosowany w doświadczeniu stres, jakim był niedobór azotu w pożywce zależała od genotypu rośliny i badanego pokolenia. Badane populacje żyta charakteryzował duży zakres zmienności międzyodmianowej i osobniczej pod względem wszystkich analizowanych cech morfologicznych siewek. Ten ostatni pozwalał szybko, poprzez selekcję w obrębie populacji, wyodrębnić genotypy, o podobnych lub wyższych od kontroli, wartościach analizowanych cech siewek, przyjętych za wskaźnik tolerancji na niedobory azotu w podłożu. Odziedziczalność cech rodziców była u otrzymanego potomstwa na ogół niska, przy czym na uwagę zasługują cztery spośród badanych odmian: Amilo, Arant, Dańkowskie Żłote i Motto. Średnia wysokość siewek potomstwa S_1 pochodzącego po rodzicach z wybranych z odmian i rodów hodowlanych żyta (S_0) była tylko u niektórych z nich istotnie wyższa. Natomiast siewki potomstw S_2 były istotnie niższe od swoich rodziców, niezależnie od badanego genotypu. Podobne obniżenie się wartości danej cechy potomstwa w stosunku do roślin rodzicielskich i populacji, z których one pochodziły stwierdzono dla długości korzeni. W S_1 dotyczyło ono większości, a w S_2 wszystkich badanych genotypów żyta. Wysoką odziedziczalność selekcyjonowanej cechy

obserwowano u badanych genotypów żyta w przypadku liczby korzeni (rys. 3). Wyniki niniejszych badań pozostają w zgodności z wynikami dotyczącymi zmienności tolerancji żyta na niedobory azotu i potasu w podłożu, określoną w kulturach dojrzałych zarodków *in vitro* (Rzepka-Plevneš, 1999). Należy przy tym podkreślić, że kultury *in vitro* wydają się być doskonalszą techniką selekcji od kultur hydroponicznych, ze względu na możliwość zastosowania większej liczby stałych dla wszystkich badanych genotypów czynników środowiska, w tym również temperatury i wilgotności powietrza.

Liczba korzeni — Roots number



▨ xp — średnia wybranych rodziców — mean of chosen parents ■ x — średnia pokolenia — mean generation

Rys. 3. Średnie wartości ($\bar{X}$) liczby korzeni w populacjach wyjściowych S₀ i populacjach S₁, S₂ żyta selekcionowanych w kierunku tolerancji na niedobory N w procentach kontroli

Fig. 3. Mean values ($\bar{X}$) of roots number for the initial material S₀ and S₁, S₂ populations of rye selected for tolerance to N deficit, in percent of control

Duży wpływ na kształtowanie się cech morfologicznych siewek populacji S_0 , S_1 i S_2 miał sposób rozmnażania wybranych na rodziców roślin. Świadczą o tym ich wartości dla populacji S_0 , którą stanowiły siewki wyodrębnione z odmian żyta. Populacje S_1 i S_2 otrzymano w wyniku rozmnożeń roślin rodzicielskich parami prowadzonych w obrębie niewielkich populacji roślin (35–37% z 500 testowanych na tolerancję siewek), a więc populacje zawężone genetycznie, ze zmienioną w stosunku do populacji panmiktycznych dynamiką. To może między innymi tłumaczyć małą skuteczność selekcji w S_1 i S_2 (Falconer, 1974; Sperlich, 1977; Bos i Henninks, 1991).

Prowadzenie selekcji w kierunku tolerancji na niedobory pokarmowe w podłożu w oparciu o ocenę cech morfologicznych siewek w kulturach hydroponicznych, czy też *in vitro* jest łatwe i możliwe do przeprowadzenia w okresie poprzedzającym wegetację roślin. Współczesna hodowla preferuje jednak selekcję opartą na analizie genotypów technikami biologii molekularnej pod warunkiem, że znane są hodowcom markery genetyczne sprzężone z selekcionowaną cechą (Waga, 1991; Escibano i in., 1998; Przybylska, 2000).

W niniejszej pracy ograniczono się do porównania ze sobą niektórych biorących udział w doświadczeniu odmian (S_0) oraz ich potomstw S_1 i S_2 . Wykorzystano do tego celu analizę obrazów elektroforetycznych otrzymanych z rozdziałów białek zapasowych metodą SDS-PAGE. Metoda ta jest obecnie stosowana do identyfikacji odrębności odmianowej pszenicy i innych roślin uprawnych (Niedzielski i in., 1996; Radić i in., 1998; Hegde i Singhal, 2000)). Zdaniem Niedzielskiego i wsp. (1996) można ją również z powodzeniem wykorzystać do identyfikacji tożsamości odmianowej żyta pod warunkiem prowadzenia rozdziałów elektroforetycznych sekalin na zbiorczych próbach ziarniaków tej rośliny, co uczyniono w prezentowanych badaniach.

Porównanie elektroforegramów wybranych genotypów żyta wykazało duże ich zróżnicowanie genetyczne pod względem ogólnej liczby wyodrębnionych prążków białkowych, jak również ich liczebności, w poszczególnych frakcjach sekalin. Różnice te dotyczyły zarówno genotypów w obrębie jednego pokolenia, jak i między pokoleniami. Pokolenia S_1 i S_2 charakteryzował wzrost liczebności identyfikowanych na elektroforegramach większości badanych populacji żyta polipeptydów frakcji białek niskocząsteczkowych. Największe podobieństwo genetyczne wykazano między pokoleniami S_1 i S_2 , najmniejsze między S_0 – S_1 i S_0 – S_2 .

Założenie, że obserwowany w populacji S_1 i S_2 wzrost liczby polipeptydów we frakcji białek niskocząsteczkowych może wskazywać na możliwość wykorzystania techniki SDS-PAGE w selekcji genotypów żyta tolerancyjnych na niedobory azotu w podłożu okazało się błędne. Smolik (2001), oceniając polimorfizm białek zapasowych żyta odmian oraz populacji S_1 – S_3 otrzymanych w wyniku selekcji prowadzonej w kierunku podwyższonej tolerancji na niedobory N i K w podłożu w kulturach dojrzających zarodków *in vitro*, zidentyfikował na elektroforegramach populacji S_2 – S_3 dodatkowy prążek o masie 43 kDa. Polipeptyd ten nie jest jednak sprzężony z tolerancyjnością na niedobory w podłożu, gdyż jest również łatwy do identyfikacji na elektroforegramach linii wsobnych żyta, niezależnie od ich tolerancyjności.

Otrzymane wyniki badań nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, którą z badanych cech można uznać za dobry wskaźnik selekcyjny i jakie praktyczne znaczenie może mieć

dla hodowli test tolerancji żyta na niedobory pokarmowe w przedstawionych warunkach laboratoryjnych. Uzyskanie ostatecznej odpowiedzi będzie możliwe po zakończeniu wszystkich realizowanych obecnie badań dotyczących genetycznego podłoża omawianej właściwości żyta i możliwości prowadzenia prac hodowlanych w tym zakresie.

WNIOSKI

1. W badanych populacjach żyta stwierdzono istotne obniżenie długości korzeni już w wyniku jednorazowych zabiegów selekcyjnych. Dalszy etap selekcji utrwalał tę cechę na istotnie niskim poziomie.
2. Populacje siewek przeznaczone na materiały wyjściowe następnego etapu selekcji charakteryzowały się wyższymi wartościami cech morfologicznych od populacji, z których zostały one wybrane. Otrzymane potomstwa wyraźnie im ustępowały.
3. Wydaje się, że u przynajmniej sześciu spośród badanych odmian (Amilo, Arant, Adar, Dańkowskie Złote, Motto, SMH 92) można szybko poprawić tolerancję na niedobory N w podłożu, stosując opisaną technikę selekcji masowej przy łagodnym współczynniku selekcji i rozmnożeniu wybranych pojedynków w panmiksji.
4. Żadna z badanych populacji żyta nie miała identycznego obrazu elektroforetycznego białek zapasowych. Stwierdzono istotne różnice w liczbie i układzie prążków w poszczególnych frakcjach sekalin. Zmiany w liczbie polipeptydów we frakcjach białek niskocząsteczkowych między badanymi populacjami, a ich potomstwem wystąpiły już po pierwszym etapie selekcji. Prawdopodobnie są jednak następstwem zawężenia genetycznego populacji S₁ i S₂ żyta.

LITERATURA

- Anioł A. 1981. Metody określania tolerancyjności zbóż na toksyczne działanie jonów glinu. Biul. IHAR 143: 3 — 14.
- Bos I., Henninks S. 1991. A comparison of several procedures for mass selection in winter rye. II. What are the merits of adjusting phenotypic values? Euphytica 52: 57 — 64.
- Caradus J. R., Woodfield D. R. 1998. Genetic control of adaptive root characteristics in white clover. Plant and Soil 200: 63 — 69.
- Escribano M. R., Santalla M., Casquero P. H., de Ron A. M. 1998. Patterns of genetic diversity in landraces of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Galicia. Plant Breeding 117: 449 — 456.
- Falconer D. S., 1974. Dziedziczenie cech ilościowych. PWN, Warszawa
- Fernandez C. J., McInnes K. J., Cothren J. T. 1996. Water status and leaf area production in water — and nitrogenstressed cotton. Crop Sci. 36: 1224 — 1233.
- Górny A. G. 1992. Genetic variation of the root system on spring barley and oat. Rozprawy Naukowe Instytutu Genetyki PAN, Poznań: 5 — 89.
- Górny A. G., 1993. Differences in root and shoot response to limited N-supply in oat and spring barley. J. Agron. Crop Sci. 171: 161 — 167.
- Górny A. G. 1995. Cechy korzeni w hodowli roślin o obniżonych wymaganiach pokarmowych. Post. Nauk Rol. 1: 67 — 91.
- Górny A. G., Szolkowska A. 1996. Effects of selection for more vigorous seminal roots in two cross populations of oat (*Avena sativa* L.). J. Appl. Genet. 37, 4: 331 — 334.
- Hartmann A., Miedaner T., Geiger H. H. 1996. Genetic variability of rye under low nitrogen condition. Vort. Pflanzenzücht. 35:212 — 213.

- Hegde V. S., Singhal N. C. 2000. Identification and cluster analysis of Indian bread wheat varieties by acid PAGE of gliadin marker. *Plant Varieties Seeds* 13: 1 — 9.
- Klonsky A., Livingston P. 1944. Alternative systems aim to reduce inputs, maintain profits. *California Agriculture* 48: 5.
- Kucharczyk K. 1997. Elektroforetyczne metody analizy białek. *Mat. kursu „Metody biologii molekularnej”*, Gdańsk :9 — 15.
- Kulpa D. 2000. Badania nad tolerancją żyta (*Secale sp.*) na niedobory pokarmowe w podłożu i możliwością jej wykorzystania w hodowli. *Pr. doktorska*, AR, Szczecin.
- Laemmli V. K. 1970. Cleavage of structural proteins during assembly of the head bacteriophage T4. *Nature* 227: 680 — 685.
- Madden J. P. 1994. Reforming science and education in an effort to make world agriculture more sustainable. *Agric. Progress* 69: 11 — 24.
- Niedzielski M., Bednarek P. T., Puchalski J. 1996. Zastosowanie elektroforezy białek zapasowych nasion do identyfikacji odmian żyta. *Mat. IV Ogólnopol. Symp. Genetyka ilościowa roślin uprawnych*, Polanica Zdrój, 22–25. 05. 1996: 49.
- Przybylska J., Zimniak – Przybylska Z., Krajewski P. 2000. Electrophoretic seed albumin patterns in the (*Vicia sativa* L.) aggregate. *J. Appl. Genet.* 4 1/3: 267 — 269.
- Radić-Mieble H., Saam C., Hils R., Kling Ch. L., Hesemann C. U. 1998. Characterization of spelt (*Triticum spelta* L.) forms by gel-electrophoretic analyses of seed storage proteins. III. Comparative analyses of spelt and Central European winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars by SDS-Page and acid-PAGE. *Theor. Appl. Genet.* 97: 1340 — 1348.
- Raun W. R., Johnson G. V. 1999. Improving nitrogen use for cereal production. *Agron. J.* 91: 357 — 363.
- Rzepka-Plevneš D., Marciniak H., Smiech M. 1997. Ocena tolerancyjności linii wsobnych żyta (*S. cereale* L.) na niedobory pokarmowe testem *in vitro*. *Biul. IHAR* 203: 137 — 146.
- Rzepka-Plevneš D., Tomczak P. 1988. Tolerancyjność różnych genotypów żyta na niedobory pokarmowe w kulturach wodnych. *Biul. IHAR* 200: 125 — 131.
- Rzepka-Plevneš D. 1999. Variability of tolerance to nitrogen and potassium deficiencies in original (S_0) and selected (S_1 – S_3) rye populations, assessed during *in vitro* cultures. *Plant Breed. Seed Sci.* 43, 1: 47 — 63.
- Sinclair T. R. 1998. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Crop Sci.* 38: 638 — 643.
- Smolik M. 2001. Zmienność genotypów żyta *Secale cereale* L. o różnej tolerancyjności na niedobory pokarmowe w podłożu. *Praca doktorska*. AR, Szczecin: 121 — 130.
- Sperlich D. 1972. *Genetyka populacji*. PWN, Warszawa.
- Teyker R. H., Moll R. H., Jackson W. A. 1989. Divergent selection among maize seedlings for nitrate uptake. *Crop Sci.* 29: 879 — 884.
- Waga J. 1991. Zróżnicowanie frakcji białek gliadynowych u wybranych form pszenicy ozimej i jarej. *Hod. Rośl. Aklim.* 35, 1/2: 59 — 63.
- Young J. E. B., Cook S. K., Green S. M. 1996. Rotations and cropping systems. *Aspects Appl. Biology* 47: 137 — 144.

JACEK CHOTKOWSKI**SŁAWOMIR WRÓBEL**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie

Dobór odmian w nasiennictwie i produkcji ziemniaka w wybranych regionach Polski

Varietal structure of potato cultivation and seed production in chosen regions of Poland

W pracy przedstawiono wyniki oryginalnych badań dotyczących udziału poszczególnych odmian ziemniaka w produkcji nasiennej i uprawie. Zróżnicowanie regionalne badano na podstawie sytuacji w dwóch reprezentatywnych regionach woj. mazowieckim i wielkopolskim. Stwierdzono rozdrobnienie i niską stabilność rynku nasiennego, znaczne zróżnicowanie struktury odmianowej w produkcji nasiennej w porównaniu z uprawą ziemniaka oraz zróżnicowanie regionalne udziału grup użytkowych odmian. Wdrożenie polityki odmianowej ze strony właścicieli odmian oraz list odmian rekomendowanych powinno zwiększyć koncentrację struktury odmianowej.

Słowa kluczowe: nasiennictwo, odmiana, produkcja ziemniaka, struktura

The results are presented of studies concerning percentages of particular potato varieties in cultivation and in seed production. Regional differentiation was studied basing on the situation in two representative regions: mazowieckie and wielkopolskie. A low stability of the scattered seed market was stated, as well as a considerable differentiation of varietal structure in seed production when compared to that in production for use. The regional differentiation was evident in percentages of potato variety groups in the market. Implementation of the new policy by the varieties' owners and introduction of the list of recommended varieties are expected to increase concentration of the varietal structure.

Key words: potato production, seed industry, structure, variety

WSTĘP

W polskim rejestrze odmian znajduje się aktualnie 96 odmian ziemniaka (Zimnoch-Guzowska, 2001), i jest to liczba wystarczająca, chociaż czołowi producenci ziemniaków w krajach Unii Europejskiej jak Holandia i Niemcy legitymują się znacznie większą liczbą odmian przy kilkukrotnie mniejszym areale uprawy ziemniaka (Domański, Sieczka 2000). Istnieje jednak konieczność ciągłego dopływu z hodowli odmian nowych o cechach bardziej korzystnych z punktu widzenia wymagań rynku zbytu, jak i producenta.

Najistotniejsza jest jednak dostępność i zakres rozpowszechnienia poszczególnych odmian w praktyce produkcyjnej.

Produkcja kwalifikowanych materiałów sadzeniakowych ziemniaka stanowi jeden z podstawowych segmentów rynku ziemniaka. Dostarcza najważniejszego środka w produkcji rynkowej ziemniaka oraz stanowi jeden z kierunków biznesu „ziemniaczanego”. Jak wynika z badań (Rembeza, Chotkowski, 2000), wraz z wydłużaniem okresu wymiany sadzeniaków o jeden rok, plony ziemniaków spadają o 8–11 dt/ha. Wymiana materiału nasiennego umożliwia ponadto wymianę dotychczas uprawianych odmian na nowe, o lepszych parametrach technologicznych i użytkowych. Kwalifikowany materiał nasienne umożliwia bezpośrednie przenoszenie do praktyki wytworów postępu biologicznego, jako najtańszego sposobu zwiększania i rozwoju produkcji rolnej (Arseniuk, 2001).

Celem niniejszego opracowania było przeprowadzenie analizy regionalnego zróżnicowania struktury odmianowej ziemniaka w Polsce. Oceniano poziom wzajemnego dostosowania struktury odmianowej w produkcji nasiennej i uprawie na tle potrzeb poszczególnych segmentów rynku i kierunków użytkowania ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

W przeprowadzonej metodami porównawczo-opisowymi analizie wykorzystano oryginalne materiały źródłowe zarówno o charakterze pierwotnym, jak i wtórnym. Można wydzielić trzy ich rodzaje:

- Zgłoszone przez przedsiębiorstwa nasienne w 2000 roku do tzw. banku informacji w IHAR Oddział Bonin oferty sprzedaży sadzeniaków. Ogółem przyjęto 41 oferty przedsiębiorstw nasiennych z terenu całego kraju (Chotkowski, 2000).
- Badania ankietowe IHAR prowadzone przy współpracy IERiGŻ w gospodarstwach rolnych objętych rachunkowością rolną. W skali całego kraju badaniami objęto 1004 plantacji ziemniaka z 573 gospodarstw (Rembeza, Chotkowski, 2000).
- Dane Głównego Inspektoratu Inspekcji Nasiennnej dotyczące udziału odmian ziemniaka w kwalifikacji nasiennej (Informator Nasienny, 2001).

WYNIKI

Oceniając strukturę odmianową produkcji ziemniaków porównano dwa reprezentatywne województwa o specyficznych regionalnych modelach preferencji: województwo wielkopolskie (bulwy o miąższu żółtym) oraz województwo mazowieckie (bulwy o miąższu białym). Oba regiony przodują w produkcji ziemniaka w kraju.

W ostatnim dziesięcioleciu produkcja nasienne ziemniaka zmniejszyła się około dziesięciokrotnie w obydwu województwach, podobnie jak w całym kraju. Udział Mazowska w krajowej produkcji kwalifikowanych sadzeniaków jest nieznacznie niższy od udziału w produkcji ziemniaków ogółem. W poszczególnych latach waha się on w granicach 12–16%. Natomiast udział Wielkopolski w produkcji sadzeniaków sięga 13%, a więc jest o kilka punktów procentowych wyższy w porównaniu do udziału w krajowej produkcji ziemniaków.

Tabela 1

Szacunek wielkości i udziału odmian w produkcji nasiennej ziemniaka w woj. wielkopolskim i mazowieckim (na podstawie danych przedsiębiorstw nasiennych) na tle kraju (dane GIIN)
The estimation of size and varietal structure of seed potato production in the regions wielkopolskie and mazowieckie (based on data of seed companies), compared to the whole country data (GIIN data)

Odmiana Variety	Produkcja sadzeniaków, oferta handlowa (ton) Seed production, commercial offer		Procentowy udział odmian w ofercie w roku 2000 Percentage of varieties in offer in 2000		
	wielkopolskie	mazowieckie	wielkopolskie	mazowieckie	ogółem w Polsce total in Poland
Aster	405	450	12,8	9,6	6,8
Orlik	55	100	1,7	2,1	5,3
Irga	—	985	0,0	21,0	4,9
Bila	200	340	6,3	7,3	4,7
Hinga	—	20	—	0,4	4,6
Ruta	380	540	12,0	11,5	4,3
Ibis	—	230	0,0	4,9	4,1
Sante	70	20	2,2	0,4	3,5
Glada	—	130	0,0	2,8	3,4
Baszta	35	115	1,1	2,5	2,8
Drop	—	100	0,0	2,1	2,8
Bryza	550	—	17,3	0,0	2,5
Maryna	150	125	4,7	2,7	2,5
Muza	—	250	0,0	5,3	2,4
Salto	10	30	0,3	0,6	1,9
Vineta	370	70	11,7	1,5	1,9
Balbina	—	310	0,0	6,6	1,9
Fresco	50	—	1,6	0,0	1,7
Lawina	200	—	6,3	0,0	1,7
Karlana	90	—	2,8	0,0	1,5
Rybitwa	80	100	2,5	2,1	1,4
Beata	—	60	0,0	1,3	1,3
Irys	—	330	0,0	7,0	1,2
Albina	—	45	0,0	1,0	1,2
Molli	80	—	2,5	0,0	0,9
Ania	20	100	0,6	2,1	0,9
Cykada	40	30	1,3	0,6	0,8
Triada	—	20	—	0,4	0,7
Mors	75	42	2,4	0,9	0,6
Bard	150	—	4,7	0,0	0,5
Lord	20	—	0,6	0,0	0,5
Barycz	50	—	1,6	0,0	0,5
Rywal	—	20	0,0	0,4	0,5
Anielka	—	30	—	0,6	0,4
Wawrzyn	—	20	0,0	0,4	0,4
Tara	15	20	0,5	0,4	0,2
Wolfram	—	20	0,0	0,4	0,2
Wiking	—	30	0,0	0,6	0,2
Orłan	30	—	0,9	0,0	0,2
Atol	50	—	1,6	0,0	0,1
Razem Total	3175	4682	100,0	100,0	72,3

Źródło: Opracowanie własne na podstawie badań w wybranych przedsiębiorstwach nasiennych oraz danych GIIN
 Source: Own calculation based on survey in chosen seed companies and GIIN data

Wahania poziomu produkcji wynikają głównie z wielkości dyskwalifikacji plantacji w różnych sezonach wegetacji oraz kondycji ekonomicznej przedsiębiorstw nasiennych, decydującej o skali kontraktacji sadzeniaków w gospodarstwach.

Strukturę odmianową produkcji sadzeniaków w roku 2000 przedstawiono w tabeli 1, na podstawie danych zebranych z przedsiębiorstw nasiennych z województw wielkopolskiego i mazowieckiego.

Badane przedsiębiorstwa przedstawiają ofertę kwalifikowanych sadzeniaków stanowiącą ok. 60% całej produkcji nasiennej ziemniaków w województwie mazowieckim oraz ok. 40% w województwie wielkopolskim. Z kolei strukturę odmianową w uprawie ziemniaka w poszczególnych województwach przedstawiono w tabeli 2. Wyszczególniono w niej odmiany, których udział w uprawie w Polsce przekraczał 1% w 1999 roku. Przedstawione odmiany zajmowały prawie 83% areálu wszystkich upraw ziemniaka w kraju.

Tabela 2

Szacunek wielkości i udziału odmian w uprawie w woj. wielkopolskim i mazowieckim (na podstawie badań ankietowych) na tle kraju (dane GIIN)
The estimation varieties' percentages in cultivation for the regions wielkopolskie and mazowieckie (based on the survey) compared to the whole country data (GIIN data)

Odmiany Varieties	Udział poszczególnych odmian w uprawie, % Percentage of particular varieties, %					
	wielkopolskie		mazowieckie		Polska Poland	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Irga	4,6	3,4	29,5	46,7	12,3	14,0
Bryza	17,4	13,8	3,4	4,2	13,6	13,3
Ibis	6,7	3,2	3,7	8,7	8,0	8,5
Atol	0,2	0,4	0,6	0,5	4,8	4,5
Bronka	0,0	0,0	3,6	4,8	5,7	4,4
Aster	3,9	3,6	0,8	5,5	3,5	4,3
Maryna	8,1	9,1	0,2	1,3	3,0	4,3
Bzura	0,0	0,0	2,5	2,6	2,4	4,2
Mila	0,5	3,3	0,8	0,0	4,0	3,5
Orlik	4,0	5,2	2,1	1,6	3,1	3,4
Irys	0,0	0,0	2,3	3,4	2,1	3,3
Lawina	4,4	1,7	4,6	2,4	2,6	2,5
Ruta	7,7	23,1	0,0	0,5	1,0	2,4
Sante	1,3	2,6	0,0	0,0	0,6	2,0
Ania	0,0	3,6	0,0	0,0	0,8	1,9
Sokół	1,9	0,0	5,2	4,6	4,2	1,7
Hinga	2,9	11,3	0,2	0,8	0,9	1,7
Drop	0,9	0,0	0,7	0,2	1,1	1,1
Kolia	0,3	0,5	0,4	0,6	0,4	1,1
Bila	4,1	2,8	0,0	0,0	1,1	1,0
Suma Total	69,0	87,6	60,3	88,4	75,3	82,9

Źródło: Obliczenia własne na podstawie badań ankietowych IHAR w gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolną dla IERiGŻ

Source: Own calculation based on IHAR surveys in households keeping their own agricultural accountancy for IERiGŻ

Spośród poszczególnych grup użytkowych odmian ziemniaka w omawianych województwach, podobnie jak i w całym kraju, dominują w nasiennictwie odmiany bardzo

wczesne. Stanowią one około jednej trzeciej całej oferty materiału kwalifikowanego ziemniaka (tab. 3). Wynika to z popytu zgłaszanego przez gospodarstwa specjalizujące się w produkcji ziemniaków na najwcześniejszy zbiór. Ze względu na dobrą jakość (smak, walory handlowe) odmian tej grupy część plantacji przeznaczona jest również na tzw. zaopatrzenie jesienno-zimowe ludności miejskiej w ziemniaki jadalne. Inaczej sytuacja przedstawia się w uprawie, gdzie udział odmian bardzo wczesnych w kraju wynosi ok. 18% (tab. 4), oraz występuje wyraźne zróżnicowanie w omawianych województwach. W województwie mazowieckim udział odmian bardzo wczesnych szacuje się na ok. 14%, natomiast w Wielkopolsce jest on podobny do średniej krajowej.

Tabela 3

Porównanie udziału poszczególnych grup odmian w produkcji sadzeniaków kwalifikowanych w woj. wielkopolskim i mazowieckim na tle kraju w 2000 roku, %
The comparison of particular variety groups percentages in qualified seed production for the regions wielkopolskie and mazowieckie in 2000 (compared to the whole country data)

Nazwa grupy odmian Variety group	Polska Poland	Województwo Region	
		wielkopolskie	mazowieckie
Bardzo wczesne Very early	29,5	35,9	32,0
Jadalne o białej lub kremowej barwie miąższu Table varieties with white or cream pulp	7,6	0,0	29,1
Skrobiowe Starch varieties	24,2	6,3	3,1
Zagraniczne Abroad varieties	12,9	20,8	1,9

Źródło: Obliczenia własne na podstawie badań w wybranych przedsiębiorstwach nasiennych oraz danych GIIN
 Source: Own calculations based on studies in chosen seed companies and GIIN data

Województwo mazowieckie obok woj. podlaskiego i lubelskiego stanowi region, w którym konsumenci preferują ziemniaki jadalne o białej lub kremowej barwie miąższu. Dlatego producenci ziemniaków na ten rynek muszą uwzględniać ten fakt w doborze odmian. Odmiany tego rodzaju stanowią ponad 32% w całej ofercie kwalifikowanych sadzeniaków. Można uznać, że na tym polega specyfika rynku nasiennej ziemniaków w regionie, gdyż średnio w kraju udział odmian o białym miąższu stanowi tylko 7,6%, a w województwie wielkopolskim badane przedsiębiorstwa nasienne nie prowadzą rozmnożeń nasiennych odmian o białym lub kremowym miąższu. Z kolei w uprawie w woj. mazowieckim odmiany o tej barwie miąższu stanowią prawie 2/3 areálu, podczas gdy w woj. wielkopolskim jedynie w granicach 5%. W województwie mazowieckim jak i wielkopolskim reprodukuje się prawie wyłącznie odmiany jadalne. Udział odmian skrobiowych to zaledwie 3,5% (dla woj. mazowieckiego) oraz 6,3% (dla woj. wielkopolskiego) z całej oferty przedsiębiorstw nasiennych z tych regionów. Dla porównania średnio w kraju odmiany skrobiowe stanowią 24,2% w nasiennictwie. Z kolei udział w uprawie odmian skrobiowych w woj. mazowieckim jest zbliżony do średniego udziału w kraju (ok. 9%), natomiast w woj. wielkopolskim, pomimo niewielkiej produkcji sadzeniaków odmian skrobiowych, udział w uprawie odmian skrobiowych jest bardzo duży i wynosi ponad 10% w roku 1999 oraz 20% w roku 1998. Związane jest to

z lokalizacją dużych zakładów przetwórczych w tym regionie. Należy sądzić, że sadzeniaki odmian skrobiowych pochodzą głównie spoza województwa.

Analizując strukturę odmianową w produkcji nasiennej trzeba stwierdzić, że w województwie mazowieckim charakteryzuje się ona znacznie większą koncentracją niż średnio w kraju (tab. 1). Na 7 czołowych odmian (o udziale co najmniej 5,0%) przypada prawie 69% całej produkcji. Spośród poszczególnych odmian ziemniaka w ofercie handlowej przedsiębiorstw nasiennych z terenu województwa mazowieckiego zdecydowanie dominuje najpopularniejsza wśród konsumentów regionu odmiana Irga. Jest to odmiana jadalna, średnio wczesna o kremowym miąższu i lekko różowej skórce. Jej udział sięga 21% całej produkcji nasiennej. Pod względem udziału w uprawie w woj. mazowieckim również zdecydowanie dominuje odmiana Irga, której udział w 1999 roku sięgał prawie 47% wszystkich upraw zarówno towarowych jak i nasiennych. Na kolejnych miejscach znajdują się odmiany: Ibis 8,7% (jadalna, średnio wczesna o jasnożółtym, lekko mączystym miąższu i owalnych bulwach) oraz Aster 5,5% (jadalna, bardzo wczesna, zachowująca dobry smak jesienią i zimą, o jasnożółtym, lekko mączystym miąższu, przydatna do przetwórstwa spożywczego). Udział jednostkowy pozostałych odmian nie przekracza 5% (tab. 2). Zwraca jednak uwagę stosunkowo znaczny zasięg uprawy odmian skreślonych z rejestru: Bronka 4,8% (jadalna, późna o białej barwie miąższu) i Sokół 4,6% (jadalna, średnio późna, miąższ biały). Wysoki udział odmian zagranicznych w uprawie woj. mazowieckiego w 1998 roku wynika z prowadzenia przez jedno z badanych gospodarstw na bardzo dużym areale kontraktowej produkcji do przerobu na chipsy (tab. 4).

Tabela 4

Porównanie udziału poszczególnych grup odmian w uprawie w woj. wielkopolskim i mazowieckim na tle kraju w latach 1998 i 1999 (%)
The comparison of percentages of some variety groups in the regions wielkopolskie and mazowieckie in 1998–1999 (compared to the whole country data)

Nazwa grupy odmian Variety group	Polska Poland		Województwo Region			
			wielkopolskie		mazowieckie	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Bardzo wczesne Very early	16,9	17,9	18,8	17,2	13,2	14,4
Jadalne o białej lub kremowej barwie miąższu Table varieties with white or cream pulp	32,3	30,5	9,5	5,2	61,6	64,7
Skrobiowe Starch varieties	9,0	8,2	20,0	10,3	8,8	6,5
Zagraniczne Foreign varieties	9,3	5,2	1,9	2,9	32,3	0,0

Zródło: Obliczenia własne na podstawie badań ankietowych IHAR

Source: Own calculations based on IHAR surveys

Wśród ofert przedsiębiorstw nasiennych z woj. wielkopolskiego (tab. 1) zdecydowaną przewagę posiada odmiana Bryza o ponad 17% udziale. Jest to wyróżniająca się dobrym smakiem odmiana jadalna, średnio późna, posiadająca żółty, lekko mączysty miąższ oraz mniejsze wymagania glebowe. Na rynku nasiennym tego regionu jest jeszcze większa

koncentracja niż w woj. mazowieckim. Na 7 czołowych odmian przypada ponad 71% udziału. Sytuacja w uprawie w woj. wielkopolskim jest odmienna w porównaniu do produkcji nasiennej w tym regionie. W ogólnej uprawie największy udział (choć nie tak wielki jak odmiany Irga w woj. mazowieckim) ma odmiana Ruta — 23,1% (jadalna, bardzo wczesna, jasno żółty miąższ), następnie Bryza — 13,8%, Maryna — 9,1% (jadalna, średnio wczesna, żółty miąższ, wysoki potencjał plonowania), Orlik — 5,2% (jadalna, bardzo wczesna, zachowująca dobry smak jesienią i zimą, jasno żółty miąższ, nadaje się na przetwory spożywcze) oraz odmiana skrobiowa Hinga — 11,3% (późna, wysoka zawartość i plon skrobi). Pozostałe odmiany nie przekraczają 5% udziału w uprawie (tab. 2).

WNIOSKI

1. Polska charakteryzuje się rozdrobnieniem struktury odmianowej w nasiennictwie i uprawie. Sytuacja w tym zakresie porównywalna jest z Niemcami, natomiast inna niż w Holandii, gdzie zdecydowanie dominuje jedna odmiana Bintje (Rembeza, 1995). Produkcja nasiennej części odmian wykazuje koncentrację w danym regionie (np. Bryza, Irga), natomiast innych (Aster, Ruta) rozmieszczona jest bardziej równomiernie na terenie kraju.
2. W strukturze odmianowej produkcji nasiennej ziemniaka zachodzą istotne zmiany w poszczególnych latach, czemu sprzyja zmniejszająca się skala produkcji i obrotu sadzeniakami kwalifikowanymi. Większej stabilności struktury odmianowej i jej koncentracji sprzyjać będzie prowadzenie odpowiedniej polityki nasiennej przez właścicieli odmian oraz upowszechnianie przez COBORU listy odmian rekomendowanych, opracowanej na podstawie wyników porejestrowego doświadczałnictwa odmianowego (Gacek, Behnke, 1999).
3. W grupach użytkowych odmian na bardzo wczesny zbiór oraz odmian skrobiowych stwierdza się dwukrotnie wyższy udział w nasiennictwie niż w uprawie. Wynika to z wyższej częstotliwości wymiany kwalifikowanego materiału nasiennego w tej części produkcji ziemniaka, która jest ukierunkowana na rynek.
4. Badania potwierdziły zdecydowaną dominację we wschodniej części kraju (reprezentowanej przez woj. mazowieckie) odmian o białej lub kremowej barwie miąższu. Jednak ze względu na to, że czołowe odmiany tej grupy, jak Bronka i Sokół, zostały już kilka lat temu skreślone z rejestru oraz brak dopływu z hodowli nowych odmian o tych cechach, należy liczyć się ze stopniowym wypieraniem odmian białych przez odmiany o żółtym (jasnożółtym) miąższu również w tradycyjnych regionach dominacji ziemniaków o białej barwie miąższu.
5. Struktura produkcji nasiennej w regionach, jak i w całym kraju w małym stopniu pokrywa się z udziałem odmian w uprawie. Wynika to z ogólnokrajowego, a nie lokalnego czy regionalnego charakteru rynku sadzeniaków oraz średnio różnej częstotliwości wymiany materiału kwalifikowanego poszczególnych grup użytkowych odmian. Ponadto niniejszy udział w produkcji kwalifikatów kilku czołowych odmian jadalnych wynika z trudności w nasiennictwie powodowanych niższą odpornością na choroby wirusowe (Turska, Wróbel, 2000).

6. Zwiększa się zagrożenie konkurencyjne odmian zagranicznych. Dotyczy to nie tylko odmian do przetwórstwa na frytki i chipsy, ale również odmian bardzo wczesnych oraz odmian jadalnych na późniejszy zbiór. Konkurencja odmian zagranicznych zaznacza się głównie w zachodniej części kraju o wyższej intensywności i towarowości rolnictwa.

LITERATURA

- Arseniuk E. 2001. Działalność instytutów rolniczych na rzecz podniesienia efektywności hodowli roślin i nasiennictwa w Polsce – osiągnięcia i zagrożenia. *Post. Nauk Rol.* 1: 97 — 107.
- Chotkowski J. 2000. Bank informacji o rynku ziemniaka gromadzi oferty sprzedaży sadzeniaków. *Ziemniak Polski*, 3: 32— 36 oraz 4: 39 — 40.
- Domański L. Sieczka M. 2000. Hodowla ziemniaka w Polsce i w niektórych krajach zachodnich. *Wieś Jutra*, 3: 11 — 13.
- Dzwonkowski W., Szczepaniak I., Rosiak E., Chotkowski J., Rembeza J. 2000. Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. Raporty rynkowe nr 18, MRiRW, ARR, IERiGŻ, Warszawa, ss. 28.
- Gacek E., Behnke M. 1999. Proces adaptacji polskiego doświadczeń rolniczego do gospodarki rynkowej i standardów Uni Europejskiej. *Wiadomości Odmianoznawcze. COBORU, Słupia Wielka*: 7 — 14.
- Informator Nasienny. 2001. Inspekcja Nasienna. Główny Inspektorat. Warszawa, ss. 164
- Rembeza J. 1995. Produkcja i rynek ziemniaka w krajach europejskich. *Inst. Ziemn. Bonin*, ss. 154.
- Rembeza J., Chotkowski J. 2000. Wykorzystanie postępu hodowlano-nasiennego w produkcji ziemniaków. *Post. Nauk Rol.* 1: 71 — 82.
- Turska E., Wróbel S. 2000. The role of resistance of potato cultivars to viruses in seed potato production in Poland. *Potato Research* 43, 4: 402.
- Zimnoch-Guzowska E. 2001. Hodowla ziemniaka w Polsce – stan obecny, osiągnięcia i perspektywy. *Ogólnopolskie Forum Prod., Dyst. i Przetw. Ziemn. IHAR Jadwisin*: 17 — 23.

HALINA MIODUSZEWSKA

Zakład Genetyki i Fizjologii Roślin

Instytut Biologii

Akademia Podlaska w Siedlcach

Wpływ nawożenia azotem na aktywność peroksydazy i katalazy w bulwach ziemniaka odmiany Uran

The effect of nitrogen fertilization on peroxidase and catalase activity in tubers of the potato cv. Uran

Badania polowe mające na celu zbadanie wpływu nadmiernego nawożenia azotem na aktywność peroksydazy i katalazy w bulwach ziemniaka były prowadzone w trzech sezonach wegetacyjnych. Aktywność enzymów oznaczano w bulwach ziemniaka odmiany Uran pobranych z poletek w okresie od połowy lipca (kwitnienie i początek tuberyzacji) do końca września (zbiór). Najwyższą aktywność peroksydazy i najniższą katalazy, zarówno w bulwach pochodzących z poletka nawożonego azotem jak i nie nawożonego, notowano w okresie kwitnienia i początku tuberyzacji. W miarę dojrzewania bulw malała aktywność peroksydazy a rosła katalazy zwłaszcza w fazie zasychania naci. Efekt działania nawożenia azotem na aktywność badanych enzymów był istotny w czasie całej wegetacji. Obserwowano średnio o około 43% wyższą aktywność obu enzymów w bulwach pochodzących z poletka nawożonego azotem w dawce $200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Słowa kluczowe: bulwy ziemniaka, katalaza, nawożenie azotem, peroksydaza

Field experiments were conducted in three vegetation periods in order to examine the effect of nitrogen fertilization (0 or $200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) on peroxidase and catalase activities in tubers of the potato cv. Uran. Activity of the enzymes was determined in three growth phases of the period from July (flowering) to September (harvest). The highest activity of peroxidase and the lowest of catalase were recorded at the flowering phase, independently on the nitrogen fertilization. Next, the activity of peroxidase decreased until harvest and that of catalase increased, reaching the maximum at the haulm drying up time. The effect of nitrogen fertilization on the increase of peroxidase and catalase activities was significant during a whole vegetation period. The difference was about 43%, in comparison to the non-fertilized tubers. The observed increase of these anti-oxidative enzymes activity could result from an oxidative stress caused by the excessive N-dose

Key words: catalase, nitrogen fertilization, peroxidase, potato tubers

WSTĘP

Nawożenie azotem odgrywa bardzo ważne znaczenie we wzroście i rozwoju roślin ziemniaka. Optymalna rolniczo dawka azotu dla średnio wczesnych i późnych odmian ziemniaka wynosi 100–175 kg N · ha⁻¹, zależnie od ich wymagań nawozowych (Anonim, 2000). Przy umiarkowanym i optymalnym zaopatrzeniu roślin w azot, składnik ten nie wykazuje w zasadzie wpływu na zawartość suchej masy bulw i jej składników (Fotyma, 1985; Roztropowicz, 1989). Natomiast nawożenie azotem w wysokich dawkach wywołuje podwyższenie zawartości związków azotowych oraz zmniejszenie zawartości suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka (Leszczyński i Lisińska, 1986; Roztropowicz, 1989). Wysokie dawki azotu powodują także spadek zawartości witaminy C, a wzrost koncentracji azotu ogólnego i białkowego (Mazur i in., 1987).

Peroksydaza i katalaza to enzymy odgrywające ważną rolę w regulacji procesów wzrostu i rozwoju roślin. Rola peroksydazy we wzroście roślin polega m.in. na udziale w syntezie lignin (Macur in., 1991) i utlenianiu kwasu indoliloctowego. Utlenianie IAA przez peroksydazę następuje przy udziale nadtlenu wodoru, podczas gdy katalaza rozkładając nadtlenek wodoru, pełni rolę ochronną względem auksyn (Van Hustee i Cairns, 1982). Enzymy te należą również do pierwszej linii obronnej tzn. ich aktywność bardzo szybko wzrasta, w przypadku reakcji roślin na patogen czy działanie stresu typu zbyt wysokie nawożenie mineralne (Okuda i in., 1991).

Celem prezentowanych w tej pracy badań było określenie, czy stosowane w dawce supraoptymalnej dla badanej odmiany, nawożenie azotem wpływa na poziom aktywności peroksydazy i katalazy w bulwach ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych. Bulwy ziemniaka odmiany Uran w końcu kwietnia i na początku maja wysadzano na poletkach o zróżnicowanym nawożeniu azotem: bez nawożenia azotowego (0 kg N · ha⁻¹) oraz w dawce 200 kg N · ha⁻¹.

Fosfor zastosowano w ilości 60 kg P₂O₅ na hektar i nawozy potasowe w ilości 120 kg K₂O na hektar. Stosowano ogólnie przyjęte zabiegi pielęgnacyjne i agrotechniczne.

Bulwy do oznaczeń aktywności enzymów pobierano trzykrotnie po 10 bulw od lipca do końca września w następujących fazach rozwoju roślin:

- kwitnienia i zawiązywania bulw,
- początku zasychania naci,
- całkowitego zaschnięcia naci i zbioru bulw.

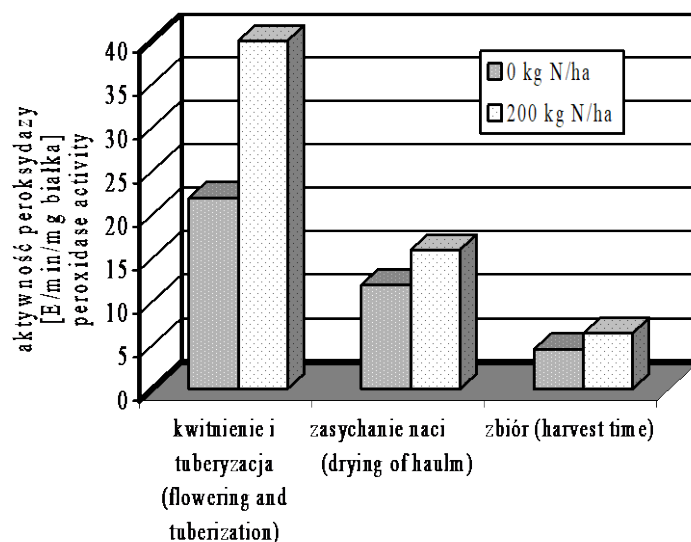
Z 10 bulw pobierano 25g części korowej bulw (wraz z oczkami) i homogenizowano z 50 cm³ 50 mmol · dcm⁻³ buforu fosforanowego o pH 7,0. Homogenat wirowano przez 10 min. przy 15 000 g w temp. 4°C. Otrzymany supernatant służył do oznaczeń aktywności enzymów.

Aktywność peroksydazy oznaczano, stosując jako substrat benzydinę, według metody opisaną przez Rychter i Lewaka (1971). Aktywność katalazy oznaczono metodą opisaną

przez Bergmayera (1963). Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Dokonano dwukierunkowej analizy wariancji, biorąc pod uwagę jako czynniki doświadczenia terminy pobierania prób i nawożenie azotem. Wyliczono najmniejszą istotną różnicę dla wariantów nawożenia.

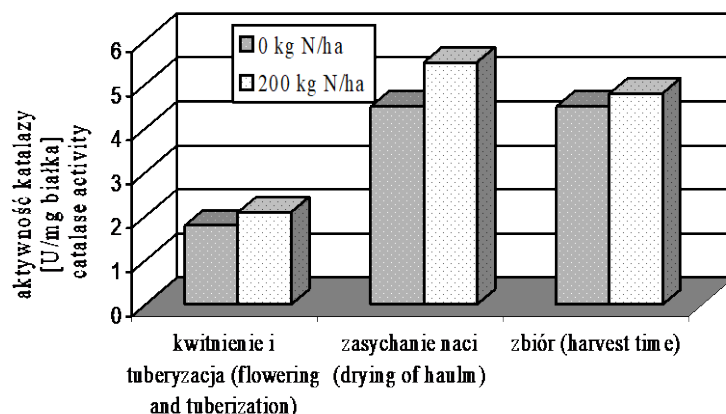
WYNIKI I DYKUSJA

Aktywność peroksydazy i katalazy zmieniała się w czasie wegetacji roślin ziemniaka (rys. 1 i 2). W okresie kwitnienia i zawiązywania bulw obserwowano wysoki poziom aktywności peroksydazy i niski katalazy zarówno w bulwach nawożonych, jak i nie nawożonych azotem. Na podstawie prac Mioduszevskiej i Bielińskiej-Czarneckiej (1998) można przypuszczać, że peroksydaza to enzym odpowiedzialny za tuberyzację ziemniaka. W tuberyzujących roślinach ziemniaka stwierdzono, bowiem zdecydowanie wyższą aktywność peroksydaz niż w nietuberyzujących. Peroksydaza odpowiada za proces tuberyzacji prawdopodobnie poprzez regulację poziomu auksyn i etylenu w stolonach. Z drugiej strony Kumar i Wareing (1974) donosili o inhibicji tworzenia się bulw przy wysokiej koncentracji kwasu indoliloctowego.



Rys. 1. Zmiany aktywności peroksydazy w bulwach ziemniaka w okresie wegetacji (średnie z trzech sezonów). NIR = 2,9

Fig. 1. Changes of peroxidase activity in potato tubers during vegetation (average of three seasons). LSD = 2.9



Rys. 2. Zmiany aktywności katalazy w bulwach ziemniaka w okresie wegetacji (średnie z trzech sezonów). NIR = 0,9

Fig. 2. Changes of catalase activity in potato tubers during vegetation (average of three seasons). LSD = 0.9

W okresie tuberyzacji wysoką aktywność peroksydazy i kwasnej fosfatazy obserwowali już wcześniej Mioduszevska i wsp. (1983). W bulwach młodych występuje też wysoki poziom nieorganicznej pyrofosfatazy (Viola i Davies, 1991) i enzymów proteolitycznych (Mioduszevska i in., 1983). W miarę wzrostu bulw i ich dojrzewania malała aktywność peroksydazy, a rosła katalazy (osiągając maksimum w okresie zaschnięcia naci). Wyniki te potwierdzają wcześniejsze spostrzeżenia innych badaczy w tym m.in. De Kock i wsp. (1979) wykazujące, że w bulwach ziemniaka wzrostowi poziomu katalazy towarzyszy spadek aktywności peroksydazy.

Nawożenie azotem, zastosowane w dawce $200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (dawka optymalna azotu dla odmiany Uran wynosi $81 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) modyfikowało poziom aktywności badanych enzymów. Obserwowano wysoce istotną stymulację aktywności peroksydazy w okresie kwitnienia i tuberyzacji, a katalazy w okresie zasychania naci (rys. 1 i 2). W pozostałych terminach aktywność badanych enzymów była wyższa w bulwach nawożonych niż nienawożonych azotem, ale różnice te nie były tak istotne. Stymulujący wpływ nawożenia azotem na aktywność peroksydazy i katalazy obserwowali także inni badacze np. (Gurgul i in., 1980) u kapusty, a Kaczmarczyk i wsp. (1993) w liściach pszenicy. Autorzy ci stwierdzili, że nawożenie mineralne, a szczególnie azotowe i poziom jego dawki są istotnym czynnikiem modyfikującym aktywność peroksydazy i katalazy w liściach roślin uprawnych.

Prezentowane w tej pracy wyniki sugerować mogą, że azot poprzez wpływ na aktywność peroksydazy i katalazy, enzymów uczestniczących w regulacji gospodarki hormonalnej, może oddziaływać na plon i jakość ziemniaków. Dalsze badania winny wyjaśnić,

czy wysoka aktywność peroksydazy i katalazy w bulwach ziemniaka przy zastosowaniu supraoptymalnych dawek azotu może wpływać ujemnie na akumulację plonu bulw.

Podwyższenie aktywności peroksydazy i katalazy pod wpływem nawożenia azotowego zastosowanego w wysokich dawkach może sugerować również, że nawożenie mineralne prawdopodobnie wywołuje stres oksydacyjny w roślinach ziemniaka poprzez produkcję wolnych rodników. Dlatego też roślina wzmaga poziom enzymów antyoksydacyjnych typu peroksydaza i katalaza i produkcję innych metabolitów np. fenoli (Rogozńska, 1995) w celu zapobieżenia uszkodzeń komórek roślinnych przez reaktywne formy tlenu.

Obserwowany wzrost aktywności peroksydazy i katalazy (enzymów antyoksydacyjnych), zachodzący pod wpływem wysokich dawek azotu, w bulwach ziemniaka może sugerować występowanie stresu oksydacyjnego w komórkach ziemniaka.

WNIOSKI

1. Najwyższą aktywność peroksydazy obserwowano w okresie kwitnienia i zawiązywania bulw, a katalazy w okresie zasychania naci.
2. Nawożenie azotem, zastosowane w dawce supraoptymalnej, powodowało podwyższenie aktywności zarówno peroksydazy, jak i katalazy. Podwyższenie poziomu aktywności badanych enzymów w bulwach pochodzących z poletka nawożonego azotem może sugerować, że nawożenie azotem poprzez wpływ na te enzymy, uczestniczące w regulacji poziomu hormonów roślinnych, może wpływać na wielkość i jakość plonu bulw odmiany Uran.

LITERATURA

- Anonim. 2000. Charakterystyka zrejoniowanych odmian ziemniaka. IHAR, Jadwisin.
- Bergmayer H. U. 1963. Methods of enzymatic analysis. Acad. Press, New York pp: 888.
- De Kock P. C., Hall A., Inkson R. H. E. 1979. A study of peroxidase and catalase distribution in the potato tuber. Ann. Bot. 43: 295 — 298.
- Gurgul E., Kołota E., Ściążko D. 1980. Próba określenia zależności między aktywnością niektórych enzymów a poziomem nawożenia azotowego oraz plonem kapusty nawadnianej i nie nawadnianej. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 24, 85: 33 — 42.
- Fotyma M. 1985. Podstawy mineralnego żywienia ziemniaka. W: Biologia ziemniaka. W. Gabriel (red.) PWN, Warszawa: 134 — 156.
- Kaczmarczyk S., Koszańska E., Ściążko D., Roy M. 1993. Przebieg niektórych procesów fotosyntetycznych oraz plonowanie pszenicy ozimej i pszenżyta pod wpływem deszczowania i nawożenia azotem. Część II. Aktywność niektórych enzymów oraz plonowanie pszenicy ozimej i pszenżyta. Acta Agrobot. 46: 31 — 38.
- Kumar D., Wareing P. F. 1974. Studies on tuberization of *Solanum andigena*. II. Growth hormones and tuberization. New Phytol. 73: 833 — 840.
- Leszczyński W., Lisińska G. 1986. Wpływ nawożenia azotem i terminu sadzenia ziemniaka Atol, Cisa i Reda na zmiany jakości bulw. Bul. Inst. Ziemn. 34: 63 — 70.
- Macur R. E., Mathre D., Olsen R. A. 1991. Interaction between iron nutrition and Verticillium wilts resistance in tomato. Plant and Soil 134: 281 — 286.
- Mazur T., Ciećko Z., Krefft L., Bieniaszewska J. 1987. Działanie nawożenia azotem na plonowanie i niektóre cechy jakościowe ziemniaków uprawianych w województwie olsztyńskim. W: Agrotechnika ziemniaka i wybrane zagadnienia z przechowalnictwa. I. Ziemn., Bonin: 158 — 160.

- Mioduszevska H., Bielińska-Czarnecka M., Białek K. 1983: Activity of some enzymes in developing potato tubers as compared to endogenous gibberellin activity. *Bull. Acad. Polon. Sci., Ser. Sci. Biol.* 31: 85 — 90.
- Mioduszevska H., Bielińska-Czarnecka M., Kłoczek J. 1998. Zmiany aktywności peroksydaz w roślinach ziemniaka hodowanych w kulturach *in vitro*. Materiały konferencji i obrad sekcji 51 Zjazdu PTB — Gdańsk 98: 334.
- Okuda T., Matsuda Y., Sagisaka S. 1991. Abrupt increase in the level of hydrogen peroxide in leaves of winter wheat in caused by cold treatment. *Plant Physiol.* 97: 1265 — 1267.
- Rogozińska I. 1995: Wpływ nawożenia azotowego na bilans azotu i szkodliwych dla zdrowia substancji chemicznych w bulwach ziemniaka. *Post. Nauk Rol.* 1: 59 — 65.
- Roztropowicz S. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.* 1, 21: 33 — 76.
- Rychter A., Lewak S. 1971. Apple peroxidases. *Phytochem.* 10: 1609 — 1703.
- Van Hustee R. B., Cairns W.L. 1982: Progress and prospect in use of peroxidase to study cell development. *Phytochem.* 21: 1843 — 1847.
- Viola R., Davies H. V. 1991. Fluoride- induced of starch biosynthesis in developing potato, *Solanum tuberosum* L., tubers is associated with pyrophosphate accumulation. *Plant Physiol.* 97: 105 — 110.

CEZARY TRAWCZYŃSKI

Zakład Agronomii Ziemiaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

Wpływ rzutowego i rzędogo nawożenia mocznikiem na wysokość plonu i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka

The influence of broadcasting and row fertilization of urea on the yield and some qualitative properties of potato tubers

W latach 1997–1999 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Jadwisin przeprowadzono doświadczenie polowe, którego celem było określenie wpływu rzutowego i rzędogo nawożenia mocznikiem na plon bulw i jakość ziemniaków uprawianych w warunkach gleby lekkiej. W badaniach uzyskano istotnie wyższy plon bulw ziemniaków pod wpływem rzędogo nawożenia mocznikiem (średnio o 4,8%) oraz stwierdzono o 3% więcej bulw handlowych w plonie (średnica powyżej 4 cm) w stosunku do rzutowego nawożenia. Pod wpływem rzędogo nawożenia mocznikiem stwierdzono istotnie niższą zawartość azotu ogólnego w bulwach w stosunku do rzutowego nawożenia. Sposób nawożenia nie miał istotnego wpływu na zróżnicowanie procentowej zawartości skrobi, azotanów, suchej masy, fosforu, potasu i magnezu w bulwach oraz na zmianę barwy miąższu bulw po ugotowaniu.

Słowa kluczowe: azot, jakość, nawożenie rzutowe, nawożenie rzędoge, plon, ziemniak

In the years 1997–1999, under light soil conditions, the field experiment was carried out upon the influence of broadcasting and row fertilization of urea on the potato yield and its quality. Higher significant yield of tubers was obtained when the row fertilization of urea was applied mean difference of 4.8%. The yield of marketable tubers (of diameter above 4 cm) was about 3% higher when compared to the broadcasting fertilization. The row fertilization of urea caused a significant decrease of the content of nitrogen in tubers, in relation to the broadcasting fertilization. The method of fertilization did not cause a significant differentiation of starch, nitrates, dry matter, phosphorus, potassium and magnesium content in tubers and did not influence the blackening of tubers after cooking.

Key words: broadcasting fertilization, nitrogen, potato, quality, row fertilization, yield

WSTĘP

Nawożenie azotem ma decydujący wpływ na wysokość uzyskanego plonu i jego jakość (Fotyma, Mercik, 1995; Czuba, 1996; Marks, 1996; Fotyma, Fotyma, 1998; Vildflush, Tsyanov, 1999). Należy przy tym podkreślić, że azot dostarczany do gleby w formie

nawozów mineralnych jest składnikiem droгим i zastosowanie we właściwym terminie i określonej ilości decyduje o efektywności jego wykorzystania przez rośliny (Grzeškowiak, 1999).

Obok ustalenia terminu i wysokości dawki nawozu ważna jest też technika stosowania (Skwarski, Skwarska, 1996; Wojnowska i in., 1998). Rzutowy wysiew sprawia, że część nawozu podczas sadzenia ziemniaków może znaleźć się wewnątrz redlin, a część na ich powierzchni i w większym lub mniejszym stopniu może stać się nieprzystępny dla roślin (Jabłoński, 1996; Trawczyński, Grzeškiewicz, 2000).

Mając na uwadze powyższe zagadnienie przeprowadzono badania polowe, których celem było porównanie działania takich samych dawek mocznika przy rzutowym (na całą powierzchnię) stosowaniu w stosunku do rzędowego (zlokalizowanego) nawożenia.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1997–1999 przeprowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie doświadczenie polowe na glebie lekkiej, kwaśnej o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego pylastego. Gleba charakteryzowała się wysoką zawartością fosforu oraz średnią potasu i magnezu.

Zróżnicowany poziom nawożenia ziemniaków azotem w formie mocznika stosowano na tle obornika bydlęcego ($25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) przy stałym poziomie fosforu $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ (superfosfat potrójny 46%) i potasu $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ (sól potasowa 57%). Nawozy te stosowano jesienią przed wykonaniem orki przedzimowej.

Doświadczenie dwuczynnikowe zakładano metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu był sposób nawożenia: A — nawożenie rzutowe (bezpośrednio przed sadzeniem ziemniaków), B — nawożenie rzędowe (w trakcie sadzenia ziemniaków). Czynnikiem II rzędu był zróżnicowany poziom nawożenia azotem:

- $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$,
- $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Do rzędowego nawożenia w badaniach wykorzystano agregat sadząco-nawożący wyprodukowany w Fabryce Maszyn i Urządzeń w Strzelcach Opolskich, gdzie na sadzarce taśmowo-czerpakowej S222 zamontowany został dozownik do wysiewu nawozów. Wysiewany nawóz umieszczany był w redlinie w odległości 5–7 cm obok sadzeniaka. Ziemniaki odmiany Irga (maksymalna biologicznie dawka N dla tej odmiany wynosi $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, a dawka zalecana $140 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Głuska, Zgórska, 2000) wysadzano sadzarką w II dekadzie kwietnia, a zbierano przy pomocy kombajnu ziemniaczanego w II lub III dekadzie września. Podczas zbioru określano wysokość plonu bulw oraz pobierano próby bulw w celu oznaczenia wielkości bulw w plonie, procentowej zawartości skrobi w bulwach, ciemnienia miąższu bulw po ugotowaniu oraz składu chemicznego bulw (zawartość azotanów, suchej masy oraz azotu, fosforu, potasu i magnezu w suchej masie bulw).

WYNIKI

Analiza statystyczna wykazała, że niezależnie od wysokości zastosowanych dawek nawożenia azotem uzyskano w badaniach istotnie wyższy plon bulw ziemniaków pod wpływem rzędowego nawożenia mocznikiem (średnio o 4,8%) w stosunku do nawożenia rzutowego. Niezależnie od sposobu nawożenia mocznikiem wzrastające dawki azotu spowodowały istotny przyrost plonu bulw. Najwyższy plon bulw uzyskano pod wpływem dawki $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i był on istotnie wyższy w stosunku do dawki $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$. Plon bulw uzyskany na dawce $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ nie różnił się istotnie w stosunku do plonu bulw uzyskanego na dawce $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$. W badaniach stwierdzono lepsze wykorzystanie składników przy rzędowym ich stosowaniu. Na każdej dawce azotu przy rzędowym nawożeniu plon bulw był wyższy w stosunku do rzutowego nawożenia.

Przy dawce $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ w moczniku zastosowanym rzędowo uzyskano plon bulw na zbliżonym poziomie jak przy dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ zastosowanej rzutowo przed sadzeniem. Przy wyższym poziomie dawek efektywność rzędowego nawożenia w stosunku do rzutowego stosowania mocznika była niższa (tab. 1).

Tabela 1

Wpływ sposobu nawożenia mocznikiem oraz zróżnicowanych dawek azotu na wysokość plonu bulw ziemniaka (Jadwisin 1997–1999)
Effect of the urea fertilization method and diversified doses of N on yield of potato tubers (Jadwisin 1997–1999)

Sposób nawożenia Method of fertilization	Plon bulw przy dawce N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) Yield of tubers at dose of N				Średnio dla sposobu nawożenia Mean for fertilization method
	30	60	90	120	
Rzutowo Broadcasting	27,2	29,5	32,2	34,1	30,7
Rzędowo Row	29,4	31,4	33,4	34,5	32,2
Średnio dla dawek N Mean for N doses	28,3	30,4	32,8	34,3	
NIR _{0,05}			1,9		1,3
LSD _{0,05}					

Wraz ze wzrostem dawek nawożenia azotem odnotowano większy procent bulw dużych w plonie (średnica powyżej 6 cm). Udział procentowy bulw dużych w plonie pod wpływem rzutowego nawożenia wzrastał w zakresie dawek $30\text{--}120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i wahał się w granicach od 14 do 29%, natomiast w przypadku rzędowego nawożenia w zakresie dawek $30\text{--}90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ i wynosił od 19 do 29%.

Pod wpływem rzędowego nawożenia stwierdzono średnio o 3% większy udział procentowy bulw handlowych w plonie w stosunku do rzutowego stosowania mocznika (tab. 2).

Sposób nawożenia, jak i zróżnicowany poziom nawożenia azotem nie miały istotnego wpływu na zmianę barwy miąższu bulw ocenianych po ugotowaniu, procentową zawartość skrobi oraz procentową zawartość suchej masy w bulwach. Nie udowodniony statystycznie

był również wpływ badanych czynników na zawartość fosforu, potasu i magnezu oznaczonych w suchej masie bulw.

Tabela 2

Procent wagowy bulw w plonie w zależności od sposobu nawożenia oraz zróżnicowanych dawek azotu.
(Jadwisin 1997–1999)

Distribution of tuber size in relation to the fertilization method and doses of N.
(Jadwisin 1997–1999)

Sposób nawożenia Method of fertilization	Dawka N kg · ha ⁻¹ Dose of N	Średnica poprzeczna bulw w mm Size diameter of tubers mm					Udział w plonie ziemniaków jadalnych, % Share in yield of table potatoes, %
		< 30	30–40	40–50	50–60	> 60	
Rzutowo Broadcasting	30	2	15	34	35	14	83
	60	1	15	29	33	22	84
	90	1	12	33	30	24	87
	120	1	11	29	30	29	88
Średnio Mean		2	13	31	32	22	85
Rzędowo Row	30	1	13	33	34	19	86
	60	1	11	37	29	21	87
	90	1	11	29	30	29	88
	120	—	11	30	30	29	89
Średnio Mean		1	11	32	31	25	88

Wzrastający poziom nawożenia azotem spowodował istotny wzrost zawartości azotanów w bulwach, ale tylko pod wpływem rzutowego nawożenia. W obrębie dawek azotu stosowanego rzędowo nie stwierdzono istotnego zróżnicowania zawartości azotanów w bulwach. Istotnie wyższą zawartość azotanów w bulwach stwierdzono pod wpływem rzutowego nawożenia na obiekcie, gdzie zastosowano 120 kg · ha⁻¹ N w stosunku do wszystkich porównywanych dawek. Niezależnie od poziomu nawożenia azotem pod wpływem rzutowego nawożenia mocznikiem stwierdzono wyższą zawartość azotanów w bulwach w stosunku do rzędowego nawożenia, ale różnica nie była udowodniona statystycznie. Istotnie wyższa natomiast była zawartość azotu ogólnego w bulwach przy rzutowym nawożeniu oraz istotnie zróżnicowana zawartość tego składnika w odniesieniu do wysokości zastosowanego nawożenia azotem. Udowodnione statystycznie różnice stwierdzono pomiędzy najniższym poziomem — 30 kg · ha⁻¹ N i wyższymi zastosowanymi dawkami azotu; 60, 90 i 120 kg · ha⁻¹ (tab. 3).

DYSKUSJA

Badania własne, odnośnie korzyści z rzędowego stosowania mocznika w stosunku do plonu bulw zbieżne są z innymi przeprowadzonymi badaniami. Jabłoński (1996) wykazał istotny wzrost plonu bulw przy nawożeniu rzędowym mocznikiem, kiedy nawóz umieszczono w redlinie z obu stron sadzeniaka. Wzrost plonu ziemniaków w porównaniu z nawożeniem rzutowym wyniósł 4,0 t · ha⁻¹, co stanowiło 13,1%. Rzędowe nawożenie pod sadzeniak dawało o połowę mniejszy przyrost plonu. Jabłoński (1996) w warunkach

gleby średniej stwierdził też, że przy dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ w moczniku zastosowanym rzędowo uzyskano plon ogólny i plon frakcji sadzeniaków na podobnym poziomie jak przy dawce $130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ zastosowanej rzutowo przed sadzeniem, tj. o $70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyższej od zastosowanej rzędowo. W badaniach własnych prowadzonych na glebie lekkiej rzędowe stosowanie azotu dawało mniejszy przyrost plonu w stosunku do rzutowego ich stosowania niż podaje Jabłoński (1996). Plon przy $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu zastosowanego rzędowo był równy plonowi uzyskanemu przy dawce $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu zastosowanej rzutowo, tj. o $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ wyższej od zastosowanej rzędowo. W odniesieniu do zawartości skrobi w bulwach Jabłoński (1996) oraz Gronowicz i wsp. (2000) stwierdzili, że istotnie wzrasta zawartość tego parametru pod wpływem rzędowego nawożenia, czego nie potwierdziły badania własne. W badaniach własnych, jak i Jabłońskiego (1996) nie stwierdzono niekorzystnego wpływu rzędowego nawożenia na zawartość azotanów w bulwach.

Tabela 3

Wpływ sposobu nawożenia mocznikiem oraz zróżnicowanych dawek azotu na skład chemiczny bulw ziemniaka (Jadwisin 1997–1999)
Effect of the fertilization method of urea and diversified doses of N on chemical composition of potato tubers (Jadwisin 1997–1999)

Sposób nawożenia Method of fertilization	Dawka N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ Dose of N	Zawartość Content			Zawartość procentowa w suchej masie Percentage content in dry matter			
		skrobia starch %	azotany nitrates $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	sucha masa dry matter %	N	P	K	Mg
Rzutowo Broadcasting	30	13,6	74,0	20,7	1,13	0,33	2,22	0,10
	60	13,6	89,3	20,8	1,31	0,34	2,24	0,10
	90	13,6	97,6	21,0	1,37	0,34	2,25	0,10
	120	13,6	132,3	20,3	1,36	0,35	2,29	0,10
Średnio Mean		13,5	98,3	20,7	1,29	0,34	2,25	0,10
Rzędowo Row	30	14,0	78,0	20,0	1,13	0,33	2,21	0,10
	60	13,8	79,6	20,4	1,20	0,35	2,26	0,10
	90	13,6	83,3	20,9	1,24	0,36	2,22	0,10
	120	13,4	98,3	21,3	1,22	0,35	2,24	0,10
Średnio Mean		13,7	84,8	20,6	1,19	0,35	2,23	0,10
NIR _{0,05}		ni	ni	ni	0,08	ni	ni	ni
LSD _{0,05}		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	NIR _{0,05}	ni	29,4	ni	0,12	ni	ni	ni
	LSD _{0,05}	ns		ns		ns	ns	ns

ni — Nie istotny

ni — Non significant

W innych badaniach (Gronowicz, 2000) stwierdzono, że plon ogólny bulw nawożonych rzędowo był o 6,9% większy od nawożonych rzutowo, a dawka $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ aplikowana rzędowo zrównoważyła plon bulw otrzymany pod wpływem dawki $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ zastosowanej rzutowo, tj. podobnie jak w moich badaniach o $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wyższej od stosowanej rzędowo. W badaniach Gronowicz (2000) stwierdziła również, że dawki azotu oraz sposób ich aplikacji w niewielkim stopniu zróżnicowały strukturę plonu bulw. Gronowicz i wsp. (2000) uzyskali w badaniach wyższą zawartość suchej masy w

bulwach nawożonych rzędowo niż po zastosowaniu azotu na całą powierzchnię, czego nie potwierdziły przeprowadzone badania.

WNIOSKI

1. Na glebie lekkiej, kwaśnej o składzie mechanicznym piasku gliniastego lekkiego pylastego pod wpływem rzędowego nawożenia mocznikiem uzyskano istotnie wyższy plon bulw (średnio o 4,8%) w stosunku do nawożenia rzutowego.
2. Wzrastające dawki azotu spowodowały istotny wzrost plonu ogólnego bulw. Dawka $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ wprowadzona rzędowo równoważyła plon uzyskany pod wpływem $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu zastosowanego na całą powierzchnię.
3. Nawożenie rzędowe zwiększyło udział bulw handlowych w plonie ogólnym średnio o 3% w porównaniu z rzutowym sposobem nawożenia.
4. Sposób stosowania nawozu nie miał wpływu na istotne zróżnicowanie składu chemicznego bulw z wyjątkiem azotu ogólnego.

LITERATURA

- Czuba R. 1996. Nawożenie mineralne roślin uprawnych. Zakłady Chemiczne Police S.A.
- Fotyma M., Mercik S. 1995. Chemia rolna. PWN, Warszawa.
- Fotyma M., Fotyma E. 1998. Dobre praktyki w produkcji rolniczej. W: Dobra praktyka rolnicza w nawożeniu. IUNG Puławy, t. 1: 71 — 93.
- Głuska A., Zgórska K. 2000. Charakterystyka zrejonizowanych odmian ziemniaka. (pr. zbior.) Wyd. VI. IHAR, Jadwisin: 21 — 24.
- Gronowicz Z., Mozolewski W., Wojnowska T. 2000. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. W: Nawożenie rzędowe azotem jako czynnik kształtujący wartość konsumpcyjną ziemniaków. AR, Wrocław: 95 — 96.
- Gronowicz Z. 2000. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. W: Wpływ techniki nawożenia azotem nowych odmian ziemniaka jadalnego na plon i jego strukturę. AR, Wrocław: 133 — 134.
- Grzeškowiak A. 1999. System nawożenia. Anwil, Police.
- Jabłoński K. 1996. Nawożenie ziemniaków. W: Rzędowe nawożenie ziemniaków. Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa: 72 — 79.
- Marks N. 1996. Proekologiczne metody uprawy i nawożenia ziemniaków. Rocz. AR, Poznań, Rol. 49: 137 — 145.
- Skwarski B., Skwarska O. 1996. Badania procesu dozowania granulowanych nawozów mineralnych kołeczkowymi zespołami wysiewającymi. Probl. Inż. Rol. 4, 1: 37 — 46.
- Trawczyński C., Grzeškiewicz H. 2000. Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. W: Wpływ różnych sposobów stosowania nawozów na wysokość plonu i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka. AR Wrocław: 93 — 94.
- Vildfluh I., Tsyganov A. 1999. Rzędowe lub rzutowe zastosowanie nawozów mineralnych i ich wpływ na żyzność gleby i plonowanie roślin w doświadczeniach wieloletnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 233 — 240.
- Wojnowska T., Mozolewski W., Gronowicz Z. 1998. Wpływ techniki nawożenia na plonowanie i jakość ziemniaka spożywczego. Rocz. AR Poznań CCCVII. Rol. 52: 199 — 204.

KAZIMIERZ JABŁOŃSKI

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Boninie

Agrotechniczne efekty stosowania nowych maszyn do pielęgnacji ziemniaków

Agronomic effects of usage of new machines for potato cultivation

W latach 1997–1999 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział Bonin na glebach średnio zwięzłych przeprowadzono doświadczenia polowe, których celem była agrotechniczna ocena zastosowania nowych typów obsypników do pielęgnacji ziemniaków. Badania dotyczyły określenia wpływu różnych typów obsypników na uformowanie redlin, zwięzłość gleby, plon ziemniaków i jego strukturę oraz jakość i rozmieszczenie bulw w redlinie. Najwyższe plony ziemniaków uzyskano po zastosowaniu do pielęgnacji obsypników z urządzeniami do formowania redlin. Różnice w plonach były udowodnione statystycznie. Istotny był także wpływ sposobów pielęgnacji na jakość bulw. Na obiektach pielęgnowanych obsypnikami P 500 i UFO 97 stwierdzono ponad 3-krotnie mniejszą masę bulw porażonych zarazą ziemniaka i zazielenionych.

Słowa kluczowe: jakość, obsypniki, plon, rozmieszczenie bulw w redlinie, struktura plonu, ziemniaki

Evaluation of agronomic effect of the use of new type hillers on potato cultivation was the aim of the experiments performed in the Plant Breeding and Acclimatization Institute Branch Division Bonin, on a medium-heavy soil, in 1997-1999. The research referred to determination of an influence of different types of hillers on ridges formation, soil compactness, yield, its structure, quality and tubers arrangement in a ridge profile. The highest potato yields were obtained after the use of the hillers with devices to ridge formation. The differences in yield were proved statistically. The influence of the cultivation method on tuber quality was also significant. The mass of greened tubers or tubers infected by late blight was reduced over three times on the plots cultivated with the hillers P 500 or UFO 97.

Key words: hillers, potatoes, structure, tubers arrangement in ridge profile, quality, yield

WSTĘP

Najważniejszym celem produkcji ziemniaków jadalnych oraz do przetwórstwa spożywczego jest uzyskanie wysokiego plonu handlowego najwyższej jakości. Poprawę jakości bulw można osiągnąć nie tylko dzięki poprawnym zasadom agrotechniki, lecz także poprzez odpowiedni dobór maszyn biorących udział w każdym etapie technologii produkcji (Gastoł, Jabłoński, 1980; Gerighausen, 1995; Marks 1998; Jabłoński 1997 i 2000). Jednym z elementów tej technologii jest prawidłowe wykonanie zabiegów pielęgnacyjnych i właściwe uformowanie redlin. Zadaniem maszyn biorących udział w

pielęgnacji ziemniaków jest spulchnienie gleby, zniszczenie chwastów oraz takie ukształtowanie redlin, aby stworzyć dobre warunki wzrostu i rozwoju roślin oraz gromadzeniu plonu (Wulf, 1994). Wcześniejsze doświadczenia wykazały, że wzrost szerokości międzyrzędzi w uprawie ziemniaków z 62,5 i 67,5 do 75,0 cm wyraźnie wpływa na poprawę jakości bulw i zwiększa efektywność nawożenia mineralnego (Gastoł, Jabłoński, 1977; Jabłoński, 1987). Jednak na podstawie wielu obserwacji stwierdzono, że również w rozstawie międzyrzędzi 75,0 cm przy niewłaściwie ukształtowanych redlinach może wystąpić znaczny odsetek bulw porażonych zarazą ziemniaka, (nawet przy kompleksowym zwalczaniu tej choroby) i zazielenionych, które obniżają wartość handlową ziemniaków jadalnych i do przetwórstwa (Jabłoński, 2000). Zbyt wąskie i płytkie redliny w wyniku działania czynników pogodowych, a szczególnie opadów atmosferycznych ulegają spłaszczeniu i płytko zalegające bulwy oraz wyrastające na dłuższych stolonach w wierzchniej warstwie gleby narażone są na działanie światła. Zarodniki zarazy ziemniaka spadające z liści przenikają wraz z wodą do bulw płytko zalegających i powodują ich porażenie (Jabłoński, 1996).

Celem badań była agrotechniczna i jakościowa ocena pracy 4 typów obsypników produkowanych w kraju do pielęgnacji ziemniaków w rozstawie międzyrzędzi 75,0 cm oraz wpływ zastosowania tych maszyn w mechaniczno-chemicznej metodzie pielęgnacji na kształt redlin, zwięzłość gleby, rozmieszczenie bulw w redlinie, plon ziemniaków oraz jego strukturę i niektóre cechy jakościowe.

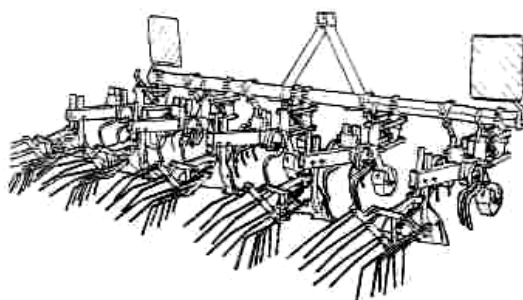
MATERIAŁ I METODY

Doświadczenia polowe przeprowadzono w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Oddział w Boninie w latach 1997–1999 na glebach średnio zwięzłych metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Obiektami były poletka o powierzchni 150 m² pielęgnowane 4 różnymi typami obsypników (rys. 1):

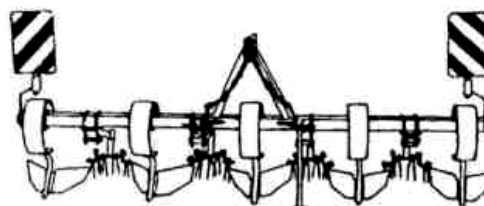
- P 436/1 wyposażony w regulowane korpusy obsypujące, zęby sprężynowe, zgrzebła i spulchniacze grzbietów redlin,
- P 457/2 wyposażony w regulowane korpusy obsypujące umocowane do ramy na szerokich sprężynach powodujące drgania podczas pracy oraz zgrzebła,
- UFO 97 wyposażony w długie zęby sprężynowe o regulowanej rozstawie i głębokości pracy, korpusy obsypujące umocowane do ramy na grubych i szerokich sprężynach oraz urządzenia do formowania określonego kształtu redlin.
- P 500 o podobnym wyposażeniu jak UFO 97 z większą możliwością regulacji kształtu redlin.

Ziemniaki uprawiane były w stanowisku po zbożach, po sprzęcie, których wykonano podorywkę a jesienią zastosowano obornik w dawce 30 t/ha pod orkę przedzimową. Wiosną wysiano nawozy mineralne w ilości 360 kg NPK/ha w tym 100 kg N/ha pod agregat uprawowy. Sadzeniaki wyrównane odmiany Mila sadzono sadzarką S 222 na głębokość 6-8 cm w III dekadzie kwietnia w rozstawie 75 cm i gęstości 30 cm w rzędzie. Do okresu wschodów ziemniaka prowadzono 2-krotne obsypywanie badanymi typami obsypników. Podczas drugiego obsypywania w okresie ok. 20–25 maja tuż przed

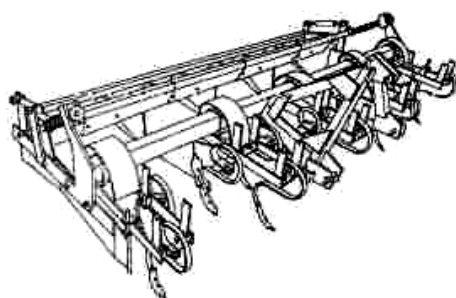
wschodami ziemniaków zespoły robocze maszyn ustawiono w taki sposób, aby uzyskać właściwy kształt redliny. Następnie dokonano oprysku plantacji herbicydem Sencor 70 WP w dawce 1 kg/ha. W okresie wegetacji nie dokonywano żadnych dodatkowych zabiegów mechanicznych poza opryskami na stonkę i wielokrotnie na zarzę ziemniaka. Zbioru dokonano kombajnem Z 644 z platformą adaptowanym do zbioru poletek w II dekadzie września w okresie po pełnej dojrzałości ziemniaków. Podczas zbioru określano wysokość plonu i pobierano próby do oceny struktury plonu i jego jakości.



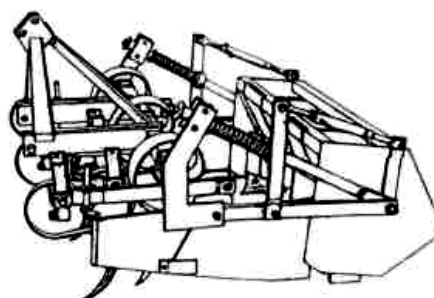
Obsypnik — Hiller P 436/1



Obsypnik — Hiller P 457/2



Obsypnik — Hiller UFO 97



Obsypnik — Hiller P 500

Rys. 1. Obsypniki zastosowane w badaniach
Fig. 1. The hillers used in the experiments

Zwięzłość gleby mierzono penetrometrem hydraulicznym na środkowej części skarpy redlin w 3 okresach: po ostatecznym uformowaniu redlin, na początku zwarcia rzędów i tuż przed zbiorem na głębokości 10, 20, 30 i 40 cm. Bezpośrednio po uformowaniu redlin oraz tuż przed zbiorem na każdym obiekcie dokonano pomiaru kształtu redlin profilomierzem obejmującym szerokość dwóch redlin (rys. 3). Przed zbiorem dokonano oceny rozmieszczenia bulw pod krzakiem. W tym celu na każdym obiekcie wykonano stosowane pomiary na 5 krzakach 4–6-pędowych, określając położenie każdej bulwy w profilu redliny.

WYNIKI I DYSKUSJA

Doświadczenia założono na glebach średnio zwięzłych o składzie mechanicznym od piasku gliniastego mocnego do gliny lekkiej o zawartości próchnicy od 1,61–1,76 % i pH w KCl od 4,7–5,6. Gleby te charakteryzowały się dość wysoką zasobnością w przyswajalny fosfor i magnez oraz średnią zasobnością w potas (tab. 1).

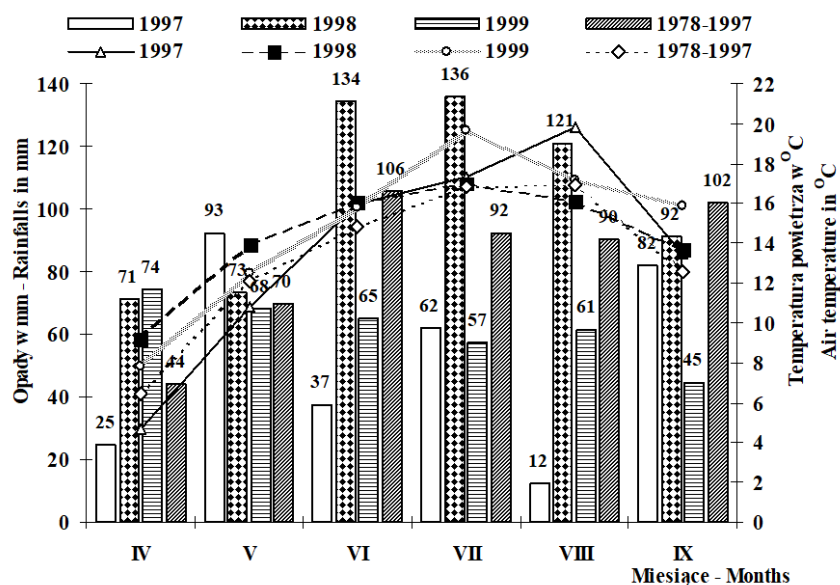
Tabela 1

Skład mechaniczny oraz zasobność gleby w makroelementy (1997–1999)
Soil texture and macroelements content in the years 1997–1999

Lata badań Years of research	Skład * mechaniczny Soil texture	Części szkieletowe >1 mm w % Soil skeleton > 1 mm in %	Części ziemiste in % Sallow fraction in %			Próchnica w % Humus in %	pH w KCl pH in KCl	Zawartość w mg/100 g gleby Content in soil in mg/100 g		
			piasek sand	pył dust	ił clay			P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
1997	gl-ll	7,2	57	21	22	1,76	5,6	18,5	18	9,4
1998	gl-ll	7,0	57	21	22	1,79	5,6	12,4	14	7,2
1999	pgm-ls	3,9	58	22	20	1,61	4,7	14,0	8	3,3

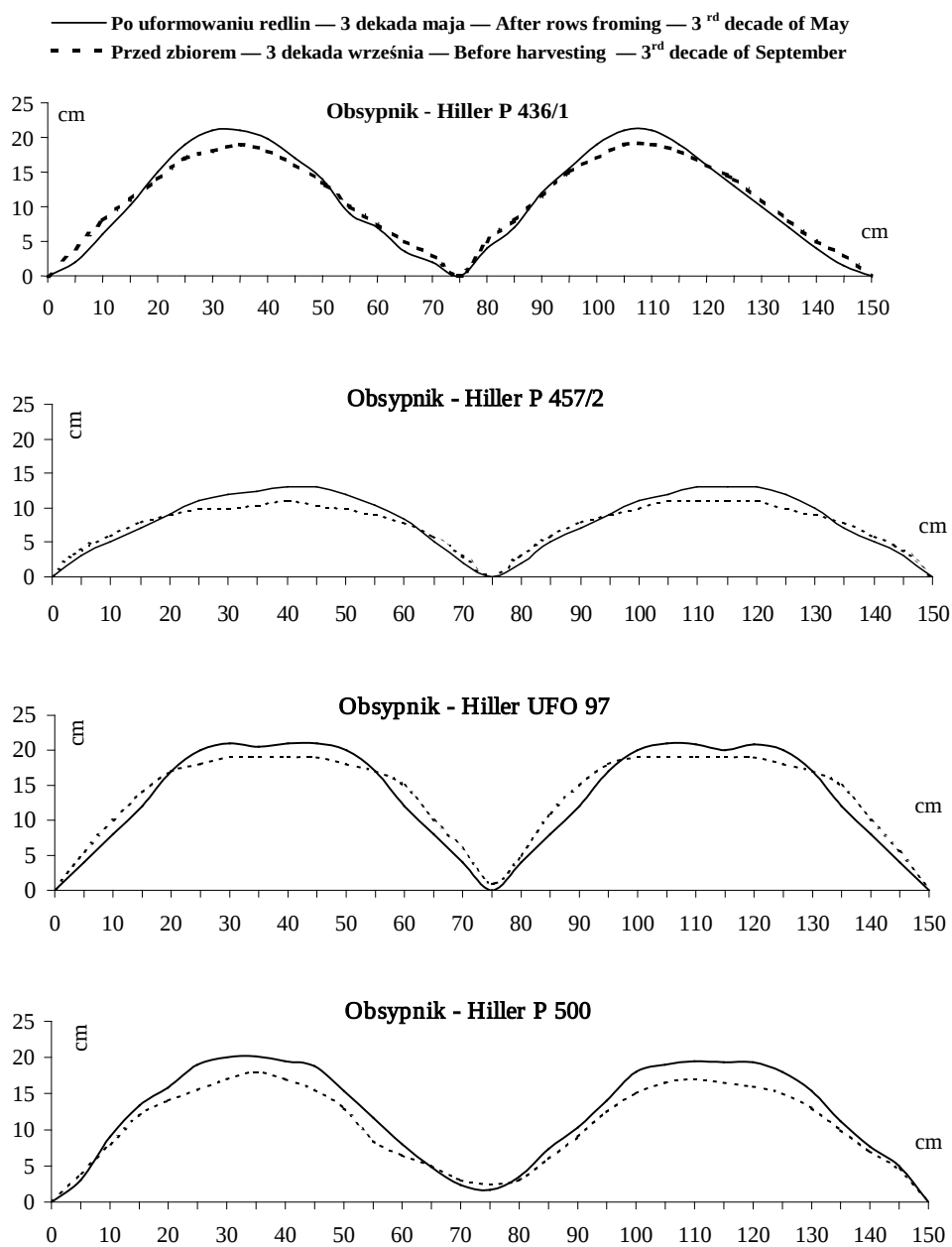
* — gl-ll — glina piaszczysta — light loam

* — pgm-ls — piasek gliniasty mocny — loamy sand



Rys. 2. Opady i średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji w latach 1997–1999 i średnie z wielolecia 1978–1997

Fig. 2. Rainfalls and mean air temperature in the 1997–1999 vegetative periods and means from the years 1978–1997



Rys. 3. Profile redlin w zależności od typu zastosowanych obsypników
Fig. 3. Row profiles in dependence on the used hillers

Tabela 2

Wpływ typu zastosowanych obsypników na zwięźłość gleby. Wyniki średnie z lat 1997–1999
Influence of an applied type of hiller on compactness of soil. Means from 1997–1999

Typ obsypnika Hiller type	Termin pomiaru Measurement phase	Zwięźłość gleby w KG/cm ² w redlinie na głębokości: Compactness of soil in ridge (KG/m ²) on depths:			
		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm
P 436/1	po uformowaniu redlin after row forming	0,3	6,8	18,1	25,9
	zwarcie rzędów crop cover	6,0	13,1	20,5	26,3
	przed zbiorem before harvesting	7,2	19,3	28,9	31,5
	średnia mean	4,5	13,1	22,5	27,8
P 457/2	po uformowaniu redlin after row forming	0,1	6,7	15,5	24,3
	zwarcie rzędów crop cover	2,9	7,6	18,9	23,6
	przed zbiorem before harvesting	9,3	20,0	29,5	44,1
	średnia mean	4,1	11,5	21,4	30,7
UFO 97	po uformowaniu redlin after row forming	1,5	5,9	17,9	23,2
	zwarcie rzędów crop cover	2,7	10,8	18,4	15,2
	przed zbiorem before harvesting	2,4	12,8	21,5	36,5
	średnia mean	2,2	9,8	19,3	28,3
P 500	po uformowaniu redlin after row forming	0,0	7,0	17,8	20,0
	zwarcie rzędów crop cover	2,4	9,2	28,6	22,4
	przed zbiorem before harvesting	3,0	19,0	28,8	35,2
	średnia mean	1,8	11,8	21,6	25,8
	NIR _{p=0,05}	1,4	3,2	n.i.	n.i.
	LSD _{p=0,05}				

n.i. — Różnica nieistotna

n.i. — Non significant differences

Kształt redlin uformowany przez obsypniki w okresie tuż przed wschodami był modyfikowany w okresie wegetacji w wyniku procesu naturalnego osiadania gleby oraz ilości opadów atmosferycznych i ich natężenia. W okresie od połowy maja do zbioru ziemniaków spadło następujące ilości opadów: 1997 — 201 mm, 1998 — 461 mm i 1999 roku — 283 mm (rys. 2). Wyjątkowo intensywne opady w miesiącach czerwiec-sierpień w 1998 r. spowodowały duże spłaszczenie redlin szczególnie na obiektach obsypywanych obsypnikami standardowymi: P 436/1 i P 457/2. Na obiektach, gdzie zastosowano obsypniki: UFO 97 i P 500 z urządzeniami do formowania redlin, które już w trakcie zabiegu lekko ugniatały wierzchnią warstwę redlin, stopień spłaszczenia redlin był o wiele

mniej. W warunkach pielęgnacji mechaniczno-chemicznej nie stwierdzono wpływu rodzaju zastosowanych obsypników na zachwaszczenie plantacji. Badania wykazały, że zastosowane obsypniki do pielęgnacji ziemniaków miały istotny wpływ na zwięzłość gleby w redlinie w okresie wegetacji. Ze względu na mniejszą zwięzłość gleby na głębokości 10 cm, najlepsze warunki wzrostu i rozwoju były na obiektach obsypywanych obsypnikami UFO 97 i P 500. Różnice w zwięzłości gleby na głębokości 10 i 20 cm były udowodnione statystycznie (tab. 2). Wysokość i kształt redlin w dużym stopniu wpłynęły na rozmieszczenie bulw w redlinie. Największy odsetek bulw płytko zalegających do głębokości 10 cm było na obiektach pielęgnowanych obsypnikiem P 457/2, a najgłębiej zalegających powyżej 20 cm po obsypniku P 500 (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ typu zastosowanych obsypników na zaleganie bulw w redlinie. Wyniki średnie z lat 1997–1999
Influence of an applied type of hiller on tubers arrangement in ridge. Means from 1997–1999

Typ obsypnika Hiller type	Ilość bulw zalegających w warstwach gleby na głębokości w %: Percentages of tubers in soil layers:			
	0–10 cm	10–15 cm	15–20 cm	> 20 cm
P 436/1	30,9	45,1	21,5	2,5
P 457/2	53,3	32,4	13,4	0,9
UFO 97	33,3	41,3	24,6	0,8
P 500	36,6	37,0	17,2	9,2

Tabela 4

Plony ziemniaków i ich struktura oraz jakość w zależności od rodzaju zastosowanych maszyn do pielęgnacji. Wyniki badań z lat 1997–1999
Potato yield, yield structure and quality of tubers depending on the type of machines used to potato cultivation. Means from 1997–1999

Typ obsypnika Hiller type	Plon t/ha Yield t/ha				% skrobi starch %	Porażenie bulw dużych >50 mm w % wagowych Infected of big tubers > 50 mm in % of weight	
	ogólny total	handlowy marketable ø > 40 cm	frakcji sadzeniaków seed fraction ø 30–60 mm	skrobi starch		zazielenienie greened	zaraza ziemniaka late blight
P 436/1	44,9	37,5	24,7	6,60	14,7	4,1	7,3
P 457/2	44,2	36,1	23,0	6,54	14,8	6,3	6,1
UFO 97	45,2	40,0	28,5	6,60	14,6	2,8	1,6
P 500	46,3	41,4	28,7	6,85	14,8	1,4	2,3
NIR _{p=0,05}	2,0	1,9	2,3	n.i.	n.i.	0,5	0,7
LSD _{p=0,05}							

n.i. — Różnica nieistotna

n.i. — Non significant differences

Plony ziemniaków są wypadkową wielu czynników przyrodniczych i agrotechnicznych, ich wzajemnego współdziałania oraz zdrowotności sadzeniaka. Wysokie plony oraz mały udział bulw zazielenionych zapewniają tylko redliny o przekroju 900–1000 cm² o szerokości podstawy 65 cm i wierzchołka 15–18 cm oraz wysokości 20–

25 cm (Gerighausen, 1995). Doświadczenia polowe na glebach średnio zwięzłych wykazały niewielki wpływ rodzaju obsypnika na plon ogólny ziemniaka. Istotne różnice wystąpiły tylko na obiekcie obsypywanym obsypnikiem P 500. Natomiast w plonie handlowym i plonie frakcji sadzeniaka różnica była wysoko istotna na korzyść obsypników z urządzeniami do formowania redlin i wynosiła od 3,9–5,6 t/ha, tj. 17,0–22,6% (tab. 4). Nie stwierdzono istotnej różnicy w zawartości skrobi oraz w plonie skrobi w zależności od zastosowanych obsypników. Wysokość i kształt redlin miał decydujący wpływ na jakość plonu, ilość bulw zazielenionych i porażonych zarazą ziemniaka (Wulf, 1994; Jabłoński, 1997; Marks, 1998). Największą ilość bulw zazielenionych w plonie była na obiekcie pielęgnowanym obsypnikiem P 457/2 (6,3%), gdzie stwierdzono duży udział bulw płytko zalegających w redlinie, a najmniejszą po zastosowaniu obsypników P 500 i UFO 97 (1,4 i 2,8%). Ilość bulw porażonych zarazą ziemniaka nie nadających się do celów handlowych była ponad 3-krotnie większa na obiektach po obsypnikach standardowych niż po obsypnikach z urządzeniami do formowania redlin.

WNIOSKI

1. Typ obsypnika miał wyraźny wpływ na kształt redlin i ich wysokość. Najbardziej optymalne kształty uzyskano po obsypnikach UFO 97 i P 500 z urządzeniami do formowania redlin.
2. Stwierdzono istotnie mniejszą zwięzłość gleby w warstwie do 20 cm na obiektach obsypywanych obsypnikami P 500 i UFO 97.
3. Na glebach średnio zwięzłych obsypnikiem P 457/2 nie można było uformować wyższych redlin i dlatego ponad 50% bulw zalegało płytko do głębokości 10 cm.
4. Zastosowanie obsypników z formowaniem redlin do pielęgnacji ziemniaków wpłynęło istotnie na wzrost plonu handlowego i plonu frakcji sadzeniaków. Różnica w plonie ziemniaków w stosunku do obsypników standardowych wynosiła przeciętnie ok. 4,5 t/ha, tj. ok. 20%.
5. Na obiektach pielęgnowanych obsypnikami z formowaniem redlin stwierdzono ponad 3-krotnie mniej bulw zazielenionych i porażonych zarazą ziemniaka niż po obsypnikach standardowych.

LITERATURA

- Gastoł J., Jabłoński K. 1977. Możliwości stosowania szerokości międzyrzędzi 75 cm w uprawie ziemniaków w oparciu o doświadczenia w skali półtechnicznej. Biul. Inst. Ziemn. 20: 37 — 60.
- Gastoł J., Jabłoński K. i in. 1980. Agrotechniczna ocena przydatności różnych narzędzi uprawowych do zestawów wieloczynnościowych do uprawy ziemniaków. Biul. Inst. Ziemn. 25: 41 — 75.
- Gerighausen H. 1995. Einmal fräsen statt dreimal häufeln? Top Agrar 3: 106 — 108.
- Jabłoński K. 1987. Wpływ głębokości sadzenia ziemniaków na plon, zaleganie bulw oraz niektóre parametry zbioru przy rozstawie 62,5 i 75 cm. Biul. Inst. Ziemn. 36: 61 — 72.
- Jabłoński K. 1996. Szerokość międzyrzędzi w uprawie ziemniaków jadalnych i do przetwórstwa. Mat. z Konf. Nauk. "Ziemniak jako surowiec do przetwórstwa" Instytut Ziemniaka, Bonin: 10 — 12.
- Jabłoński K. 1997. Sadzenie, pielęgnacja i ochrona ziemniaka. Fundacja "Rozwój SGGW" Warszawa

- Jabłoński K. 2000. Nowoczesne metody mechanicznej i chemicznej pielęgnacji ziemniaków. *Wiś Jutra* 3: 21 — 23.
- Marks N. 1998. Wpływ techniki uprawy na poziom i cechy jakościowe plonu bulw ziemniaka. *Mat. z Międz. Konf. Nauk-Techn. "Techniki i technologie w wybranych działach produkcji roślinnej"*: 107 — 119.
- Wulf B. 1994. *Pflegenverfahren und-geräte im Kartoffelbau*. *Kartoffelbau* 4: 154 — 158.

ZBIGNIEW CZERKO**WOJCIECH NOWACKI**¹

Zakład Przechowywania i Przetwórstwa Ziemniaka

¹Zakład Agronomii Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

Modernizacja tradycyjnego sposobu przechowywania ziemniaków przez zastosowanie sztucznych okryw

Modernization of traditional way of potato storage by using artificial covers

W Polsce w kopcach tradycyjnych przechowuje się 7–9 mln ton ziemniaków. Kopce te charakteryzują się dużymi zmianami temperatury w okresie przechowywania, trudną dostępnością w czasie zimy i dużymi nakładami pracy. W doświadczeniu przeanalizowano 4 różne typy okryw i porównano je z kopcem tradycyjnym. Do okrycia kopców wykorzystano w różnej kombinacji następujące materiały; plandeka ocieplana, włóknina, wełna mineralna, słoma luźna i prasowana. Różne typy kopców oceniono pod względem przebiegu temperatury, strat przechowalniczych oraz kosztów budowy. Najbardziej ustabilizowana temperatura była w kopcu typu E, w którym do okrywy użyto kołdrę, wełnę mineralną i plandekę. Straty w postaci ubytków naturalnych i porażenia chorobami nie różniły się istotnie między poszczególnymi kopcami. Koszt budowy poszczególnych kopców był zróżnicowany. Najniższy koszt był poniesiony na budowę kopca tradycyjnego oraz w kopcu typu B i D i wynosił około 33 PLN/tonę. Również te trzy typy kopców mogą być polecane do przechowywania ziemniaków w gospodarstwach rolnych.

Słowa kluczowe: kopce, przechowywanie, ziemniak

In Poland about 7–9 mln tons of potatoes are stored in traditional clamps. There are some disadvantages of these clamps: big changes of temperature during a storage period, difficult approach in winter time and high expenses of labour. In an experiment 4 different types of covers were compared to the traditional clamp. The covers were: canvas, fibretex, mineral wool and straw, in different combinations. The following parameters have been estimated: changes of temperature, storage losses and cost of building. The most constant temperature was in the clamp (type E) covered by fibretex, mineral wool and canvas. There were no significant differences among clamps in such parameters as natural losses and diseases. The costs of building were different for different kinds of clamps. The smallest costs (33 PLN/ton) were sustained for the traditional clamp and the clamps of type B (fibretex — straw — fibretex) and type D (fibretex — straw — canvas). These types of clamps may be recommended for farmers.

Key words: clamps, storage, potato

WSTĘP

Globalna produkcja ziemniaków w ostatnich latach w Polsce wynosi 20–25 mln ton, z tego do przechowywania przeznacza się 13–18 mln ton. W nowoczesnych przechowalniach wyposażonych w system wentylacji do utrzymania wymaganego mikroklimatu i w maszyny do przeładunku przechowuje się 500 tys. ton ziemniaków. Pozostała masa ziemniaków przechowywana jest w kopcach ziemnych, piwnicach i pomieszczeniach adaptowanych na przechowalnię. Kopce ziemne są najpowszechniejszą metodą magazynowania (7–9 mln ton) ziemniaków. W połowie lat siedemdziesiątych były przebadane okrywy kopców z wykorzystaniem folii (Kubicki, Czerko, 1976) i na tej podstawie została opracowana technologia przechowywania ziemniaków w kopcach z wykorzystaniem słomy i folii tzw. kopce techniczne (Kubicki i in., 1978).

W praktyce rolniczej szczególnie w dużych gospodarstwach przyjęły się kopce techniczne o pojemności ok. 200 ton z zastosowaniem wentylacji mechanicznej (Czerko, 1994). W gospodarstwach indywidualnych, w których pojemność kopca wynosi zwykle 10–20 ton, duże kopce techniczne nie miały uzasadnienia. Istnieje, więc jeszcze potrzeba modernizacji kopców tradycyjnych. W krajach zachodniej Europy także stosowane są okrywy kopców składające się ze słomy i folii oraz różnego rodzaju włókien (Bach, 1980; Cordes, 1999; Schorling, 2000). W Polsce ziemniaki w kopcach przechowywane będą jeszcze przez wiele lat, gdyż docelowa nowoczesna baza przechowalnicza o pojemności 3,5 mln ton tworzona będzie przez dziesięciolecia (Czerko, 2001).

Celem badań była modernizacja kopców tradycyjnych szczególnie przez obniżenie nakładu pracy przy okrywaniu i odkrywaniu kopca oraz obniżenie strat.

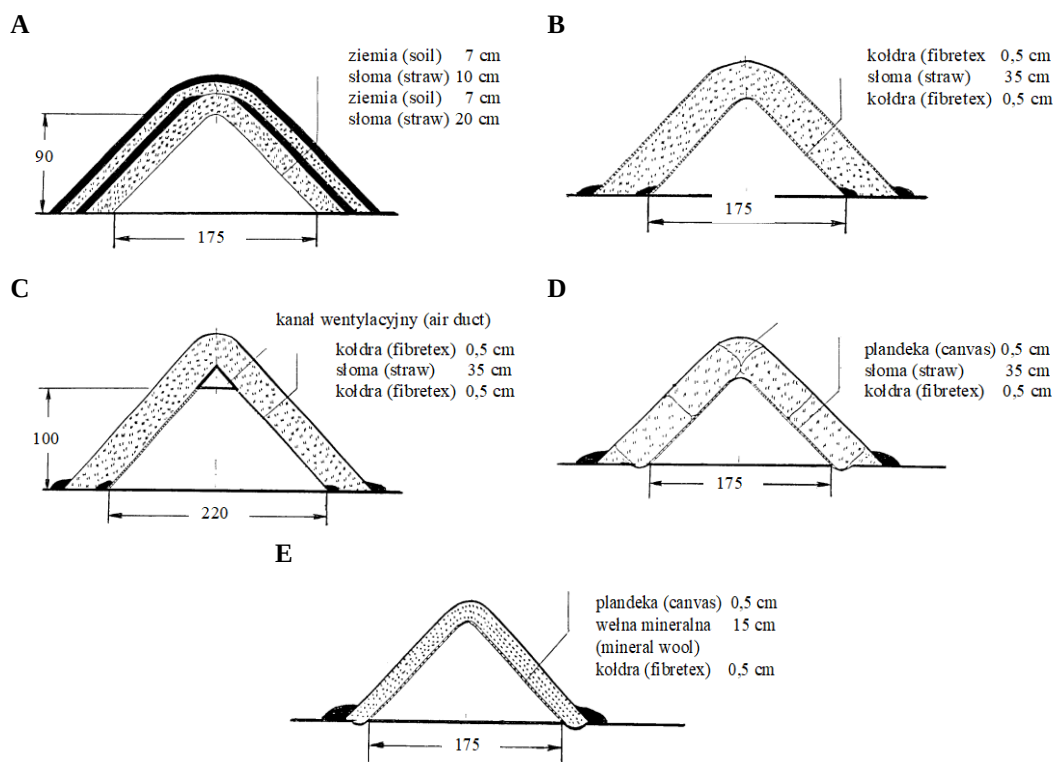
METODY

Doświadczenie przeprowadzono w Zakładzie Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka IHAR Oddział Jadwisin w latach 1991–1993. Porównano 5 sposobów okrycia kopców (rys. 1).

- Typ A, kopiec z okrywą tradycyjną: szerokość pryzmy 175 cm, wysokość 90 cm, okrywa jesienna — słoma o grubości 20 cm, ziemia 7 cm; zimowa — słoma 10 cm, ziemia 7 cm,
- Typ B, kopiec z okrywą kołdra — słoma — kołdra: szerokość pryzmy ziemniaków 175 cm, wysokość 90 cm, przykryty kołdrą (włóknina syntetyczna grubości 0,5 cm, powlekana perforowaną folią w ilości 12 otworów na 1 cm²), słoma 35 cm grubości i powtórnie kołdra,
- Typ C, kopiec z okrywą kołdra — słoma luźna — plandeka z wywietrznikiem, umieszczonym na kalenicy, pryzma ziemniaków o wymiarach: szerokość 220 cm, wysokość 110 cm została przykryta kołdrą z umieszczonym pod nią na kalenicy wywietrznikiem, następnie słomą grubości 35 cm i plandeką (gumowana tkanina nie przepuszczająca deszczu),
- Typ D, kopiec z okrywą kołdra — słoma prasowana — plandeka ocieplana. Pryzma ziemniaków szerokości 175 cm i wysokości 90 cm została przykryta kołdrą, słomą

prasowaną grubości 35 cm i planką ocieplaną, składającą się z ocieplenia grubości 7 mm i właściwej planki nie przepuszczalnej dla wody i powietrza.

- Typ E, kopiec o szerokości przyzmy 175 cm, wysokości 90 cm przykryty kołdrą — wełną mineralną — planką ocieplaną. Po usypaniu ziemniaków przyzma została przykryta planką ocieplaną. Po wychłodzeniu przyzmy dodano warstwę zimową, składającą się z wełny mineralnej grubości 15 cm i przykryto planką ocieplaną (składającą się z ocieplenia grubości 7 mm i właściwej planki nie przepuszczalnej dla wody i powietrza).



Rys. 1. Typy kopców
Fig. 1. Types of clamps

Ze względu na wysoką temperaturę ziemniaków i duże odparowanie wody z bulw w pierwszym okresie przechowywania we wszystkich typach budowanych kopców wykonano dwuetapowe okrycie. Jesienią pierwszą warstwę wykonano z materiału o małej izolacyjności cieplnej, aby łatwiej zachodziło odprowadzanie ciepła, a także umożliwiającą odparowanie wody. W kopcu tradycyjnym była to słoma i ziemia, a w pozostałych kopcach „koldra”, zabezpieczająca przed przymrozkami nocnymi oraz umożliwiającą odparowanie wody.

Po osiągnięciu właściwej temperatury kopce okryte były warstwą zimową. W sezonie przechowalniczym 1991/1992 porównywano kopce typu B i C z kopcem tradycyjnym, a w sezonie 1992/1993 kopce typu D i E także z kopcem tradycyjnym.

Do oceny kopców wykorzystano następujące czynniki:

- przebieg temperatury,
- straty przechowalnicze,
- nakłady inwestycyjne.

Temperatura w kopcach mierzona była na dwóch poziomach; na dole przy podstawie oraz na górze w kalenicy. Straty przechowalnicze (ubytki naturalne, porażenie chorobami, kielki) oceniano na próbach 10 kg w sześciu powtórzeniach dwóch odmian Kos i Orlik. Ziemniaki były przechowywane od października do marca — 5,5 miesiąca. Koszt budowy kopców wyliczono wykorzystując chronometraż nakładów pracy oraz nakłady poniesione na materiały okrywowe.

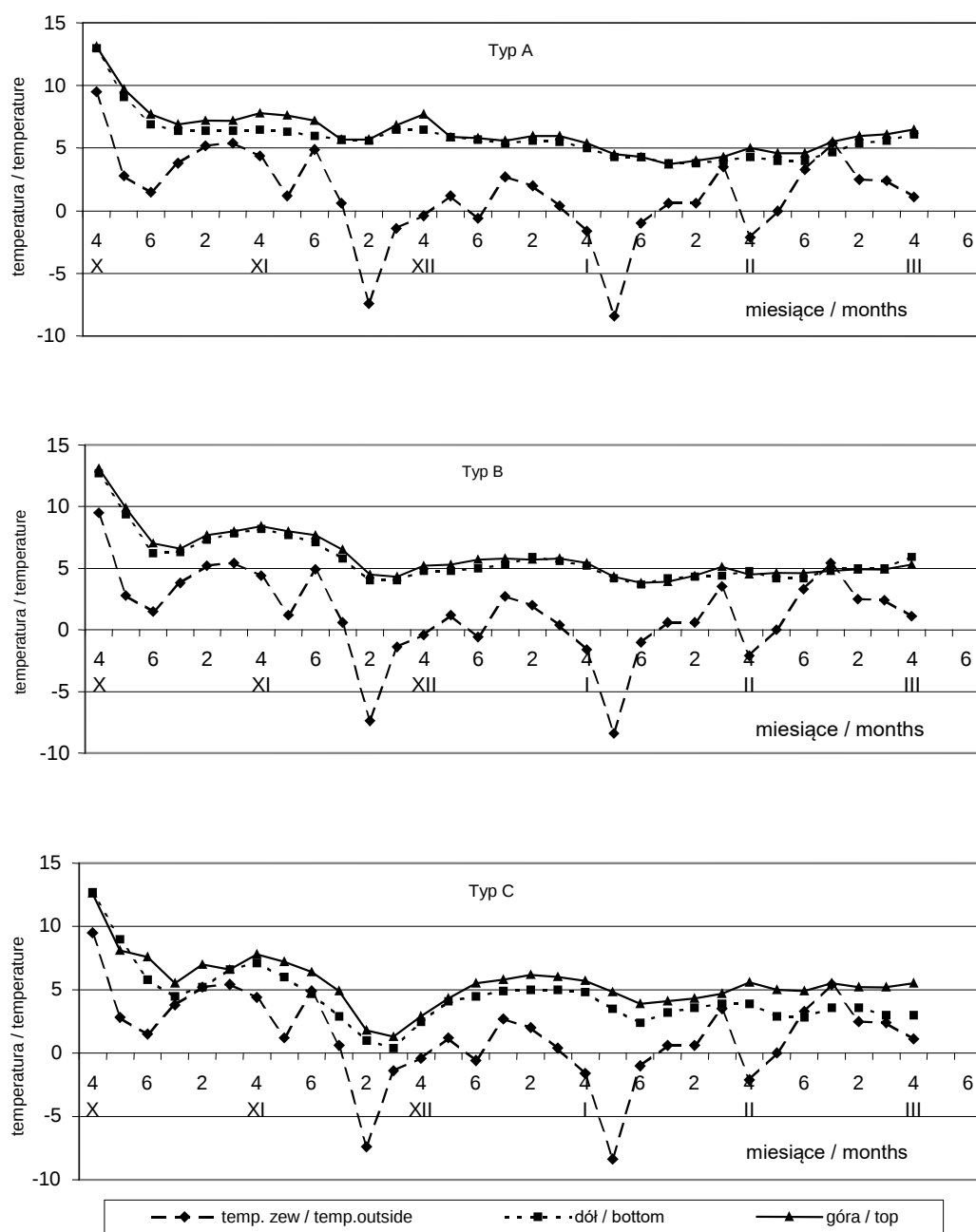
WYNIKI I DYSKUSJA

Temperatura w kopcu powinna charakteryzować się dużą stabilnością w całym okresie przechowywania (jak najmniej reagować na zmiany temperatury zewnętrznej) oraz charakteryzować się małą różnicą temperatury między górą a dołem przyzmy. Na rysunku 2 i 3 przedstawiono przebieg temperatury zewnętrznej oraz wewnątrz kopców w dolnej i górnej części przyzmy w sezonach przechowalniczych 1991–1992 i 1992–1993.

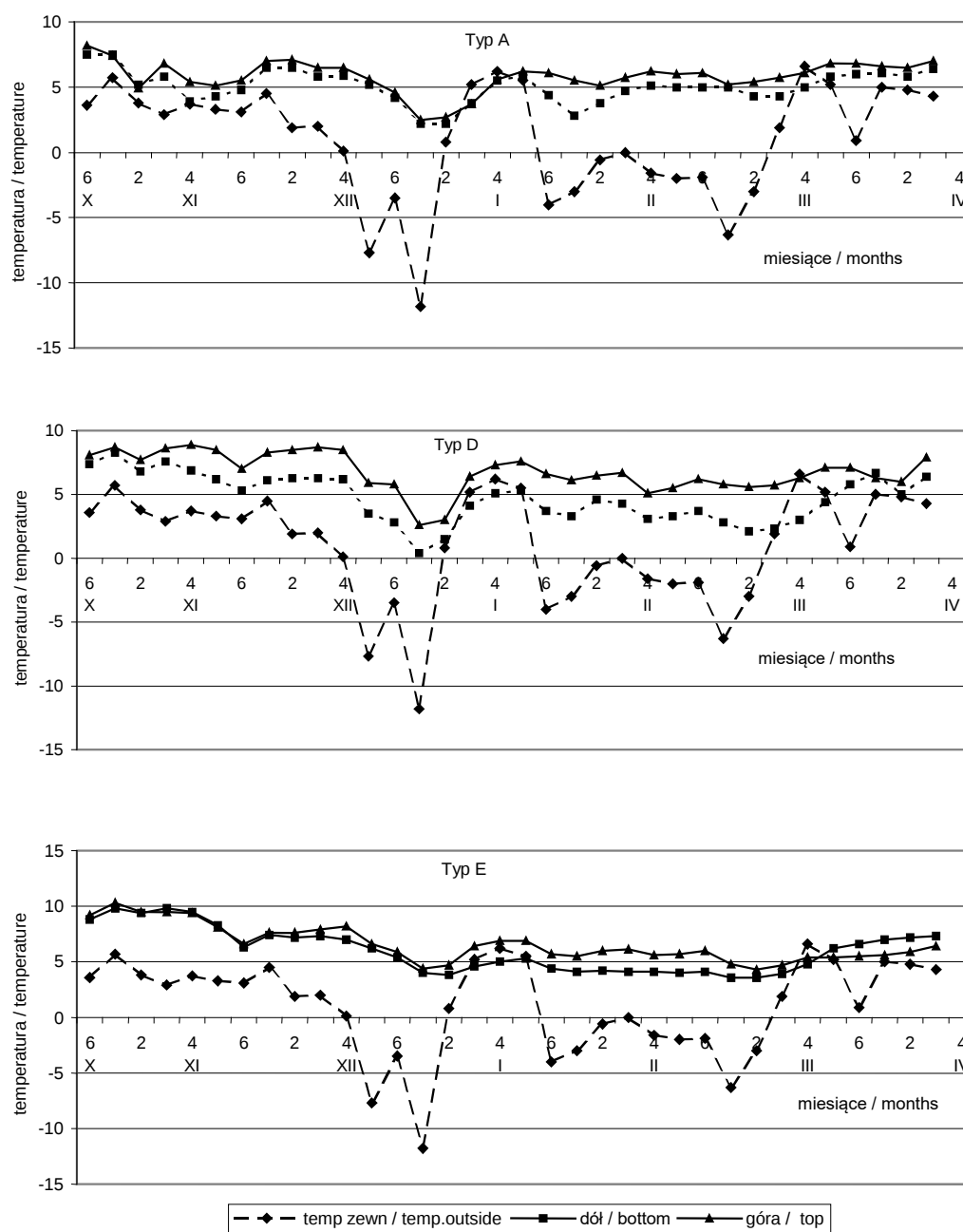
Sezon przechowalniczy 1991–1992 charakteryzował się dwoma mroźnymi okresami, w których średnia dobowa temperatura spadła do -15°C , tj. w pierwszej połowie grudnia i drugiej połowie stycznia. Poza tymi okresami zima była łagodna i z małą ilością opadów.

Najbardziej zbliżony przebieg temperatury do wymaganej dla ziemniaków jadalnych i sadzeniaków ($4\text{--}5^{\circ}\text{C}$) był w kopcu typu B (rys. 2). Różnica temperatury między górą a dołem kopca była mała, a w okresie długotrwałego przechowywania temperatura była ustabilizowana i układała się na poziomie 5°C . Tylko nieznacznie gorzej układała się temperatura w kopcu tradycyjnym (typ A). Najbardziej niekorzystny przebieg temperatury wystąpił w kopcu typu C z kanałem wentylacyjnym umieszczonym na kalenicy kopca. W tym kopcu w okresie dużego spadku temperatury zewnętrznej, w drugiej pentadzie grudnia temperatura w kopcu obniżyła się poniżej 2°C , natomiast w okresie ocieplenia, który wystąpił w pierwszej połowie stycznia temperatura w kopcu wzrosła do 6°C . Wynikało to z dużego oddziaływania temperatury zewnętrznej poprzez wywietrznik na stabilność temperatury wewnątrz przyzmy ziemniaków.

Sezon przechowalniczy 1992–1993 charakteryzował się jednym mroźnym okresem na przełomie grudnia i stycznia oraz ciepłym okresem występującym w połowie stycznia. Najbardziej ustabilizowana temperatura utrzymywała się w kopcu typu E, w którym do okrywy użyto kołdrę, wełnę mineralną i plandekę ocieplaną (rys. 3). Nawet w okresie dużego ochłodzenia (początek stycznia) temperatura w kopcu nie spadła poniżej 3°C .



Rys. 2. Przebieg temperatury zewnętrznej i w kopcach w sezonie 1991–1992
Fig. 2. Air temperature and temperature inside the clamps in the season 1991–1992



W kopcu typu D z okrywą kołdra, słoma prasowana i plandeka ocieplana wystąpiła duża różnica temperatury między górą i dołem przyzmy, szczególnie w okresie dużego spadku temperatury zewnętrznej.

Ocenę strat przechowalniczych dla wszystkich kopców przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Tabela 1

Straty przechowalnicze w różnych typach kopców w sezonie 1991–1992
The storage losses in different type of clamps in the season 1991–1992

Rodzaje kopców Types of clamps	Odmiana Cultivar	Ubytki naturalne Natural losses (%)	Choroby Diseases (%)	Kielki Sprouts (%)	Suma strat Total losses (%)
Typ A	Orlik	2,7	2,1	0,2	5,0
Type A	Kos	3,1	11,1	0,0	14,2
Typ B	Orlik	2,8	3,7	0,3	6,8
Type B	Kos	3,0	7,4	0,1	10,5
Typ C	Orlik	2,8	3,3	0,3	6,4
Type C	Kos	3,4	9,8	0,0	13,2
Średnie dla odmian Average for cultivars	Orlik	2,8	3,0	0,3	6,1
	Kos	3,2	9,4	0,0	12,6
NIR dla odmian LSD for cultivars		0,4	2,8	0,1	3,0
Średnie dla kopców Average for clamps	typ A	2,9	6,6	0,1	9,6
	typ B	2,9	5,6	0,2	8,7
	typ C	3,1	6,6	0,2	9,9

Tabela 2

Straty przechowalnicze w różnych typach kopców w sezonie 1992–1993
The storage losses in different type of clamps in the season 1992–1993

Rodzaje kopców Types of clamps	Odmiana Cultivar	Ubytki naturalne Natural losses (%)	Choroby Diseases (%)	Kielki Sprouts (%)	Suma strat Total losses (%)
Typ A	Orlik	2,6	0,0	0,6	3,2
Type A	Kos	7,6	11,7	0,1	19,4
Typ D	Orlik	3,3	2,9	0,7	6,9
Type D	Kos	6,3	6,8	0,2	13,3
Typ E	Orlik	2,6	0,1	0,3	3,0
Type E	Kos	6,0	7,5	0,1	13,6
Średnie dla odmian Average for cultivars	Orlik	2,8	1,0	0,5	4,3
	Kos	6,6	8,7	0,1	15,4
NIR dla odmian LSD for cultivars		1,4	2,1	0,2	3,0
Średnie dla kopców Average for clamps	typ A	5,1	5,9	0,4	11,3
	typ D	4,8	4,9	0,5	10,2
	typ E	4,3	3,8	0,2	8,3

Ze względu na to, że różne kopce wykonano w różnych sezonach przechowalniczych, ocenę kopców dokonywano w stosunku do kopca tradycyjnego. Straty w postaci ubytków naturalnych i porażenia chorobami nie różniły się istotnie między poszczególnymi kopcami. Stosunkowo najniższa masa kiełków była w kopcu typu E, w nim także była najbardziej ustabilizowana temperatura, co mogło być przyczyną zmniejszonego kiełkowania. Podobnie małe różnice strat przechowalniczych w kopcach, w których

zastosowano różne rodzaje okryw osiągnięto w badaniach (Schorling, 2000) w Niemczech. Wystąpiły natomiast istotne różnice w poziomie strat przechowalniczych między badanymi odmianami Orlik i Kos.

Biorąc pod uwagę małe różnice w jakości przechowywanych ziemniaków, przy zastosowaniu różnych okryw, pozostaje do przeanalizowania koszt budowy jako czynnik decydujący o wyborze właściwego kopca. W tabeli 3, 4, 5 przedstawiono nakłady pracy, materiałów oraz zestawienie kosztów budowy. Największy nakład pracy ponoszony jest na przechowywanie w kopcu tradycyjnym 3,9 rbh/tonę. W pozostałych kopcach jest wyraźnie niższy i zależnie od typu zawiera się w przedziale od 1,4 do 1,9 rbh/tonę. Natomiast koszt użytych materiałów do budowy kopców różni się znacznie. W kopcu tradycyjnym wynosi 10 PLN/tonę, a w kopcu typu E wynosi 49,5 PLN/tonę.

Tabela 3

Nakłady pracy poniesione na budowę kopców
The cost of labour of clamp building

Rodzaj pracy Type of work	Robocizna h/tona Labour h/ton				
	typ A	typ B	typ C	typ D	typ E
Okrycie kopca Covering	2,2	1,1	1,3	0,9	1,0
Odkrycie kopca Uncovering	1,7	0,6	0,6	0,5	0,5
Razem Total	3,9	1,7	1,9	1,4	1,5

Tabela 4

Zestawienie materiałów użytych na budowę kopców
Materials used for the clamps building

Rodzaj materiału Type of material	Jednostka	Ilość zużytych materiałów na 1 tonę Quantity of material per 1 ton				
		typ A	typ B	typ C	typ D	typ E
Słoma Straw	kg	100	100	100	133	—
Wełna mineralna Mineral wool	m ²	—	—	—	—	20
Kołdra Fibretex	m ²	—	12,5	6,7	12,5	5,8
Płandeka ocieplana Canvas	m ²	—	—	7,5	—	6,7
Wywietrznik Air duck	m	—	—	1,5	—	—

Całkowity koszt budowy najniższy jest w kopcach: typu D — 32,2 PLN/tonę, tradycyjnym — 32,5 PLN/tonę oraz w kopcu typu B — 33,9 PLN/tonę. Droższy jest kopiec typu C — 38,7 PLN/tonę, a najdroższy typu E — 57,8 PLN/tonę. Kopiec tradycyjny oraz kopce z okrywami typu B i D ze względu na zbliżony poziom kosztów mogą być polecane do stosowania w gospodarstwie rolnym. Kopiec typu E jest najdroższy, ale jednocześnie występują w nim najkorzystniejsze warunki do przechowywania ziemniaków (stabilne

temperatury). Wytwarzanie nowych materiałów izolacyjnych i okrywowych przez przemysł chemiczny może to być przesłanką do dalszego poszukiwania odpowiednich okryw do przechowywania ziemniaków w kopcach.

Tabela 5

Koszt budowy kopców
The cost of building of the clamps

Rodzaj nakładów Type of cost	Koszt budowy w PLN/tonę Cost of building PLN/ton				
	typ A	typ B	typ C	typ D	typ E
Robocizna Labour	21,5	9,4	10,5	7,7	8,3
Materiały Materials	10,0	24,5	28,2	24,5	49,5
Razem Total	32,5	33,9	38,7	32,2	57,8

WNIOSKI

1. Zastosowanie do kopcowania ziemniaków okryw z włókien sztucznych nie zmieniło zasadniczo warunków przechowywania oraz wielkości strat przechowalniczych w stosunku do kopca tradycyjnego.
2. Kopce z okrywami z włókien sztucznych wymagają ponad 2-krotnie mniejszego nakładu pracy niż kopiec tradycyjny, natomiast koszt użytych materiałów do budowy kopców z wykorzystaniem włókien jest wyższy 2–5-krotnie w stosunku do kopca tradycyjnego.
3. Zbliżony poziom kosztów budowy ok. 33 PLN/tonę występuje w trzech typach kopców A, B, D, co w praktyce umożliwia alternatywny wybór rodzaju kopca.

LITERATURA

- Bach A., 1980. Storage in clamps of potatoes for industry. Statens Planteavlfsorsøg Meddelese. 1561: 1 — 4.
- Cordes P. 1999. Mietenlagerung von Kartoffeln. Kartoffelbau 50, 7: 284 — 286.
- Czerko Z. 1994. Przechowywanie ziemniaków w kopcach technicznych. Instrukcja wdrożeniowa nr 2. Bonin: 16.
- Czerko Z. 2001. Przyszłość przechowywania i konfekcjonowania ziemniaków w Polsce. Wieś Jutra. 3: 33 — 34.
- Kubicki K., Czerko Z. 1976. Porównanie różnych sposobów okrywania i wentylacji kopców. Biul. Inst. Ziemn. 18: 125 — 146.
- Kubicki K., Czerko Z., Mogielnicki A. 1978. Nowa technika i technologia przechowywania ziemniaków w kopcach. Instrukcja wdrożeniowa nr 3: 1 — 45.
- Schorling E. 2000. Vlies zur Abdeckung von Kartoffelmieten. Kartoffelbau. 51 (9/10): 434 — 437.

AGNIESZKA OSIŃSKA**ZBIGNIEW LAUDAŃSKI**

Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Metody statystyczne w ocenie materiałów kolekcyjnych soi

Część I. Analiza porównawcza cech użytkowych form kolekcyjnych soi

Statistical methods in evaluation of soybean collection materials **Part I. Comparative analysis of agronomic traits of soybean collection forms**

W roku 1999 przeprowadzono obserwacje cech użytkowych 300 form soi, zgromadzonych w kolekcji Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Oceniane obiekty kolekcji soi reprezentowały znaczny zakres zmienności obserwowanych cech. Odmiana wzorcowa Aldana w naszych warunkach klimatycznych wykazywała najwyższą wartość użytkową. Nie było form istotnie wcześniejszych od wzorca, a spośród ocenianych obiektów tylko dwa (Glenwood i L 79/1) plonowały istotnie lepiej niż wzorzec. W opracowaniu przedstawiono zastosowanie metod statystycznych jak analiza wariancji, analiza skupień, do oceny porównawczej form kolekcyjnych soi. Przedstawione metody pozwoliły wyodrębnić formy o dużej wartości hodowlanej i użytkowej.

Słowa kluczowe: analiza wariancji, analiza skupień, nasiona

In 1999 phenotypic and agronomic traits were observed for 300 genotypes of soybean, collected in the gene bank at Radzików. The evaluated accessions of soybean represented a wide variability range of the examined traits. The standard variety — Aldana — showed the highest agronomic value in our climatic conditions. There were no accessions that were earlier than the standard variety. Among the analyzed accessions only two ones (Glenwood and L 79/1) yielded significantly better than the standard. An application of statistical methods, such as analysis of variance and cluster analysis, was presented in this study for comparison of the soybean collection accessions. These methods allowed distinguishing accessions with high value for breeding and agriculture.

Key words: analysis of variance, cluster analysis, seeds

WSTĘP

Hodowla soi w Polsce ma na celu uzyskanie nowych, ulepszonych odmian i przede wszystkim dostosowanych do krajowych warunków klimatycznych. Musi być ona

wspierana pracami badawczymi, polegającymi na gromadzeniu i porównywaniu zróżnicowanych genotypów pod względem najważniejszych cech użytkowych oraz ocenie ich tolerancji na niskie temperatury w okresie wegetacyjnym, zwłaszcza w czasie wschodów i kwitnienia roślin. W tym celu zgromadzono w IHAR światową i krajową kolekcję odmian soi, dzięki której przeprowadzono badania nad hybrydyzacją roślin oraz wykonano międzyodmianowe krzyżowania, w których jako komponentów użyto odpowiednich genotypów z kolekcji. Kolekcje soi są, dla hodowców tej rośliny, źródłem wartościowych genotypów w tworzeniu nowych linii i odmian hodowlanych.

Celem pracy była próba oceny wartości użytkowej kolekcyjnych form soi pochodzących z różnych regionów świata. Badania objęły, losową grupę form kolekcyjnych soi oraz odmianę Aldana hodowli IHAR. Poddano ocenie grupę dawnych krajowych odmian i populacji soi oraz czołowe odmiany zagraniczne pochodzące z Europy, Azji i Ameryki Północnej. Spośród zgromadzonych form w kolekcji soi wyodrębniono te, które można byłoby wykorzystać jako źródła pożądanych cech w pracach hodowlanych nad nowymi odmianami soi dla warunków klimatycznych Polski.

Przedstawiono propozycję zastosowania analizy skupień metodą k-średnich w ocenie porównawczej form kolekcyjnych soi. W II części opracowania, do oceny zależności między cechami w badanym zbiorze kolekcyjnym, wykorzystano analizę korelacji i analizę czynnikową.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badawczym były nasiona soi pochodzące ze zbiorów kolekcji nasion tego gatunku w Krajowym Centrum Roślinnych Zasobów Genowych IHAR. Przedstawione wyniki są częścią 3-letniego cyklu programu badań prowadzonych przez IHAR, którego celem jest odtworzenie kolekcji nasion soi. Ogólny stan kolekcji soi KCRZG wynosi 935 obiektów. W sezonie wegetacyjnym 1999 roku wysiano 1/3 tych obiektów znajdujących się w długoterminowym przechowywaniu.

Struktura pochodzenia form soi była następująca:

- obiekty pochodzące z krajów europejskich stanowiły 69,92%,
- obiekty pochodzące z krajów azjatyckich 21,63%,
- obiekty pochodzące z Ameryki Północnej 5,41%,
- obiekty nieznanego pochodzenia 3,04%

Do doświadczenia wybrano 300 form kolekcyjnych soi oraz jako wzorzec polską odmianę Aldana. Obiekty oceniano w doświadczeniu jedno-powtórzeniowym z wzorcem systematycznym (Trętowski i Wójcik, 1988), co 10 poletek (15 bloków po 24 obiekty, w tym cztery poletka ze wzorcem) na polu hodowlanym IHAR w Radzikowie, usytuowanym w warunkach klimatu chłodnego Europy Środkowo-Wschodniej.

W niniejszej pracy do analizy statystycznej włączono zmienne charakteryzujące wartość użytkową badanych genotypów z kolekcji soi. Wcześniejsze badania (Szyrmer i Boros, 1988; Boros i in., 1996) wykazały, że w naszych warunkach wartość rolniczą soi wyznaczają takie cechy jak: długość okresu wegetacji, plon nasion, wyleganie, wysokość roślin, masa tysiąca nasion i skład chemiczny nasion. Oprócz zmiennych wymienionych

wyżej, do analizy włączono również: termin kwitnienia, wysokość osadzenia pierwszego strąka, liczbę nasion i strąków z rośliny oraz masę nasion z rośliny i współczynnik zbioru (harvest index), określający udział nasion w masie rośliny. Ze względu na różną ilość wysianych nasion na poletkach i różny stopień wschodów, plon z poletka podano w przeliczeniu na 1000 wschodzących roślin.

Po przeprowadzonej analizie statystycznej, z wykorzystaniem pakietów statystycznych Agro oraz Systat, podjęto próbę oceny wartości użytkowej form kolekcyjnych soi pod względem 13 wymienionych wyżej cech.

Analizę statystyczną wykonano w następujących etapach:

- I etap — Analiza wariancji dla oceny zróżnicowania badanych form (Wójcik i Laudański, 1989; Zieliński, 1999). Średnie poprawione uzyskane za pomocą tej analizy wykorzystano w pozostałych metodach analitycznych.
- II etap — Analiza skupień metodą k-średnich dla określenia podobieństwa, ze względu na wiele cech, wszystkich obiektów doświadczenia (5 skupień).

Analiza wariancji

Analiza wariancji była pierwszą procedurą zastosowaną w interpretacji danych statystycznych. Testy tej analizy były podstawowym narzędziem do oceny porównawczej wyników uzyskanych w doświadczeniu kolekcyjnym soi w 1999 roku. Liczba badanych obiektów — 296 (z 301 wyeliminowano 5 obiektów, których nasiona nie wzeszły), oraz zastosowana metoda (doświadczenie jednopowtórzeniowe z wzorcem systematycznym) determinowały zastosowanie metod obliczeniowych. W analizach wykorzystano program Agro. Zastosowane w tym programie algorytmy analizy danych nieortogonalnych, z wykorzystaniem teorii operatorów rzutowych pozwalają na skuteczną interpretację wyników wielu typów doświadczeń (Laudański, 1996). W tabeli 1 przedstawiono podstawowe charakterystyki uzyskane w analizie wariancji dla wszystkich badanych cech.

WYNIKI I DYSKUSJA

Precyzja doświadczenia w ocenie różnic między średnimi analizowanych cech była różna. Mimo, że ocena zróżnicowania badanych obiektów dla niektórych cech była obciążona bardzo dużym lub dużym błędem, odrzucono hipotezy zerowe o braku takiego zróżnicowania dla każdej cechy. Największe wartości ilorazów F_{emp} uzyskano dla następujących cech: długość okresu wegetacji (31,33), termin kwitnienia (29,27) oraz odporność na wyleganie (22,05), najmniejsze natomiast dla plonu nasion z poletka (2,98).

Obiekty różniły się istotnie odpornością na wyleganie, przy czym nie było obiektów istotnie lepszych od wzorca. Form wylegających w stopniu większym niż odmiana wzorcowa było 95.

Długość okresu wegetacji była zróżnicowana i wynosiła od 101 dni dla form najwcześniejszych do 166 dni dla obiektów najpóźniejszych. Średnia dla wzorca wynosiła 117 dni przy średniej ogólnej 137 dni. Nie było odmian istotnie wcześniejszych od wzorca, natomiast istotnie późniejszych od wzorca było aż 160.

Tabela 1

Analiza wariancji dla cech użytkowych kolekcji soi
Analysis of variance for useful traits of soybean collection

Cecha Trait	Średni kwadrat Mean square		F _{emp} obiekty F _{emp} accessions	Średnia precyzja doświadczenia Mean precision of experiment	Średnia ogólna układu Total average	Średnia wzorca Aldana Mean of standard Aldana	Współczynnik zmienności Coefficient of variation	NIR (P=0,05) Studenta LSD	NIR (P=0,05) Tukeya LSD Tukey's
	Obiekty Accessions	Błąd Error							
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)	6,125	0,278	22,05**	13,22%	6,26	8,50	8,41%	1,67	4,23
Długość okresu wegetacji (dni) Growth period length (days)	287,507	9,178	31,33**	3,48%	136,67	116,94	2,22%	9,59	24,31
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)	18,054	0,617	29,28**	2,94%	41,98	36,92	1,87%	2,48	6,30
Plon z 1000 wschodzących roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)	1,624	0,546	2,98**	72,59%	1,60	3,11	46,21%	2,34	5,93
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	2,783	0,442	6,30**	2,58%	40,40	40,32	1,65%	2,10	5,33
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)	1,855	0,266	6,97**	4,24%	19,11	19,84	2,70%	1,63	4,14
Wysokość roślin (cm) Height of plant (cm)	293,840	47,011	6,25**	12,92%	83,39	84,12	8,22%	21,70	55,02
Wysokość osadzenia I-go strąka (cm) Height of the first pod setting (cm)	9,229	2,133	4,33**	23,86%	9,62	7,90	15,19%	4,62	11,72
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	184,774	22,051	8,38**	29,15%	25,31	26,21	18,55%	14,86	37,68
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	594,555	77,298	7,69**	32,03%	43,12	47,76	20,39%	27,82	70,56
Masa nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	19,809	3,041	6,51**	33,93%	8,07	9,26	21,59%	5,52	13,99
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	784,643	158,428	4,95**	10,42%	189,75	193,21	6,63%	39,83	101,01
HI Harvest Index	0,005	0,002	3,52**	18,18%	0,34	0,40	11,57%	0,12	0,31

Obserwowano małe zróżnicowanie form pod względem terminu kwitnienia (współczynnik zmienności wynosił 1,87%). Średnia długość terminu kwitnienia u odmiany Aldana wynosiła 37 dni, a średnia ogólna 42 dni.

Stwierdzono różnorodność form w reakcji na warunki klimatyczne, w których przeprowadzono doświadczenie. Uwidoczniło się to między innymi wysokością roślin soi. Cztery obiekty były istotnie wyższe od odmiany Aldana (średnia — 84 cm), natomiast 7 było istotnie niższych. Zakres zmienności wynosił od 23,6 — do 132,4.

Średnia wysokość osadzania pierwszego strąka wynosiła dla wzorca 7,9 cm przy średniej ogólnej 9,6 cm i zakresie od 1,1 — do 18,9.

Ocena zawartości białka i tłuszczu w nasionach była obarczona stosunkowo niskim błędem odpowiednio 2,6% i 4,2%. Obserwowano małą zmienność dla tych cech (współczynniki zmienności były najmniejsze). Wartości graniczne dla obiektów kolekcji wynosiły, białko od 36,3 — do 48,2 a tłuszcz od 15,3 — do 24,3.

Mimo, że ocena plonu z 1000 roślin była obciążona najwyższym błędem, zaobserwowano istotne różnice pomiędzy obiektami. Należy zaznaczyć, że 2 obiekty (Glenwood i L79/1) plonowały istotnie lepiej niż wzorzec.

Pozostałe badane cechy są związane z produktywnością. Dla większości tych cech (oprócz masy tysiąca nasion) stwierdzono dużą zmienność. Średnia liczba strąków na roślinie dla wzorca wynosiła 26,2 przy średniej ogólnej 25,3. U 6 form stwierdzono istotnie większą od wzorca liczbę strąków na roślinie. Zakres zmienności dla liczby nasion z rośliny wynosił od 2,1 do 288,2 przy średniej ogólnej 43,1. Siedem obiektów przewyższało wzorzec (średnia u Aldana 47,8). Spośród badanych form 3 przewyższały wzorzec (9,3 g) masą nasion z rośliny. Średnia ogólna układu wynosiła 8,1.

Analiza skupień

Testowane 295 form kolekcyjnych wraz z odmianą wzorcową zostało sklasyfikowanych metodą analizy skupień na arbitralnie ustaloną liczbę 5 grup według cech o podobnej wartości gospodarczej, poprzez minimalizację zmienności wewnątrz skupień i maksymalizację zmienności między skupieniami (Anonim, 1997). Interpretacja wyników uzyskanych tą metodą opierała się na porównywaniu średnich oraz współczynników zmienności dla każdego skupienia i dla każdej zmiennej (tab. 2), aby oszacować, na ile poszczególne skupienia są od siebie różne. Podobieństwo wewnątrz grup oraz różnice pomiędzy nimi, pod względem 13 ocenianych cech przedstawiają wykresy (rys. 1 A — 1, 2, 3, 4, 5 i 1 B — 1, 2, 3, 4, 5). Pięć kolejnych skupień stanowiło odpowiednio: 60, 88, 2, 120, 26 obiektów.

Grupę I stanowiły odmiany o krótkim okresie wegetacji, wysokich roślinach, dużej zawartości białka w nasionach i wysokiej masie tysiąca nasion. Obiekty z tej grupy charakteryzował niski plon oraz niska liczba strąków i nasion z rośliny. Można przypuszczać, że były to formy grubonasienne.

W grupie II znalazły się formy późno kwitnące, podatne na wyleganie, wysokie i wysoko osadzające pierwsze strąki. Nasiona miały dużą zawartość tłuszczu, niską masę tysiąca nasion oraz masę nasion z rośliny i niski współczynnik HI.

Najmniej liczna, dwuobiektoowa grupa III (odmiana Von Burklin-Wolfs i linia 1055/86) wyróżniała się wysokim plonem nasion z 1000 roślin, masą tysiąca nasion, wysoką masą i liczbą nasion oraz liczbą strąków z rośliny. Formy z tego skupienia były najplenniejsze, grubonasiennne, o niskiej zawartości tłuszczu w nasionach oraz o roślinach niskich, nisko osadzających pierwsze strąki. Do grupy tej należały formy odporne na wyleganie. Grupę tę ze względu na bardzo długi okres wegetacji można określić jako bardzo późną.

W najliczniejszej IV grupie znalazły się obiekty wcześniej dojrzewające o średnich wartościach pozostałych cech.

Tabela 2

**Charakterystyka form kolekcyjnych soi w 5 grupach wyznaczonych analizie skupień
(metodą k-średnich)**
**Characterization of soybean collection forms in 5 groups distinguished by cluster analysis
(k-means method)**

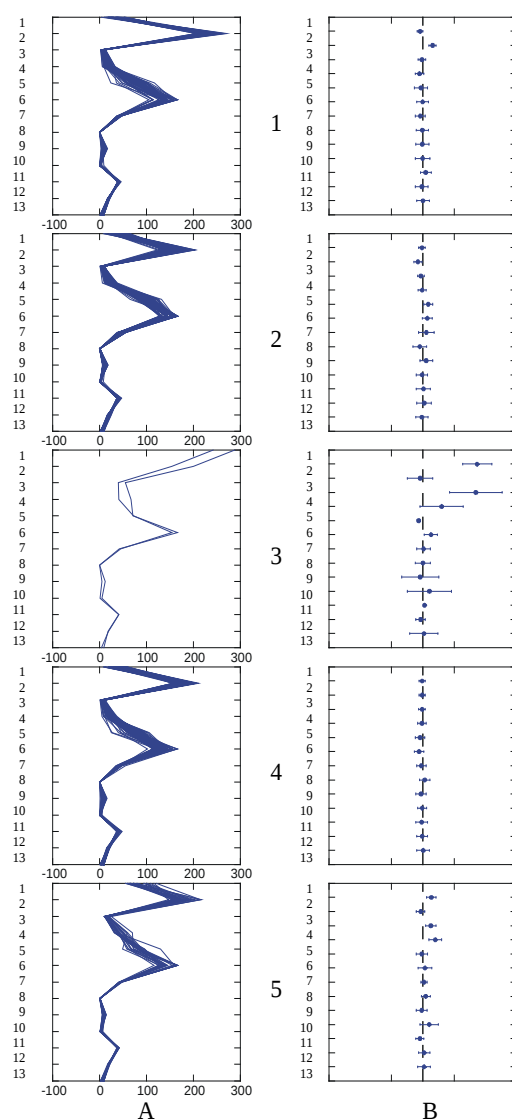
Cecha Trait	Minimum Minimum					Średnie Means				
Numer grupy Group number	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)	1,00	0,50	4,00	0,50	1,50	5,82	5,39	6,25	5,94	6,29
Długość okresu wegetacji (dni) Growth period length (days)	104,69	126,69	153,69	101,69	115,69	140,11	151,20	159,82	131,69	145,61
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)	36,67	36,92	41,92	34,92	40,92	41,53	45,06	43,42	42,07	43,61
Plon z 1000 wschodzących roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)	0,03	0,01	0,99	0,00	0,34	1,29	1,22	2,67	1,19	2,61
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	38,34	36,42	40,82	36,29	36,64	41,32	40,63	40,97	40,02	39,47
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)	16,38	15,63	18,06	15,33	17,23	18,74	19,25	18,47	18,81	19,24
Wysokość roślin (cm) Height of plant (cm)	23,62	64,87	71,12	25,12	48,87	78,00	98,85	71,50	75,29	80,12
Wysokość osadzenia I-go strąka (cm) Height of the first pod setting (cm)	2,90	6,15	5,15	1,15	5,90	9,65	11,60	8,65	9,05	9,39
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	5,86	6,19	40,61	4,76	31,34	19,21	23,32	53,55	23,16	43,77
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	4,41	2,06	241,64	8,06	54,36	30,77	38,89	264,92	39,04	77,19
Masa nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	1,34	0,32	39,97	1,16	9,39	7,18	6,38	47,62	7,28	13,81
Masa 1000 nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	205,46	122,96	153,96	155,96	146,96	233,83	166,29	176,83	185,73	179,12
HI Harvest Index	0,13	0,09	0,29	0,16	0,24	0,32	0,29	0,32	0,35	0,36

c.d. Tabela 2

Cecha Trait	Maximum Maximum					Współczynnik zmienności Coefficient of variation				
Numer grupy Group number	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)	9,25	9,50	8,50	8,75	8,75	44,85	47,87	50,88	43,43	41,97
Długość okresu wegetacji (dni) Growth period length (days)	165,94	165,94	165,94	165,94	165,94	10,03	7,48	5,42	8,41	11,02
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)	46,42	57,92	44,92	54,92	47,92	6,69	10,05	4,88	6,42	3,94
Plon z 1000 wschodzących roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)	9,05	8,14	4,35	5,02	6,91	109,30	90,98	89,14	74,79	67,05
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	46,07	46,74	41,12	48,17	41,59	4,19	5,64	0,51	4,72	3,29
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)	21,83	24,33	18,88	22,33	22,06	7,52	8,31	3,14	6,49	6,44
Wysokość roślin (cm) Height of plant (cm)	117,12	132,37	71,87	106,12	129,37	24,10	12,97	0,74	17,92	19,63
Wysokość osadzenia I-go strąka (cm) Height of the first pod setting (cm)	16,65	18,90	12,15	15,65	14,15	32,44	26,81	57,23	28,18	27,69
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	32,96	37,76	66,49	36,79	70,04	34,36	27,62	34,17	28,54	22,44
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	55,69	65,19	288,21	59,84	120,86	39,91	34,84	12,43	31,66	24,78
Masa nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	12,53	10,22	55,27	11,72	25,04	37,47	39,18	22,72	33,38	27,59
Masa 1000 nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	270,71	203,96	199,71	211,21	216,71	7,04	10,76	18,29	7,19	10,53
HI Harvest Index	0,47	0,44	0,36	0,46	0,47	21,88	27,59	15,63	17,14	13,89

Obiekty w V grupie były najbardziej odporne na wyleganie, późne, o najniższej zawartości białka w nasionach i wysokiej zawartości tłuszczu w nasionach. Należały do tej grupy formy drobnonasienne (niska masa tysiąca nasion) o wysokim plonie nasion z 1000 roślin). W porównaniu do innych grup posiadały najwyższy udział nasion w całkowitej masie roślin.

Najbardziej interesujące obiekty ze względu na produktywność roślin i uzyskiwany plon nasion z 1000 roślin znajdowały się w grupach III i V. Grupa III składała się z odmiany niemieckiej Von Burklin-Wolfs i polskiej linii 1055/86. W V grupie najwięcej odmian pochodziło z Niemiec (38,46%), krajów dawnego ZSRR (19,23%), Polski (15,38%), Chin i Kanady (po 7,69%), Francji (3,85%) oraz 7,69% z nieznanego pochodzenia.

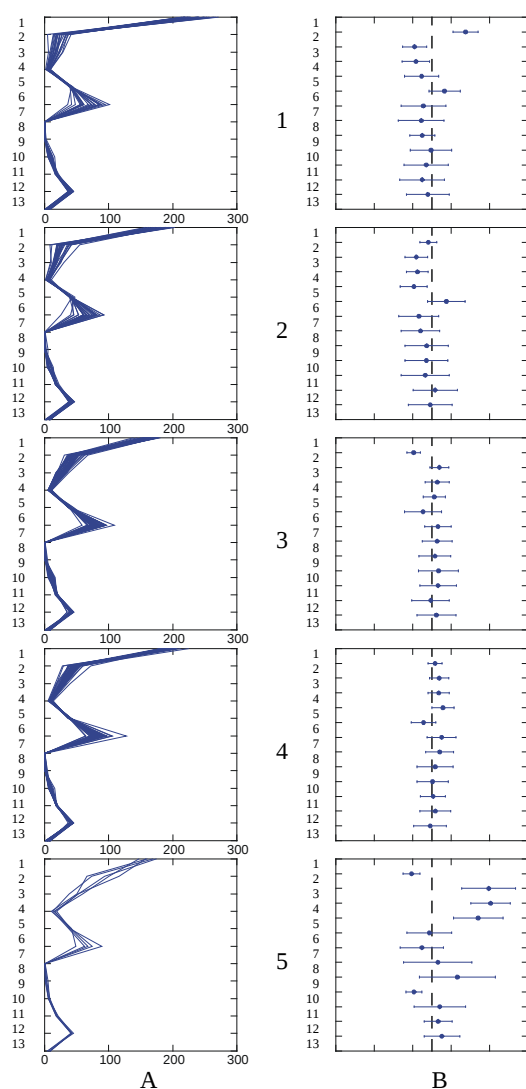


1. Liczba nasion z rośliny — Number of seeds per plant
2. Masa tysiąca nasion — Weight of 1000 seeds
3. Masa nasion z rośliny — Seed yield per plant
4. Liczba strąków z rośliny — Number of pods per plant
5. Wysokość roślin — High of plant
6. Długość okresu wegetacji — Growth period length
7. Termin kwitnienia — Time of flowering

8. HI — Harvest Index
9. Wysokość osadzenia I-go strąka — Height of the first pod setting
10. Plon z 1000 wschodzących roślin — Yield from 1000 plants
11. Zawartość białka w nasionach — Protein content in seeds
12. Zawartość tłuszczu w nasionach — Oil content in seeds
13. Wyleganie — Lodging

Rys. 1. Porównanie zmienności (A) i podobieństwo form kolekcyjnych soi (B) w 5 grupach badanej kolekcji soi

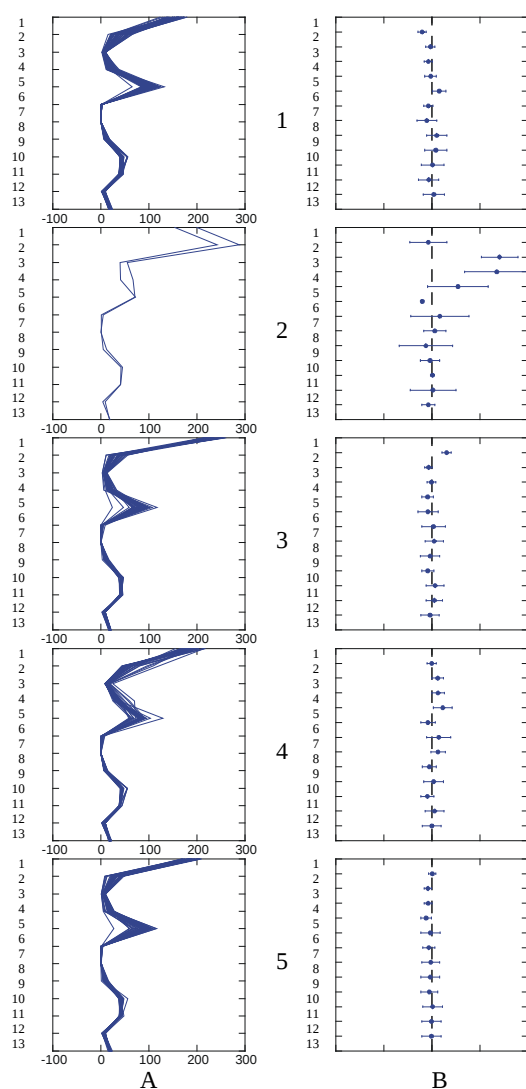
Fig. 1. Comparison of variability (A) and similarity of soybean forms (B) in 5 groups of the examined soybean collection



- | | |
|--|---|
| 1. Liczba nasion z rośliny — Number of seeds per plant | 8. HI — Harvest Index |
| 2. Masa tysiąca nasion — Weight of 1000 seeds | 9. Wysokość osadzenia I-go strąka — Height of the first pod setting |
| 3. Masa nasion z rośliny — Seed yield per plant | 10. Plon z 1000 wschodzących roślin — Yield from 1000 plants |
| 4. Liczba strąków z rośliny — Number of pods per plant | 11. Zawartość białka w nasionach — Protein content in seeds |
| 5. Wysokość roślin — High of plant | 12. Zawartość tłuszczu w nasionach — Oil content in seeds |
| 6. Długość okresu wegetacji — Growth period length | 13. Wyleganie — Lodging |
| 7. Termin kwitnienia — Time of flowering | |

Rys. 2. Porównanie zmienności (A) i podobieństwo form kolekcyjnych soi (B) w 5 grupach form wczesnych

Fig. 2. Comparison of variability (A) and similarity of soybean forms (B) in 5 groups of early forms



- | | |
|--|---|
| 1. Liczba nasion z rośliny — Number of seeds per plant | 8. HI — Harvest Index |
| 2. Masa tysiąca nasion — Weight of 1000 seeds | 9. Wysokość osadzenia I-go strąka — Height of the first pod setting |
| 3. Masa nasion z rośliny — Seed yield per plant | 10. Plon z 1000 wschodzących roślin — Yield from 1000 plants |
| 4. Liczba strąków z rośliny — Number of pods per plant | 11. Zawartość białka w nasionach — Protein content in seeds |
| 5. Wysokość roślin — High of plant | 12. Zawartość tłuszczu w nasionach — Oil content in seeds |
| 6. Długość okresu wegetacji — Growth period length | 13. Wyleganie — Lodging |
| 7. Termin kwitnienia — Time of flowering | |

Rys. 3. Porównanie zmienności (A) i podobieństwo form kolekcyjnych soi (B) w 5 grupach form późnych

Fig. 3. Comparison of variability (A) and similarity of soybean forms (B) in 5 groups of late forms

Formy z grupy I i IV ze względu na krótki okres wegetacji można uprawiać w warunkach Polski centralnej. Stanowiły one około 60% całej kolekcji soi. Obiekty z wymienionych grup pochodziły głównie z Niemiec, Polski, z republik byłego ZSSR, Szwecji, Rumunii, Węgier oraz Chin. Większość z nich (z wyjątkiem obiektów pochodzących z Chin) wywodziła się z krajów o zbliżonych warunkach klimatycznych do Polski.

W obrębie wydzielonych podzbiorów wczesnych i późnych obiektów kolekcji soi przeprowadzono również analizę podobieństwa metodą k-średnich w wyniku, której w każdym z tych podzbiorów wyłoniono po 5 skupień obiektów według cech o podobnej wartości gospodarczej. Dane liczbowe prezentujące charakterystykę uzyskanych skupień przedstawiono dla form wczesnych w tabeli 3 i na rysunkach 2 A (1, 2, 3, 4, 5); 2 B (1, 2, 3, 4, 5), a dla późnych w tabeli 4 oraz na rysunkach 3 A (1, 2, 3, 4, 5); 3 B (1, 2, 3, 4, 5).

Tabela 3

Porównanie cech użytkowych form kolekcyjnych soi 5 grup wcześniej dojrzewających
Comparison of useful traits of soybean collection forms for 5 groups of early maturity

Cecha Trait	Minimum Minimum					Średnie Means				
Numer grupy Group number	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)	1,00	0,50	0,50	1,50	4,50	4,96	5,30	6,18	5,30	6,95
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)	36,92	37,67	34,92	36,92	40,92	40,34	42,04	41,46	42,06	42,42
Plon z 1000 wschodzących roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)	0,06	0,00	0,23	0,10	0,57	0,71	0,93	1,34	1,35	2,45
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	38,34	38,14	36,42	36,29	37,09	41,13	41,32	39,07	39,13	39,68
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)	16,48	16,03	16,56	17,63	17,88	18,52	18,46	19,22	18,92	19,32
Wysokość roślin (cm) Height of plant (cm)	35,87	25,12	58,87	64,12	48,87	69,50	65,97	80,97	83,89	68,32
Wysokość osadzenia I-go strąka (cm) Height of the first pod setting (cm)	5,15	3,40	5,15	6,15	5,90	8,98	8,38	9,99	9,19	6,70
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	6,19	8,16	16,96	16,41	37,86	16,81	17,49	26,34	23,98	50,10
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	4,41	8,06	30,51	27,54	65,61	25,38	26,90	46,94	46,76	89,75
Masa nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	1,34	1,16	5,00	5,52	10,21	6,01	4,86	7,86	9,14	14,29
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	213,46	156,71	137,71	179,71	146,96	237,22	184,73	164,28	194,46	161,36
HI Harvest Index	0,13	0,16	0,26	0,28	0,24	0,31	0,31	0,37	0,37	0,37

c.d. Tabela 3

Cecha Trait	Maksimum Maximum					Współczynnik zmienności Coefficient of variation				
Numer grupy Group number	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)	9,00	8,75	8,75	8,75	8,75	60,28	58,11	44,66	43,58	32,23
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)	44,92	46,42	45,92	44,92	44,92	7,09	6,71	5,81	4,66	3,72
Plon z 1000 wschodzących roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)	1,92	5,02	4,48	4,13	4,80	85,92	115,05	58,21	65,93	67,76
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	44,27	46,97	45,12	41,57	41,59	3,60	4,28	4,48	2,96	4,76
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)	21,66	22,31	21,23	20,66	21,16	6,97	7,53	5,57	3,86	6,94
Wysokość roślin (cm) Height of plant (cm)	100,87	92,12	108,62	127,37	89,12	24,79	23,53	12,51	13,49	21,77
Wysokość osadzenie I-go strąka (cm) Height of the first pod setting (cm)	15,40	13,40	16,15	15,65	8,15	30,29	33,77	26,43	22,63	14,03
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	28,31	29,46	37,49	39,64	59,16	35,57	27,39	20,31	19,31	15,41
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	48,16	54,56	67,21	72,19	115,99	40,31	36,28	17,41	17,58	22,82
Masa nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	11,70	10,14	11,48	13,62	18,46	40,60	40,33	20,23	17,51	22,39
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	270,71	202,71	179,71	223,96	173,96	7,29	6,28	5,86	4,91	6,45
HI Harvest Index	0,43	0,44	0,46	0,46	0,47	25,81	19,35	13,51	13,51	27,03

W I grupie form wczesnych znalazły się obiekty wylegające o wysokiej zawartości białka w nasionach oraz wysokiej masie tysiąca nasion. Formy z tej grupy wcześnie zaczynały kwitnienie, lecz najniżej plonowały w porównaniu do obiektów ze wszystkich skupień. W grupie II znalazły się formy niskie i późno kwitnące. Nasiona obiektów tego skupienia miały dużą zawartość białka a niską tłuszczu. Formy z tej grupy były niskopienne ze względu na niską masę nasion z rośliny oraz niski plon nasion z 1000 roślin. W trzecim skupieniu liczącym 38 obiektów znalazły się rośliny, które wysoko osadzały pierwsze strąki o niskiej masie tysiąca nasion. Nasiona tych obiektów zawierały mało białka.

Rośliny z grupy IV, najbardziej licznej (42 obiekty), były wysokie, wysoko osadzały pierwsze strąki i były podatne na wyleganie. Formy z tego skupienia miały nasiona o niskiej zawartości białka i wysoki współczynnik HI.

Rośliny form z grupy V były najbardziej odporne na wyleganie, późno kwitnące, nasiona zawierały dużo tłuszczu. Rośliny były niskie, nisko osadzały pierwsze strąki oraz wydawały wysoki plon nasion z 1000 roślin. W grupie piątej znalazły się formy, które cechowała wysoka masa nasion, liczba nasion i strąków z rośliny oraz wysoki

współczynnik HI. Rośliny cechowała również niska masa tysiąca nasion (formy o drobnych nasionach).

Na szczególną uwagę zasługuje grupa piąta ze względu na wysoką produktywność roślin oraz wysoki plon nasion z 1000 roślin. Grupa ta jednak była mało liczna — składała się z pięciu obiektów. Trzy z pięciu form, pochodziło z Republiki dawnego ZSRR, czwarta z Polski, a piąta, ostatnia była nieznanego pochodzenia. W hodowli jakościowej dla podwyższenia zawartości białka w nasionach, można wykorzystać formy z grupy I i II. Ciekawą z punktu widzenia prac hodowlanych nad soją może okazać się grupa III i IV ze względu na wysokie osadzanie pierwszych strąków na roślinie. Wysokość ta jest bardzo ważną cechą ściśle związaną z technologią zbioru nasion soi (Szyrmer i Fedorowska, 1975; Kowalczyk, 1986).

W grupie I form późnych było 48 obiektów, które późno zaczynały kwitnienie. Charakteryzowały się one wysokimi roślinami, osadzającymi również wysoko pierwsze strąki.

Tabela 4

Porównanie cech użytkowych form kolekcyjnych soi późno dojrzewających
Comparison of useful traits of soybean collection for the forms of late maturity

Cecha Trait	Minimum Minimum					Średnie Means				
Numer grupy Group number	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)	0,50	4,00	2,00	1,50	2,00	5,18	6,25	6,62	6,67	5,87
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)	38,92	41,92	36,67	39,92	36,92	45,78	43,42	42,48	44,88	43,15
Plon z 1000 wschodzących roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)	0,01	0,99	0,03	0,34	0,03	0,97	2,67	1,73	2,51	1,03
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	36,69	40,82	38,64	38,04	37,69	40,98	40,97	41,54	39,87	41,00
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)	15,63	18,06	16,38	15,86	15,33	19,36	18,47	18,76	19,04	18,98
Wysokość roślin (cm) Height of plant (cm)	64,87	71,12	23,62	57,87	26,37	102,91	71,50	81,94	81,93	86,55
Wysokość osadzenia I-go strąka (cm) Height of the first pod setting (cm)	6,15	5,15	2,90	6,15	1,15	12,32	8,65	10,10	9,79	10,13
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	11,29	40,61	5,86	25,26	4,76	23,46	53,55	20,19	36,83	18,47
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	2,06	241,64	10,46	43,54	7,61	38,74	264,92	33,14	62,91	30,53
Masa nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	-0,32	39,97	2,82	8,42	1,10	5,95	47,62	7,80	11,84	5,79
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	122,96	153,96	213,71	154,71	168,21	157,17	176,84	234,86	187,62	189,44
HI Harvest Index	0,13	0,29	0,19	0,17	0,09	0,26	0,32	0,32	0,35	0,29

c.d. Tabela 4

Cecha Trait	Maksimum Maximum					Współczynnik zmienności Coefficient of variation			
Numer grupy Group number	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV
Odporność na wyleganie (°) Resistance to lodging (°)	9,25	8,50	9,25	8,75	9,50	49,42	50,88	30,97	35,68
Termin kwitnienia (dni) Time of flowering (days)	57,92	44,92	46,42	54,92	55,92	9,92	4,88	5,86	8,98
Plon z 1000 wschodzących roślin (kg) Yield from 1000 plants (kg)	2,29	4,35	9,05	8,14	3,88	69,07	89,14	100,00	70,92
Zawartość białka w nasionach (%) Protein content in seeds (%)	46,74	41,12	46,07	44,39	48,17	5,81	0,51	4,57	3,46
Zawartość tłuszczu w nasionach (%) Oil content in seeds (%)	24,33	18,88	21,13	22,33	23,96	8,88	3,14	7,68	7,93
Wysokość roślin (cm) Height of plant (cm)	132,37	71,87	117,12	129,37	115,87	12,24	0,74	22,68	16,33
Wysokość osadzenie I-go strąka (cm) Height of the first pod setting (cm)	18,90	12,15	16,65	14,15	16,15	27,84	57,23	31,58	23,08
Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant	37,76	55,49	32,96	70,04	27,66	27,15	34,17	31,85	27,40
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	65,19	288,21	66,69	120,86	47,86	37,76	12,43	36,36	30,03
Masa nasion z rośliny (g) Seed yield per plant (g)	10,22	55,27	12,53	25,04	9,72	42,86	22,72	32,95	31,93
Masa tysiąca nasion (g) Weight of 1000 seeds (g)	178,96	199,71	260,21	216,71	208,71	8,44	18,29	6,12	7,86
HI Harvest Index	0,44	0,36	0,47	0,44	0,42	30,77	15,63	218,75	17,14

Nasiona miały dość wysoką zawartość białka i tłuszczu. Obiekty z tej grupy wydawały niski plon oraz miały niską masę tysiąca nasion i masę nasion z rośliny. Niewielki był również udział masy nasion w masie rośliny (współczynnik HI). W grupie II znalazły się tylko dwa obiekty. Były to formy niskie, nisko osadzające pierwsze strąki. Grupa wyróżniała się wysokim plonem nasion z 1000 roślin, dużą liczbą i masą nasion z rośliny i strąków oraz niską zawartością tłuszczu w nasionach. Następna, III grupa liczyła 32 obiekty, które cechowała wysoka zawartość białka w nasionach oraz najwyższa wśród grup późnych masa tysiąca nasion (formy grubonasienne). Obiekty te dość szybko, jak na formy późne, wchodziły w okres kwitnienia. W IV grupie znalazły się obiekty niewylegające o niskiej zawartości białka w nasionach, wysokim plonie nasion z 1000 roślin oraz wysokim udziale nasion w masie rośliny. Rośliny form z tej grupy były wysokie i wysoko osadzały pierwsze strąki. Grupę V cechowała niska masa nasion, liczba nasion oraz liczba strąków z rośliny.

Na uwagę wśród form późnych zasługują grupy: II, III i IV, które mimo że późno dojrzewały wydawały dość wysoki plon nasion z 1000 roślin (szczególnie grupa II i IV). Obiekty II grupy były najbardziej wartościowe, ze względu na ich wysoką produktywność

i plon nasion z 1000 roślin. Formy z grupy trzeciej mogą być również przydatne w hodowli jakościowej soi ze względu na wysoką zawartość białka w nasionach oraz ze względu na dość wczesne kwitnienie. Grupy I, III i V są ciekawe ze względu na wysokie osadzanie pierwszych strąków.

WNIOSKI

1. Oceniane obiekty kolekcji soi reprezentowały duży zakres zmienności wartości obserwowanych cech.
2. Odmiana wzorcowa Aldana w naszych warunkach klimatycznych wykazywała najwyższą wartość użytkową. Nie było form istotnie wcześniejszych od wzorca, a spośród 300 ocenianych obiektów tylko dwa (Glenwood i L79/1) plonowały istotnie lepiej.
3. Zastosowane metody statystyczne pozwoliły wyodrębnić z kolekcji soi formy o dużej wartości hodowlanej, które mogą być źródłem korzystnych cech dla nowych polskich odmian soi:
 - wśród form wczesnych na uwagę zasługują obiekty z V grupy ze względu na wysoką produktywność z rośliny i wysoki plon z 1000 roślin. Obiekty z grupy I i II można wykorzystać w hodowli jakościowej, natomiast obiekty z III i IV grupy w pracach hodowlanych mających na celu podwyższenie wysokości osadzania pierwszych strąków na roślinie.
 - wśród form późnych na uwagę zasługują obiekty z pięciu grup. Formy II, III, IV grupy wydawały wysoki plon z 1000 roślin. Obiekty z I, III, V skupienia wyróżniały się wysokim osadzaniem pierwszych strąków na roślinie (formy z III grupy mogą być również przydatne w hodowli jakościowej ze względu na wysoką zawartość białka w nasionach).
4. Zastosowana analiza skupień metodą k-średnich, może być użyta jako standardowe postępowanie przy ocenie klasyfikacyjnej wieloobektowych materiałów kolekcyjnych.

LITERATURA

- Anonim 1997. Statistica PL dla Windows. Tom III: Statystyka II.
- Boros L., Szyrmer J., Sawicki J. 1996. Wartość użytkowa odmian wyhodowanych w IHAR Radzików. Biul. IHAR, 198: 97 — 95.
- Kowalczyk J. 1986. Problemy mechanizacji zbioru nasion soi. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 297: 380 — 388.
- Laudański Z. 1996. Zastosowania operatorów rzutowania w analizowaniu danych nieortogonalnych. Teoria algorytmów i przykłady. SGGW, Warszawa.
- Szyrmer J., Federowska B. 1975. Kierunki badań i hodowli roślin soi. Biul. IHAR, 126/127, 3/4: 3 — 7.
- Trętowski J. Wójcik A. R. 1988. Metodyka doświadczeń rolniczych. WSRP, Siedlce.
- Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczalnictwie. PWN, Warszawa.
- Zieliński T. 1999. Jak pokochać statystykę, czyli statystyka do poduszki. StatSoft, Kraków.

KAROL BUJAK**MARIA JĘDRUSZCZAK¹****MARIUSZ FRANT**

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza, Lublin

¹Katedra Rozwoju Rolnictwa i Agrobiznesu, Politechnika Białostocka, Białystok

Wpływ uproszczeń w uprawie roli na plonowanie soi

The influence of reduced tillage methods on soybean seed yield

Dwuczynnikowy eksperyment polowy przeprowadzono w latach 1997–1999 na płowej glebie lessowej w GD. Czesławice metodą split-plot w czterech powtórzeniach. Czynniki doświadczenia były dwie odmiany soi: Aldana i Polan oraz pięć sposobów uprawy roli: I tradycyjny, II uproszczony bez uprawek poźniwnych, III uproszczony — drapaczowanie, bronowanie, głęboszowanie, IV uproszczony — po zbiorze przedplonu siew bezpośredni gorczycy białej, jej zbiór przed zimą i wykonanie orki przedzimowej, V uproszczony — po zbiorze przedplonu siew bezpośredni gorczycy białej, która pozostaje na zimę, wiosną oprysk Reglone (diquat) i siew bezpośredni soi. Statystycznie opracowane rezultaty dowiodły jednakowo wysokiego plonowania soi (1,84–1,72 t nasion ha⁻¹) po wprowadzeniu do uprawy roli orki przedzimowej (system I, II, IV). Istotna obniżka plonu nasion (15%) w stosunku do plonu z I i IV — systemu uprawy nastąpiła po siewie bezpośrednim (V). Odmiana Aldana wydała wyższy o 28% plon (1,93 t · ha⁻¹) niż Polan (1,51 t · ha⁻¹). Polowa zdolność wschodów soi była niska (średnio około 46% zakładanej).

Słowa kluczowe: plon, sposoby uprawy roli, soja

A two-factorial field experiment was conducted on loess soil in the Czesławice Experimental Station in 1997–1999, with the split-plot method with four replications. Two soybean cultivars: Aldana and Polan, and five methods of soil tillage were the experimental factors. The tillage treatments were following: I conventional, II reduced — without stubble operations, III reduced to cultivator, harrow and then subsoiler application, IV reduced with direct sowing of white mustard and harvest of the mustard in late autumn followed by deep moldboard plough, V reduced to direct sowing of white mustard, which was sprayed with Reglone (diquat) in spring and finally soybean was sown with the direct sowing method. The statistically elaborated results proved the same level of soybean yielding (1.72–1.84 t of seed ha⁻¹) under all the tillage systems where plough was applied before winter (the systems I, II and IV). In comparison to the best treatments I and IV, the direct soybean sowing (V) caused a remarkable seed yield reduction (15% and 16%, accordingly). The Aldana cultivar's yield (1.93 t ha⁻¹) was almost 28% higher than that of the Polan cultivar (1.51 t ha⁻¹). Generally, field emergence of soybean was low (mean about 46% of the assumed).

Key words: soybean, tillage systems, yield

WSTĘP

Zabiegi uprawy roli wyraźnie wpływają na warunki życia roślin, a zatem za ich pomocą można je modyfikować stosownie do wymagań rośliny uprawnej (Kuś, 1999; Tebrugge i During, 1999; Arvidsson, 1998; Pabin i in., 1998). Jednym z najtrudniejszych problemów badawczych powiązanych z uprawą roli jest opracowanie wszechstronnych zależności pomiędzy uprawą roli, właściwościami gleby, przebiegiem pogody, cechami nasion, działaniem sprzętu używanego do siewu i wschodami każdej rośliny uprawnej, nie wykluczając soi, która jest obiektem niniejszych badań.

W warunkach Polski soję wysiewa się zwykle po zbożach (Jasińska i Kotecki, 1993) w drugim lub trzecim roku po oborniku. Zaleca się stosować pod nią tradycyjną (płużną) uprawę roli, podobną jak pod inne rośliny strączkowe. W świecie zaś taki sposób przygotowania roli rekomenduje się na glebach słabo przepuszczalnych lub takich, gdzie powstają zbite warstwy utrudniające rozrastanie się korzeni (Van Doren i Reicoski, 1987). Duża pracochłonność i energochłonność takiej uprawy powoduje, że coraz częściej wprowadzane są jej różne uproszczenia. Polegają one najczęściej na spłycaniu głębokości orki lub zastępowaniu pługa innymi narzędziami (uprawa bezorkowa), a w skrajnych przypadkach stosowany jest siew bezpośredni (uprawa zerowa).

Wyniki przeprowadzonych dotychczas badań, głównie z roślinami zbożowymi i okopowymi, wskazują, że wprowadzenie uproszczeń w uprawie roli często nie powoduje istotnej obniżki plonu, zwłaszcza gdy skutecznie ogranicza się zachwaszczenie dobrze dobranymi herbicydami (Roszak i in., 1995; Dzienia i in., 1995). W Polsce nie oceniano jeszcze plonowania soi w warunkach ograniczenia zabiegów uprawowych, a nieliczne tylko publikacje (Roszak i in., 1995; Dzienia i in., 1995) informują o reakcji innych strączkowych (bobik, groch siewny) na wprowadzane uproszczenia w uprawie roli. Potwierdza to potrzebę prowadzenia badań w tym zakresie. Soja staje się, ważną rośliną uprawną w Polsce. Wśród kilku polskich jej odmian najlepiej udającym się w warunkach środkowo- i południowo-wschodniej Polski jest Polan i Aldana (Szyrmer i Boros, 1996), uwzględnione w niniejszych badaniach. W ostatnich latach dobre wyniki produkcyjne daje odmiana Mazowia (obserw. własne).

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu różnych uproszczeń w uprawie roli zastosowanych na glebie lessowej na plonowanie dwóch odmian soi w warunkach Wyżyny Lubelskiej.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenia polowe prowadzono w latach 1997–1999 w Gospodarstwie Doświadczalnym Czesławice należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie, położonym na Płaskowyżu Nałęczowskim. Zlokalizowano je na glebie płowej wytworzonej z lessu o składzie granulometrycznym na pograniczu pyłu zwykłego i pyłu ilastego, zaliczanej do kompleksu pszenno-dobrego. Gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem (pH w 1 n KCl 5,6–5,8) oraz wysoką zawartością przyswajalnego fosforu, potasu i

magnezu, odpowiednio 22,3–26,5 mg P_2O_5 ; 20,0–23,5 mg K_2O i 7,3–9,4 mg Mg na 100 g gleby (Anonim, 1990). Zawartość próchnicy wahała się od 1,27 do 1,42% (średnio 1,34%).

Eksperyment prowadzono metodą split-plot w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 35 m² do siewu i 20 m² do zbioru. Porównywano plonowanie dwu odmian soi Aldana i Polan pod wpływem pięciu sposobów uprawy roli.

Sposoby uprawy roli:

- I uprawa tradycyjna (obiekt kontrolny) — podorywka (8–10 cm) + bronowanie (dwa razy), orka przedzimowa (25 cm);
- II uprawa uproszczona: orka przedzimowa (25 cm) (bez uprawek poźniwnych);
- III uprawa uproszczona: drapaczowanie i bronowanie (zamiast podorywki), głęboszczenie na głębokość 30–40 cm (zamiast orki przedzimowej);
- IV uprawa uproszczona: po zbiorze przedplonu siew bezpośredni gorczycy białej, jesienią zbiór zielonki gorczycy i orka przedzimowa (25 cm);
- V uprawa zerowa: po zbiorze przedplonu siew bezpośredni gorczycy białej, która pozostaje na polu na zimę, wiosną opryskiwanie pola (Reglone 3,0 L · ha⁻¹) i siew bezpośredni soi.

Wiosenna uprawa roli na obiektach I–IV była identyczna i obejmowała bronowanie, drapaczowanie i bronowanie pola.

W każdym roku przedplonem soi była pszenica ozima. Nawożenie mineralne pod soję na 1 ha w czystym składniku wynosiło: 50 kg N, 80 kg P_2O_5 , 100 kg K_2O . Nasiona soi tuż przed siewem szczepiono na mokro bakteriami *Bradyrhizobium japonicum*, a wcześniej — zaprawiano Funabenem 03 PA (sbcz. 3% karbendazymu) i wysiewano 7 maja w 1997 roku i 27 kwietnia w obu pozostałych latach. Rozstawa rzędów wynosiła 20 cm, głębokość siewu 3 cm, planowana obsada 100 sztuk roślin na m². Na wszystkich obiektach chwasty niszczone jednakowo, herbicydami doglebowymi Afalon 450 SC + Sencor 70 WG w ilości 1 L + 0,3 kg · ha⁻¹ (tj. 450 ml linuronu + 210 g metrybuzyny ha⁻¹), stosując je bezpośrednio po siewie nasion. Soję zbierano kombajnem poletkowym w fazie pełnej dojrzałości nasion w końcu pierwszej dekady września. Po dosuszeniu w warunkach szklarni wielkość plonu podano przy wilgotności 9–10%. Badano następujące cechy: obsadę roślin po wschodach i przed zbiorem, plon nasion i słomy, masę tysiąca nasion (MTN), wysokość roślin, wysokość osadzenia pierwszego dolnego strąka, liczbę strąków na roślinie i masę nasion z rośliny. Plony i analizowane elementy struktury plonu poddano analizie statystycznej, a istotność różnic oszacowano za pomocą testu Tukeya na poziomie $\alpha = 0,05$.

Przebieg warunków meteorologicznych w sezonach wegetacyjnych soi w poszczególnych latach odbiegał od przeciętnych w miejscu badań (tab. 1). W pierwszym roku badań (1997) zdecydowanie chłodniejszy był kwiecień, natomiast pozostałe miesiące były cieplejsze. Opady, z wyjątkiem czerwca i sierpnia przekraczały normę wieloletnią, najbardziej w lipcu, bo o 88%. Kolejny sezon wegetacyjny soi (1998 rok) był znacznie cieplejszy, głównie w okresie od kwietnia do czerwca opady były zbliżone do średnich wieloletnich. Ostatni rok badań (1999) był bardzo ciepły i mokry. Temperatura powietrza w okresie wegetacji soi znacznie przekraczała normę wieloletnią, z wyjątkiem maja. Opady

w kwietniu, czerwcu i lipcu były dwukrotnie wyższe niż w wieloleciu, a dopiero sierpień i wrzesień były zdecydowanie suche.

Tabela 1

Przebieg warunków pogodowych w sezonie wegetacji soi w latach 1997–1999, wg stacji meteorologicznej w Czesławicach
Course of weather conditions during soybean vegetation seasons in 1997–1999 acc. meteorological station in Czesławice

Miesiąc Month	Średnia temperatura powietrza (°C) Mean air temperature (°C)			Średnia Mean 1966–1996	Suma opadów (mm) Sum of precipitation (mm)			Średnia Mean 1966–1996
	1997	1998	1999		1997	1998	1999	
IV	5,1	10,3	10,0	7,6	50,8	43,8	97,0	44,5
V	14,1	14,5	12,7	13,4	73,7	60,9	45,2	59,5
VI	16,7	17,8	18,8	16,3	65,9	78,9	157,0	80,2
VII	17,8	17,9	20,2	17,9	149,4	79,0	144,8	79,4
VIII	18,6	16,6	17,4	17,3	59,8	69,0	21,6	68,6
IX	12,6	13,2	15,4	13,0	83,6	58,3	31,3	57,6
Średnio Mean IV–IX	14,2	15,1	15,8	14,3	483,2*	349,9*	496,9*	389,8*

* — Suma w okresie IV–IX

* — Sum in the IV–IX period

WYNIKI I DYSKUSJA

Obsadę roślin soi po wschodach i przed zbiorem istotnie różnicowały lata badań i uprawiane odmiany (tab. 2). Zawsze była ona znacząco mniejsza od planowanej (wysiewano 100 nasion o pełnej wartości siewnej na 1 m²). Najwięcej roślin na 1 m² w obydwu terminach odnotowano w pierwszym roku badań (1997), istotnie mniej w ostatnim (1999 rok), a najmniej w 1998 roku. W poszczególnych latach wyższą obsadą roślin odznaczała się odmiana Polan, średnio o ponad 18%, a jedynie w 1999 roku więcej roślin na 1m² notowano w przypadku odmiany Aldana. Cechą charakterystyczną nasion roślin strączkowych jest duża rozbieżność pomiędzy planowaną a rzeczywistą (uzyskaną w warunkach polowych) zdolnością kiełkowania rzutującą na obsadę roślin po wschodach (Sypniewski, 1986; Prusiński, 1987). Mogą o tym decydować różne czynniki. Ostatnio zjawisko to przypisuje się głównie stresowi chłodnowodnemu (uszkodzenia nasion pęczniejących w temperaturze od 0°C do 15°C), którego naturę wyjaśnia przeglądowa praca Prusińskiego (1997). Uszkodzenia te wynikają z bardzo szybkiego pobierania wody przez suche nasiona wysiane do wilgotnej gleby. Powstają wówczas poprzeczne pęknięcia liścieni, zamiera wierzchołek korzonka i łodyżki podliścieniowej. Podobny skutek obserwuje się po mechanicznych uszkodzeniach nasion podczas kombajnowego zbioru. Z cytowanych przez tego autora materiałów wynika, że przesuszone nasiona soi (5% wilgotności) pęczniejące w wodzie o temperaturze 5°C traciły żywotność w 75–80%, ale pęczniejące w wodzie o temperaturze 10° i 20°C — tylko w 30% i 19%. W tych samych warunkach termicznych zdolność kiełkowania nasion soi, zawierających w chwili wysiewu 15% wilgoci, wynosiła odpowiednio 92% 90% i 93%.

Tabela 2

Obsada roślin soi na 1 m² oraz ich wysokość przed zbiorem (cm)
Stand density of soybean plants per 1m² and their height before harvest (cm)

Rok Year	Obsada roślin na 1m ² Plant stand per 1m ²						Wysokość roślin (cm) Plant height (cm)		
	po wschodach post emergence			przed zbiorem prior to harvest					
	odmiana cultivar			odmiana cultivar			odmiana cultivar		
	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean
1997	43,2	72,1	57,6	40,1	65,4	52,8	81,8	70,8	76,3
1998	35,4	39,1	37,3	32,2	37,2	34,7	73,2	56,1	64,6
1999	49,0	39,6	44,3	43,0	33,8	38,4	92,3	83,4	87,9
Średnio Mean	42,6	50,3	—	38,4	45,5	—	82,4	70,1	—
NIR (p = 0,05) pomiędzy latami			5,1				4,6		
LSD amongst years									
NIR (p = 0,05) pomiędzy odmianami			3,5				3,2		
LSD amongst cultivars									
NIR (p = 0,05) w interakcji lata x odmiany			8,9				8,0		
LSD in interaction: year x cultivar.									

Trzeba zgodzić się z wnioskiem Prusińskiego (1987), iż koniecznie należy zwiększyć wilgotność nasion soi przed siewem. W prezentowanych badaniach połowa zdolność wschodów była niższa od zakładanej, przeciętnie o 57,4% u odmiany Aldana i o 49,7% u odmiany Polan. O zróżnicowaniu tej cechy w latach decydowały najprawdopodobniej warunki termiczne i wilgotnościowe w okresie przed i po siewie (tab. 3).

Tabela 3

**Temperatura powietrza i ilość opadów w okresie poprzedzającym siew, w czasie siewu i po siewie oraz
zapas wody w 0–45 cm warstwie gleby w fazie pełni wschodów soi**
**Air temperature and amount of rainfall before sowing, in sowing time and after sowing, and water
store in 0–45 cm soil layer during full emergence stage of soybean growth**

Rok Year	Temperatura Temperature (°C)				Opad Rainfall (mm)				Glebowy zapas wody Soil water store (mm)
	a*	b	c	średnio mean	a	b	c	suma sum	
1997	8,3	13,8	18,5	13,5	5,1	6,2	18,4	29,7	117,4
1998	8,4	13,3	14,4	12,0	66,7	3,6	32,0	102,3	129,7
1999	10,9	10,2	10,9	10,7	10,5	6,1	37,8	54,4	102,3

*a — Dekada przed siewem

*a — Decade before sowing

b — Dekada siewu

b — Decade when sowing was done

c — Dekada po siewie

c — Decade after sowing

W kolejnych trzech dekadach poprzedzających siew: dekadzie siewu i następującej po siewie najcieplej było w 1997 roku przy bardzo umiarkowanych opadach, zaś chłodniej i wilgotniej w 1998 i 1999 roku. Przebieg opadów rzutował na zapas wody w glebie jeszcze

w czasie pełni wschodów soi (Bujak i in., 2001 a). Pewne szkody czyni też ptactwo, wyciągając kielkujące siewki soi z gleby. Do czasu zbioru ubyło po około 10% roślin każdej z odmian, co w przybliżeniu potwierdza wyniki uzyskiwane z innych badań nad soją w Czesławicach w okresie ostatnich ośmiu lat (badania własne).

Plon nasion soi istotnie różnicowały wszystkie badane czynniki doświadczenia (tab. 4). Najwyższy — $2,12 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ uzyskano w 1997 roku, a w następnych latach 1998 i 1999 był on o około 28% mniejszy. Zróżnicowanie to należy przypisać istotnie większej obsadzie roślin przed zbiorem w 1997 roku ($52,8 \text{ m}^{-2}$) w porównaniu z obsadą w dwu pozostałych latach, w których była ona niższa ($34,7\text{--}38,4 \text{ m}^{-2}$) i statystycznie jednakowa (tab. 2). We wszystkich latach lepiej plonowała soja odmiany Aldana; średnio jej plon nasion był o $0,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (27,8 %) większy niż odmiany Polan. Odmiana Aldana uważana jest za najbardziej plenną wśród polskich odmian (Anonim, 1992; Szyrmer i Boros, 1996).

Tabela 4

Sposoby uprawy Tillage systems	Plon nasion soi (t ha^{-1}) Seed yield of soybean (t ha^{-1})											
	1997			1998			1999			Średnio Mean		
	odmiana cultivar			odmiana cultivar			odmiana cultivar			odmiana cultivar		
	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean
I	2,41	2,10	2,26	1,78	1,32	1,55	2,00	1,28	1,64	2,06	1,56	1,81
II	2,14	1,95	2,04	1,56	1,16	1,36	2,18	1,29	1,74	1,96	1,47	1,72
III	2,09	2,00	2,04	1,78	1,26	1,52	1,80	1,12	1,46	1,89	1,46	1,68
IV	2,38	2,25	2,34	1,81	1,26	1,54	2,07	1,32	1,70	2,08	1,61	1,84
V	2,02	1,88	1,95	1,68	1,34	1,51	1,21	1,08	1,14	1,64	1,43	1,54
średnio mean	2,21	2,04	2,12	1,72	1,37	1,50	1,85	1,22	1,54	1,93	1,51	
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy latami LSD amongst years	0,13											
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy sposobami uprawy LSD amongst tillage systems	0,20											
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy odmianami LSD amongst cultivars	0,09											
NIR ($p = 0,05$) w interakcji: lata x sposoby uprawy LSD in interaction: years x tillage systems	0,43											
NIR ($p = 0,05$) w interakcji: lata x odmiany LSD in interaction: years x cultivars	0,22											

Uproszczenia w uprawie roli różnie wpływały na plonowanie soi. Ograniczenie jesiennej uprawy tylko do orki przedzimowej (II) lub zastosowanie drapaczowania i głęboszowania roli (III) wywoływało niewielką tendencję niżki plonu nasion, odpowiednio o około 5% i 7%. Natomiast po zastosowaniu siewu bezpośredniego gorczycy białej i wykonaniu orki przedzimowej po zbiorze jej zielonki (IV) uzyskany plon był nieznacznie (1,5%) większy niż na uprawie tradycyjnej (I). Najniżej plonowała soja na poletkach z uprawą zerową. Uzyskany plon nasion był aż o 15% i 16% istotnie mniejszy niż na obiektach I i IV. Podobny wpływ sposobu uprawy roli na kształtowanie się plonu nasion zaznaczył się we wszystkich latach badań, ale tylko w roku 1999 notowane różnice

były statystycznie istotne. Według niektórych badaczy płużną uprawę roli na pełną głębokość pod soję należy stosować w warunkach gleb słabo przepuszczalnych (cięższych) lub z „wkładkami” ograniczającymi rozrost korzeni (Van Doren i Reicoski, 1997). W warunkach ograniczonej uprawy przedzimowej (pasowo tylko pod przyszłe rzędy soi) i siewu bezpośredniego wiosną w latach bardziej posusznych może następować istotne (17%) obniżenie plonu (Pikul i in., 2001). Inni autorzy (Lund i in., 1993) nie stwierdzili obniżek plonu nasion soi z siewów bezpośrednich uprawianej w zmianowaniu; obniżki takie następowały, gdy soję uprawiano w monokulturze. Jak wynika z zaprezentowanych danych, żaden z systemów uprawy roli, w który wkomponowana została orka przedzimowa, nie różnicował istotnie wielkości plonu nasion omawianej rośliny w warunkach gleb lessowych; każdy z nich sprawiał, że plon był istotnie wyższy niż z obiektów bez orki przedzimowej.

Soja odmiany Aldana wytwarzała we wszystkich latach więcej słomy. Średnio jej plon był o 23% istotnie większy niż plon słomy odmiany Polan (tab. 5).

Tabela 5

Plon słomy sojowej ($t \cdot ha^{-1}$)
Straw yield of soybean ($t \cdot ha^{-1}$)

Sposoby uprawy Tillage systems	1997			1998			1999			Średnio Mean		
	odmiana cultivar			odmiana cultivar			odmiana cultivar			odmiana cultivar		
	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean
I	2,35	1,28	1,82	2,24	1,68	1,96	1,30	1,42	1,36	1,96	1,46	1,71
II	2,50	1,96	2,23	1,40	1,25	1,32	1,46	1,54	1,50	1,78	1,58	1,68
III	3,06	1,64	2,35	1,54	1,48	1,51	1,60	1,40	1,50	2,06	1,50	1,78
IV	3,12	2,11	2,62	1,71	1,24	1,48	2,07	1,87	1,97	2,30	1,74	2,02
V	4,10	2,48	2,39	1,62	1,62	1,62	1,18	1,11	1,14	2,30	1,74	2,02
Średnio Mean	3,03	1,89	2,46	1,70	1,45	1,58	1,52	1,47	1,49	2,08	1,60	—
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy latami LSD amongst years	0,22											
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy sposobami uprawy LSD amongst tillage systems	0,34											
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy odmianami LSD amongst cultivars	0,15											
NIR ($p = 0,05$) w interakcji lata x sposoby uprawy LSD in interaction: years x tillage systems	0,74											
NIR ($p = 0,05$) w interakcji lata x odmiany LSD in interaction years x cultivars	0,39											

Różnice te w głównej mierze wynikają z cech biologicznych tych odmian (Szyrmer i Boros, 1996): Aldana wyrastała wyżej niż Polan (tab. 2) i tworzyła grubsze łodygi, co odzwierciedliło się w plonie słomy. Porównywane warianty uprawy roli nie miały wyraźnego wpływu na kształtowanie się plonu słomy. Jedynie po ograniczeniu jesiennej uprawy do samej orki przedzimowej (II) plon słomy był o około 17% istotnie mniejszy niż na obiektach (IV i V). Istotny wpływ sposobu uprawy na plon słomy zaznaczył się w pierwszym i ostatnim roku badań. W pierwszym z nich (1997) najwyższy plon słomy

zebrano po zastosowaniu siewu bezpośredniego (V), a ponadto na obiekcie (IV) był on istotnie większy niż na uprawie typowej (I). Natomiast w 1999 roku siew bezpośredni (V) istotnie obniżał plon słomy względem obiektu (IV), na którym to po zbiorze gorczycy wykonano orkę przedzimową. Jednakże udział słomy w nadziemnej biomase (nasiona + słoma) wzrastał pod wpływem uszeregowanych sposobów uprawy w następującej kolejności: I, II, III, IV, V i wynosił odpowiednio: 48,6%; 49,4%; 51,4%; 52,3%; 56,7%. Przeciętnie pomiędzy odmianami wskaźnik ten się nie różnił (Aldana — 51,8%, Polan — 51,4%).

Pozostałe oznaczane cechy, takie jak: wysokość, liczba strąków na roślinie, liczba i masa nasion z rośliny oraz masa 1000 nasion istotnie różnicowały odmiany i lata badań (tab. 6). Wyższymi wartościami tych cech charakteryzowała się odmiana Aldana w porównaniu z odmianą Polan, czego konsekwencją był wyższy plon nasion.

Tabela 6

Niektóre elementy struktury plonu
Some components of seed yield

Lata Years	Liczba strąków na roślinie Pod number per plant			Liczba nasion z rośliny Seed number per plant			Masa nasion z rośliny (g) Seed weight per plant (g)			Masa 1000 nasion (g) 1000 seed weight (g)		
	Odmiana cultivar			odmiana cultivar			odmiana cultivar			odmiana cultivar		
	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean	Aldana	Polan	średnio mean
1997	22,4	13,2	17,8	43,4	26,7	35,1	8,2	4,8	6,5	182,7	177,2	180,0
1998	31,4	25,9	28,7	49,4	37,9	43,6	9,6	7,5	8,6	192,8	192,7	192,8
1999	18,0	19,8	18,9	35,5	36,8	36,1	6,2	5,4	5,8	171,6	142,0	156,8
Średnio Mean	23,9	19,6	—	42,7	33,8	—	8,0	5,9	—	182,3	170,6	—
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy latami LSD amongst: years			2,3				4,1			0,8		
NIR ($p = 0,05$) pomiędzy odmianami LSD amongst cultivars			1,5				2,8			0,5		
NIR ($p = 0,05$) w interakcji lata x odmiany LSD in interaction: years x cultivars			3,9				7,1			1,3		

Uproszczenia w uprawie roli istotnie modyfikowały wysokość osadzenia pierwszego dolnego strąka (tab. 7). Średnio jednak niezależnie od odmiany tylko po orce przedzimowej poprzedzonej zbiorem zielonki gorczycy białej (IV) oraz po wprowadzeniu siewu bezpośredniego (V) soja o 1,3 cm istotnie wyżej osadzała pierwszy strąk niż po uprawie typowej (I). Zróżnicowanie tej cechy było odzwierciedleniem tak samo zmieniającej się wysokości roślin (różnice nieistotne). Wyraźnie też zależność ta ujawniła się i w przypadku udowodnionej zmienności obu tych cech w latach (tab. 2 i 7). Wydłużanie łodyg soi i związane z tym podnoszenie osadzenia dolnego węzła ze strąkami, mogło być wynikiem konkurencyjnego działania chwastów na obiektach z uproszczoną uprawą, szczególnie po

uprawie zerowej, gdzie ich liczebność i sucha masa były największe (odpowiednio 58 szt. i około 170 g na 1 m²) (Bujak i in., 2001 b, w druku).

Tabela 7

Wysokość osadzania dolnego strąka (cm)
Height of the first pod setting (cm)

Lata Years	Sposoby uprawy roli Tillage systems					średnio mean
	I	II	III	IV	V	
1997	9,0	9,8	9,3	9,8	12,0	10,0
1998	6,4	6,5	7,8	6,8	6,2	6,7
1999	10,9	12,4	11,7	13,8	12,0	12,2
Średnio Mean	8,8	9,6	9,6	10,2	10,1	—
NIR _(p=0,05) pomiędzy latami LSD amongst years						0,9
NIR _(p=0,05) pomiędzy sposobami uprawy LSD amongst tillage systems						1,3
NIR _(p=0,05) w interakcji lata x sposoby uprawy LSD in interaction: years x tillage systems						2,9

WNIOSKI

1. W warunkach badań (GD Czesławice, gleba lessowa, centralno-zachodnia część Wyżyny Lubelskiej, lata 1997–1999) polowa zdolność wschodów soi była znacząco niższa od zakładanej i wynosiła przeciętnie u: odmiany Aldana 42,6%, odmiany Polan 50,3%.
2. Soja odmiany Aldana plonowała o 27,8% wyżej (wydając 1,93 t nasion z ha) niż odmiana Polan (1,51 t · ha⁻¹).
3. Podobnie jak plon nasion kształtowały się inne cechy soi: wysokość roślin, liczba strąków, masa nasion z rośliny i masa 1000 nasion. Istotnie wyższe wartości tych cech osiągała odmiana Aldana.
4. W warunkach gleb lessowych każdy system uprawy roli z wkomponowaną orką przedzimową (I, II, IV) sprzyjał osiągnięciu istotnie wyższego plonu nasion soi niż na obiektach bez orki (III, V).
5. Uprawa zerowa istotnie obniżyła wydajność nasion soi w porównaniu z uprawą tradycyjną — I i uproszczoną — IV, odpowiednio o 15% i 16%.
6. Upraszczanie uprawy roli wywoływało tendencję wydłużania łodyg soi i zwiększało wysokość osadzenia pierwszego dolnego strąka.
7. Udział słomy w nadziemnej biomacie (słoma + nasiona) na kolejnych obiektach od I do V systematycznie wzrastał, wynosząc odpowiednio od 48,6% do 56,7%. Odmiana Aldana tworzyła o 23% istotnie wyższy plon słomy niż Polan.

LITERATURA

- Anonim 1990. Zalecenia Nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. IUNG Puławy, Ser. P (44).
- Anonim 1992. Soja Aldana. (ulotka) IHAR, Radzików.
- Arvidsson J. 1998. Effects of cultivation depth in reduced tillage on soil physical properties, crop yield and plant pathogens. *Eur. J. Agron.* 9: 79 — 85.
- Bujak K., Jędruszczak M., Frant M. 2001 a. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli pod soję zapas wody i niektóre fizyczne właściwości gleby. *Acta Agrophysica*, w druku.
- Bujak K., Jędruszczak M., Frant M. 2001 b. Sposób uprawy roli a zachwaszczenie łąki soi. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłod., Sect. E.*, w druku.
- Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J. 1995. Wpływ roślin mulczujących na wybrane właściwości fizyczne gleby po zastosowaniu siewu bezpośredniego bobiku. *Mat. konf. nauk. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”*, Szczecin-Barzkowice 1995: 57 — 61.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1993. Rośliny strączkowe. PWN, Warszawa: 146 — 167.
- Kuś J. 1999. Wpływ różnej intensywności uprawy roli na jej właściwości i plonowanie roślin. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 195, *Agricultura* 74: 33 — 38.
- Lund M. G., Carter P. R., Oplinger E. S. 1993. Tillage and crop rotation affect corn and soybean and winter wheat yields. *Journal of Production Agriculture* 6, 2: 207 — 213.
- Pabin J., Kukuła S., Włodek S., Biskupski A. 1998. Optymalna gęstość — kryterium oceny własności fizycznych gleby w dobrej praktyce rolniczej. *Mat. konf. nauk. „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”*. Puławy: 413 — 422.
- Pikul J. L. Jr., Carpenter-Boggs L., Vigil M., Schumacher T., Lindstrom M. J., Riedell W. E. 2001. Crop yield and soil condition under ridge and chisel-plow tillage in the northern Corn Belt, USA. *Soil Till. Res.* 60: 21 — 33.
- Prusiński J. 1987. wpływ zaprawiania i wilgotności nasion na polową zdolność wschodów soi odmiany Progres. *Biul. IHAR* 164: 125 — 131.
- Prusiński J. 1997. Żywotność i wigor nasion roślin strączkowych w warunkach stresu chłodnowodnego. *Fragm. Agron.* 4: 77 — 93.
- Radomska M., Radomska A. M. 1995. Siew bezpośredni a plonowanie roślin w świetle doświadczeń państw zachodnioeuropejskich. *Mat. konf. nauk. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”*, Szczecin-Barzkowice 1995: 27 — 39.
- Roszak W., Radecki A., Opic J. 1995. Możliwości zastosowania siewu bezpośredniego w warunkach Polski centralnej. *Mat. konf. nauk. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”*, Szczecin-Barzkowice: 21 — 26.
- Sypniewski J. 1986. Problemy uprawy roślin strączkowych w Polsce. *Fragm. Agron.* 1: 29 — 36.
- Szyrmer J., Boros L. 1996. Postęp w hodowli i wprowadzenie do uprawy nowych odmian soi. *Biul. IHAR* 198: 5 — 12.
- Tebrugge F., Daring R.A. 1999. Reducing tillage intensity – a review of results from a long term study in Germany. *Soil Tillage Res.* 53: 15 — 28.
- Van Doren D. M., Reicoski D. C. 1987. Tillage and irrigation. In: *Soybeans: improvement, production and uses*. Monograph. J. R. Wilcox (ed.). *Agronomy* 16: 391 — 428.
- Włodek S., Pabin J., Biskupski A., Kaus A. 1999. Skutki uproszczenia uprawy roli w zmianowaniu. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 195, *Agricultura* 74: 39 — 45.

ANDRZEJ RAFALSKI**IWONA WIŚNIEWSKA****KRZYSZTOF KLIMONT¹**

Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin

¹Zakład Nasiennictwa i Nasionoznawstwa

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Zmiany profilu fragmentów DNA po traktowaniu nasion grochu siewnego i fasoli promieniowaniem laserowym*

The changes of amplified DNA fragments profiles after laser irradiation of pea and bean seeds

Nasiona dwóch odmian fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.), Nida i Prosna oraz dwóch odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*) Agra i Cyrkon naświetlano trzema dawkami promieniowania laserowego. Analizę DNA otrzymanego z siewek badanych odmian przeprowadzono techniką PCR z zastosowaniem starterów ukierunkowanych na sekwencje styku intron-egzon genów roślinnych. Porównanie profili powielonych fragmentów DNA ujawnia wyraźny polimorfizm DNA między próbkami kontrolnymi a siewkami, wyprowadzonymi z nasion traktowanych promieniowaniem laserowym. Wyniki te wskazują, że traktowanie nasion wzrastającymi dawkami promieniowania laserowego powoduje wyraźne zmiany struktury DNA ujawniające się w okresie rozwoju generatywnego roślin. Część obserwowanych zmian wydaje się mieć charakter trwały, co wskazuje na mutagenne działanie promieniowania laserowego.

Słowa kluczowe: fasola, groch, nasiona, PCR, promieniowanie laserowe

The seeds of two varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Nida and Prosna and two varieties of pea (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*) were irradiated with three doses of laser radiation. The semirandom primers targeting semiconservative sequences of intron-exon junction of plant genes were used for PCR analysis of DNA prepared from seedlings of these varieties. The comparison of DNA amplification profiles revealed polymorphism between control and seedlings from the laser treated seeds. The results obtained indicate, that the irradiation of seeds with increased doses of laser radiation generated some changes of DNA structure, which were maintained also during vegetative growth of plants. The durability of some changes on the DNA level suggests mutagenic effects of laser radiation.

Key words: bean, laser radiation, PCR, pea, seeds

* Praca finansowana w ramach projektu KBN 5PO6B 037 13

WSTĘP

W ostatnich latach ukazało się szereg doniesień o korzystnym wpływie promieniowania laserowego na wartość siewną nasion roślin uprawnych, plonowanie roślin uzyskanych z nasion poddanych naświetlaniu lub zmianę elementów struktury plonu (Drozd i in., 1999; Zubal, 1990; Dziamba i Koper, 1992). Uzyskiwane efekty zależały od gatunku rośliny oraz energii dostarczanej poprzez napromieniowanie (Drozd i in., 1996; Szyrmer i in., 1998).

Jakkolwiek mechanizm biostymulacji promieniowaniem nie jest poznany, najbardziej prawdopodobny wydaje się być wpływ działania światła laserowego na stan energetyczny i metabolizm naświetlanych nasion jako bezpośrednie działanie czynnika fizycznego. Efekt działania promieniowania laserowego wydaje się mieć jednak charakter bardziej trwały, gdyż zmiany obserwuje się podczas rozwoju generatywnego roślin wyprowadzonych z nasion traktowanych tym promieniowaniem. Przy wyższych dawkach promieniowania nie jest wykluczone działanie mutagenne lub inne zmiany trzeciorzędowej struktury DNA (Rybiński i in., 1993). Perforacja ściany komórkowej pulsami promieniowania laserowego umożliwia również transformowanie komórek i chloroplastów DNA plazmidowym (Weber i in., 1991).

Badania zmian na poziomie DNA wywołanych działaniem promieniowania laserowego nie były dotychczas prowadzone, stąd uzasadnione wydaje się wykorzystanie technik molekularnych w celu wykrycia ewentualnych różnic genetycznych między siewkami wyprowadzonymi z nasion kontrolnych i siewkami z nasion traktowanych wzrastającymi dawkami promieniowania.

Metody oparte na łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR) stwarzają możliwość szybkiej analizy różnic genetycznych. Powszechnie stosowany system RAPD z zastosowaniem starterów o sekwencji przypadkowej ma jednak ograniczoną zdolność rozdzielczą, dlatego za celowe uważa się poszukiwanie metod alternatywnych. Możliwości takie stwarza wzrost informacji o sekwencjach genomu roślinnego. Jedną z metod PCR jest system z zastosowaniem starterów o sekwencji częściowo komplementarnej do semikonserwatywnych sekwencji styku intron-egzon genów roślinnych (Brown, 1986). Uniwersalność i czułość tej metody sprawdzono w badaniach dystansu genetycznego linii wsobnych kukurydzy i żyta, tożsamości odmianowej grochu i soi oraz poszukiwaniach markerów tolerancyjności na glin u żyta (Rafalski i in., 2000).

MATERIAŁ I METODY

Materiał stanowiły nasiona dwóch odmian fasoli Nida i Prosna oraz dwóch odmian grochu siewnego Agra i Cyrkon. Nasiona badanych odmian naświetlano promieniami lasera helowo-neonowego konstrukcji Kopera i Drygały (1993) emitującego wiązkę promieni czerwonych o długości fali 632,8 nm. Naświetlanie nasion następowało podczas ich swobodnego spadku w obszarze wiązki promieniowania. W miejscu kontaktu z nasionami gęstość powierzchniowa mocy wynosiła 4 mW/cm². Analiza DNA obejmowała próby kontrolne badanych odmian oraz nasiona naświetlane 2, 4 i 6 dawkami

promieniowania przygotowane do oceny laboratoryjnej i polowej w latach 1998–2000. Nasiona kontrolne i traktowane laserem podawano kiełkowaniu w 2–4 dni po naświetlaniu.

Preparatykę DNA przeprowadzano według metodyki opisaną przez Davisa i wsp. (1986). DNA otrzymywano z liści 20–25 siewek rosnących na pożywce płynnej przez 5–7 dni. Stężenie DNA oznaczano fluorymetrycznie zgodnie z instrukcją fluorymetru TKO 100 (Hoefer Scientific Instruments).

Amplifikację fragmentów DNA przeprowadzano w układzie zawierającym w objętości 20 µl: 10 ng DNA roślinnego, 1x bufor (MBI Fermentas, Wilno), 2,5 mM MgCl₂, 200 µM dATP, dGTP, dCTP, dTTP, 1–1,2 µM startera i 1 jednostkę termostabilnej polimerazy (MBI Fermentas). Powielanie prowadzono w termocyklerze UNO II (Biometra, Getynga). Amplifikacja była prowadzona dwustopniowo, w pierwszych siedmiu cyklach temperatura przyłączania startera była o 2°C wyższa od wyliczonej na podstawie sekwencji i długości startera, a w następnych 33 cyklach temperaturę podwyższano o dalsze 4°C. We wszystkich cyklach powielania denaturację przeprowadzano przez 40 sek. w temperaturze 94°C, przyłączanie startera trwało 1 min., a wydłużanie łańcuchów DNA 2 min. w 72°C. Produkty amplifikacji rozdzielano elektroforetycznie w 1,5% żelu agarozowym w buforze TBE i wizualizowano przy użyciu bromku etydyny.

Obrazy (fotografie) rozdziałów elektroforetycznych po obróbce komputerowej analizowano przy użyciu programu Fragment NT i przekształcano w układ binarny, gdzie brak fragmentu o określonym ciężarze cząsteczkowym oznaczano jako "0", a obecność fragmentu oznaczano jako "1". Dane binarne stanowiły podstawę do wyliczania współczynnika dystansu genetycznego (Nei i Li, 1979) przy użyciu programu Excel.

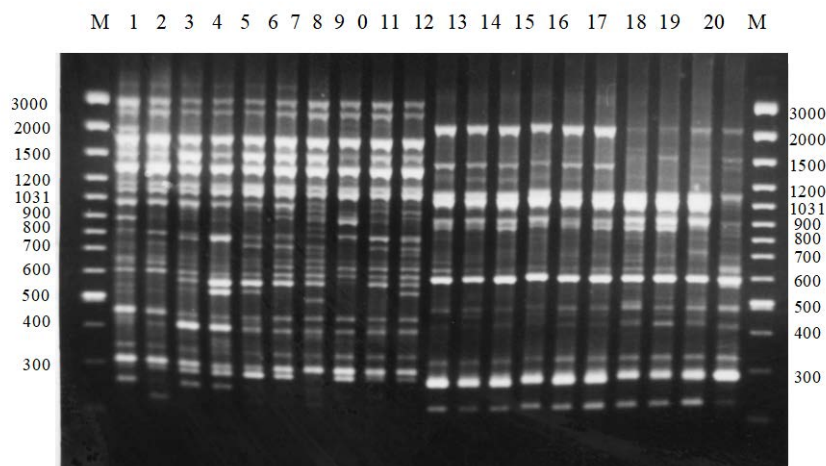
WYNIKI

Wyniki oceny dystansu genetycznego badanych prób pochodzą z doświadczeń PCR, w których stosowano startery o sekwencjach ukierunkowanych na styki intron-egzon genów roślinnych. W badaniach dystansu genetycznego linii kukurydzy (Rafalski i in., 1998), ocenie tożsamości odmianowej partii nasion grochu siewnego (Rafalski i Wiśniewska, 2001) oraz w badaniach genetycznego zróżnicowania kolekcji odmian fasoli *Phaseolus vulgaris* i *Phaseolus coccineus* (Nowosielski, inf. ustna) stwierdzono znacznie wyższą czułość tej metody w porównaniu z powszechnie stosowanym systemem RAPD (Williams i in., 1990).

W doświadczeniach PCR zmierzających do oceny zmian na poziomie DNA wywołanych działaniem promieniowania zastosowano 8 starterów z grupy ET18, w których sekwencję styku intron-egzon 3'ACTTACCTG*****5' uzupełniono 9 zasadami o sekwencji przypadkowej, jeden starter z grupy ET15, w którym tę samą sekwencję uzupełniono 6 zasadami, 2 startery z grupy IT15 o sekwencji 3'*****CAGGTAAG5' oraz starter z grupy ET12 o sekwencji 3'TGCAGGT*****5'.

Przykłady rozdziałów elektroforetycznych fragmentów DNA powielonych przy użyciu takich starterów przedstawiono na rysunkach 1 i 2. W tabelach 1–4 przedstawiono wyniki wyliczeń dystansu genetycznego (Nei i Li, 1979) uzyskane w doświadczeniach prowadzonych w latach 1998–2000. Wyraźny dystans genetyczny między próbami

kontrolnymi a próbkami traktowanymi laserem wskazuje, że działanie to wywołuje zmiany na poziomie DNA. W przypadku grochu odmiany Cyrkon (tab. 1) wzrastające dawki promieniowania powodują wzrost dystansu genetycznego w stosunku do próby kontrolnej.

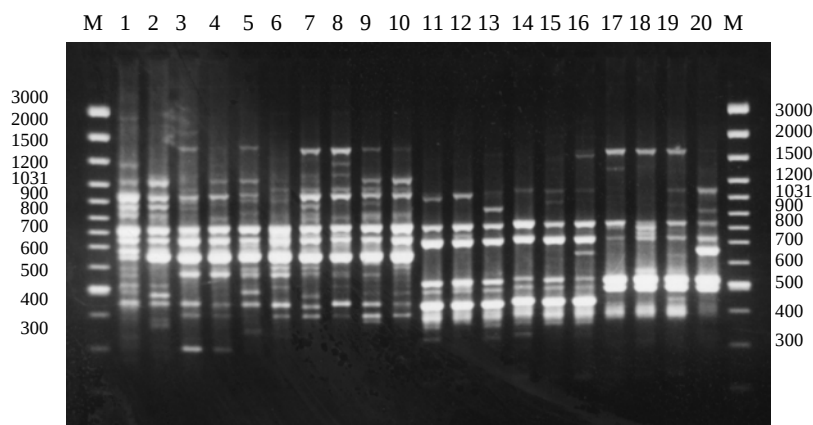


M — markery ciężaru cząsteczkowego. Fasola odm. Prosna: 1 — potomstwo z nasion kontrolnych, 2 — potomstwo z nasion traktowanych laserem, 3 — kontrola, 4 — laser 2 dawki, 5 — laser 4 dawki, 6 — laser 6 dawek. Fasola odm. Nida: 7 — kontrola, 8 — laser 2 dawki, 9 — laser 4 dawki, 10 — laser 6 dawek. Groch odm. Agra: 11 — potomstwo z nasion kontrolnych, 12 — potomstwo z nasion traktowanych laserem, 13 — kontrola, 14 — laser 2 dawki, 15 — laser 4 dawki, 16 — laser 6 dawek. Groch odm. Cyrkon: 17 — kontrola, 18 — laser 2 dawki, 19 — laser 4 dawki, 20 — laser 6 dawek. M — DNA size markers. Bean var. Prosna: 1 — progeny of control plants, 2 — progeny from laser treated seeds, 3 — control, 4 — laser 2 doses, 5 — laser 4 doses, 6 — laser 6 doses. Bean var. Nida: 7 — control, 8 — laser 2 doses, 9 — laser 4 doses, 10 — laser 6 doses. Peas var. Agra: 11 — progeny of control plants, 12 — progeny from laser treated seeds, 13 — control, 14 — laser 2 doses, 15 — laser 4 doses, 16 — laser 6 doses. Peas var. Cyrkon: 17 — control, 18 — laser 2 doses, 19 — laser 4 doses, 20 — laser 6 doses.

Rys. 1. Wyniki powielania DNA z siewek badanych odmian grochu i fasoli przy użyciu startera ET3/18 (5'ACCTACCTGGCCAGCTGC3'). Fragment pogrubiony jest komplementarny do sekwencji styku intron-egzon

Fig. 1. Amplification of DNA of the studied varieties of bean and peas with the use of primer ET3/18 (5'ACCTACCTGGCCAGCTGC3'). The bases that match the intron-exon sequence are shown in bold type

Podobna tendencja występuje w przypadku fasoli odmiany Nida (tab. 4), gdzie wzrost dystansu genetycznego prób traktowanych wzrastającymi dawkami promieniowania jest mniej wyraźny. W pozostałych odmianach (groch Agra i fasola Prosna) wzrastające dawki promieniowania laserowego nie wywołują wyraźnego wzrostu dystansu genetycznego badanych prób w stosunku do DNA otrzymanego z siewek kontrolnych (tab. 2 i 3). Tendencję potwierdza również zmniejszanie się dystansu genetycznego między próbkami traktowanymi wzrastającymi dawkami promieniowania szczególnie widoczne przy ocenie spektrum powielonych fragmentów DNA prób naświetlanych 4 i 6 dawkami.



M — markery ciężaru cząsteczkowego. Fasola odm. Prosna: 1 — potomstwo z nasion kontrolnych, 2 — potomstwo z nasion traktowanych laserem, 3 — kontrola, 4 — laser 2 dawki, 5 — laser 4 dawki, 6 — laser 6 dawek. Fasola odm. Nida: 7 — kontrola, 8 — laser 2 dawki, 9 — laser 4 dawki, 10 — laser 6 dawek. Groch odm. Agra: 11 — potomstwo z nasion kontrolnych, 12 — potomstwo z nasion traktowanych laserem, 13 — kontrola, 14 — laser 2 dawki, 15 — laser 4 dawki, 16 — laser 6 dawek. Groch odm. Cyrkon: 17 — kontrola, 18 — laser 2 dawki, 19 — laser 4 dawki, 20 — laser 6 dawek. M — DNA size markers. Bean var. Prosna: 1 — progeny of control plants, 2 — progeny from laser treated seeds, 3 — control, 4 — laser 2 doses, 5 — laser 4 doses, 6 — laser 6 doses. Bean var. Nida: 7 — control, 8 — laser 2 doses, 9 — laser 4 doses, 10 — laser 6 doses. Peas var. Agra: 11 — progeny of control plants, 12 — progeny from laser treated seeds, 13 — control, 14 — laser 2 doses, 15 — laser 4 doses, 16 — laser 6 doses. Peas var. Cyrkon: 17 — control, 18 — laser 2 doses, 19 — laser 4 doses, 20 — laser 6 doses.

Rys. 2. Wyniki powielania DNA z siewek badanych odmian grochu i fasoli przy użyciu startera ET34/15 (5'ACCTACCTGGCCGAG³). Fragment pogrubiony jest komplementarny do sekwencji styku intron-egzon

Fig. 2. Amplification of DNA of the studied varieties of bean and peas with the use of primer ET34/15 (5'ACCTACCTGGCCGAG³). The bases that match the intron-exon sequence are shown in bold type

Tabela 1

Indeksy dystansu genetycznego siewek grochu odm. Cyrkon otrzymanych z nasion traktowanych laserem. Dane uzyskane z analizy 255 fragmentów DNA
The indices of dissimilarity of pea seedlings var. Cyrkon grown from laser treated seeds. The data are based on analysis of 255 DNA fragments

	Kontrola Control	Laser 2 dawki Laser 2 doses	Laser 4 dawki Laser 4 doses	Laser 6 dawek Laser 6 doses
Kontrola Control	0	0,20	0,23	0,35
Laser 2 dawki Laser 2 doses			0,16	0,24
Laser 4 dawki Laser 4 doses				0,20

Zmiany profilu powielonych fragmentów DNA mogą mieć charakter trwały lub przejściowy. W celu sprawdzenia, czy różnice w spektrum powielonych fragmentów DNA są trwałe, w latach 1999 i 2000 analizą objęto również DNA siewek uzyskanych z

potomstwa roślin traktowanych laserem (6 dawek) i potomstwa roślin kontrolnych fasoli odm. Prosna i grochu odm. Agra. W obu przypadkach stwierdzono różnice w spektrum DNA. Indeksy dystansu genetycznego wyliczone na podstawie analizy 235 fragmentów NA (Prosna) i 190 fragmentów (Agra) wynosiły odpowiednio 0,17 i 0,16 i były niższe od indeksów dystansu między kontrolą a próbkami badanymi, z których DNA uzyskiwano bezpośrednio po traktowaniu laserem.

Tabela 2

Indeksy dystansu genetycznego siewek grochu odm. Agra otrzymanych z nasion traktowanych laserem. Dane uzyskane z analizy 251 fragmentów DNA

The indices of dissimilarity of pea seedlings var. Agra grown from laser treated seeds. The data are based on analysis of 251 DNA fragments

	Kontrola Control	Laser 2 dawki Laser 2 doses	Laser 4 dawki Laser 4 doses	Laser 6 dawek Laser 6 doses
Kontrola Control	0	0,17	0,22	0,20
Laser 2 dawki Laser 2 doses			0,15	0,17
Laser 4 dawki Laser 4 doses				0,14

Tabela 3

Indeksy dystansu genetycznego siewek fasoli odm. Prosna otrzymanych z nasion traktowanych laserem. Dane uzyskane z analizy 322 fragmentów DNA

The indices of dissimilarity of bean seedlings var. Prosna grown from laser treated seeds. The data are based on analysis of 322 DNA fragments

	Kontrola Control	Laser 2 dawki Laser 2 doses	Laser 4 dawki Laser 4 doses	Laser 6 dawek Laser 6 doses
Kontrola Control	0	0,21	0,17	0,23
Laser 2 dawki Laser 2 doses			0,21	0,22
Laser 4 dawki Laser 4 doses				0,13

Tabela 4

Indeksy dystansu genetycznego siewek fasoli odm. Nida otrzymanych z nasion traktowanych laserem. Dane uzyskane z analizy 333 fragmentów DNA

The indices of dissimilarity of bean seedlings var. Nida grown from laser treated seeds. The data are based on analysis of 333 DNA fragments

	Kontrola Control	Laser 2 dawki Laser 2 doses	Laser 4 dawki Laser 4 doses	Laser 6 dawek Laser 6 doses
Kontrola Control	0	0,18	0,20	0,25
Laser 2 dawki Laser 2 doses			0,22	0,20
Laser 4 dawki Laser 4 doses				0,17

DYSKUSJA

Jakkolwiek badane odmiany grochu i odmiany fasoli znacznie różnią się cechami genetyczno-hodowlanymi zmiany na poziomie DNA przy najniższej dawce promieniowania laserowego były podobne. Dystans genetyczny prób naświetlanych w stosunku do kontroli był zbliżony i wynosił od 0,17 do 0,21. Wyższe dawki promieniowania powodowały zwiększenie dystansu genetycznego w stosunku do kontroli lub też jego ustabilizowanie na poziomie około 0,2. Wyniki te wskazują, że efekt działania promieniowania przynajmniej częściowo uwarunkowany jest genetycznie. Podobne różnice genotypowe reakcji na wzrastające dawki promieniowania obserwowano w badaniach wartości siewnej nasion i plonowania 10 odmian pszenicy jarej (Drozd i in., 1999). Stwierdzono również, że wzrost poziomu wolnych rodników w napromieniowanych nasionach pszenicy jarej zależał od genotypu (Drozd i in., 1997). Zmiany w zarodkach nasion wywołane działaniem promieniowania w istotnym stopniu wpływały na jakość nasion (Szyrmer i Klimont, 1999) oraz na rozwój generatywny roślin, w tym plon nasion roślin badanych odmian (Klimont, 2001). Wpływ działania promieniowania laserowego interpretowany jest zwykle jako efekt czynnika fizycznego powodujący zmianę ekspresji genów. Zmiany takie nie powinny wpływać na podstawową strukturę DNA, a tym samym na spektrum fragmentów powielonych techniką PCR. Działanie promieniowania laserowego porównywane jest również z działaniem mutagenów chemicznych, gdzie przy odpowiednich dawkach również obserwuje się wpływ stymulujący (Rybiński i in., 1993). Wykrycie znacznych różnic, wyliczonych jako dystans genetyczny między próbami kontrolnymi a próbami z nasion poddanych napromienianiu jest jednak dość zaskakujące, tym bardziej, że DNA otrzymywano nie z nasion, lecz z części zielonych siewek wyprowadzonych z otrzymanych nasion.

Obserwowane różnice w spektrum powielonych fragmentów DNA, jakkolwiek są trudne do wyjaśnienia, wydają się być dość dobrze udokumentowane. Stosowane startery reakcji PCR nie ujawniają polimorfizmu między formami identycznymi lub blisko spokrewnionymi. Porównanie spektrum DNA dwóch pokrewnych rodów soi (*Glycine max*, L.) przy użyciu 12 starterów wykazało obecność tylko dwóch pasm polimorficznych spośród 146 powielonych fragmentów DNA. Podobnie porównanie dwóch rodów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*, L.), u których zjawisko apomiksji powoduje stabilizację układu genetycznego wykazało, że ich dystans genetyczny wyliczony z doświadczeń PCR (ponad 400 fragmentów DNA) wynosi tylko 0,04 (Rafalski i in., 2001).

Obserwowany polimorfizm DNA wynikać może z rearanżacji trzeciorzędowej (superhelikalnej) struktury DNA, która zmienia możliwość przyłączania starterów reakcji PCR. Podobne zmiany profilu powielonych fragmentów DNA obserwuje się po trawieniu DNA matrycowego enzymami restrykcyjnymi. Trawienie takie powodowało zanikanie niektórych fragmentów jak również pojawianie się fragmentów, które bez trawienia DNA matrycowego nie były powielane. Pojawianie się nowych fragmentów autorzy tłumaczą zmianami DNA matrycowego, które umożliwiają przyłączenie starterów w regionach uprzednio niedostępnych (Caetano-Annoles i in., 1993). Podobnie interpretuje się zmiany

profilu fragmentów DNA powielonych metodą RAPD wywołane czynnikami środowiskowymi u soi (Schatters i in., 1995).

Powyższa interpretacja nie obejmuje zmian o charakterze trwałym, na które wskazuje dystans genetyczny obserwowany w potomstwie badanych odmian. Na mutagenne działanie promieniowania laserowego wskazuje wzrost poziomu wolnych rodników w nasionach poddanych napromienianiu (Drozd i in., 1997). Obserwacje cytologiczne, przeprowadzone na dwóch odmianach pszenicy jarej ujawniły znaczne zaburzenia podziałów mitotycznych w zarodkach nasion traktowanych promieniami lasera (Szajsner, 1999). U jednej z odmian zaobserwowano istotny wzrost indeksu mitotycznego. Nieprawidłowości podziału mitotycznego ujawniające się w największym stopniu w anafazie polegały na asynchroniczności i wielobiegowości rozchodzenia się chromosomów, utracie fragmentów chromosomów oraz powstawanie mostków chromosomowych. Zmiany te określane są mianem mutagenyzy fotoindukcyjnej (Injuszyn, 1977) i stanowią, obok wpływu na stan energetyczny i procesy fizjologiczne komórek roślinnych, jeden z istotnych efektów promieniowania. Na mutagenne działanie tego promieniowania wskazują również wyniki innych prac między innymi Rybińskiego i wsp. (1993).

WNIOSKI

1. U wszystkich badanych odmian grochu siewnego i fasoli, analiza DNA siewek uzyskanych z nasion poddanych działaniu promieniowania laserowego wykazała ich wyraźny dystans genetyczny w stosunku do siewek z nasion kontrolnych.
2. Przy wzrastających dawkach promieniowania obserwowane zmiany dystansu genetycznego w stosunku do prób kontrolnych zależały od badanego genotypu.
3. Zmiany na poziomie DNA wywołane najwyższymi dawkami promieniowania mają charakter trwały, co wskazuje na mutagenne działanie promieniowania laserowego.

LITERATURA

- Brown J.W. 1986. A catalogue of splice junction and putative branch point sequences from plant introns. *Nucleic Acids Res.* 14: 9549 — 9559.
- Caetano-Annoles G., Bassam B.J., Gresshoff P. M. 1993. Enhanced detection of polymorphic DNA by multiple arbitrary amplicon profiling of endonuclease-digested: identification of markers tightly linked to supernodulation locus in soybean. *Mol. Gen. Genet.* 241: 57 — 64.
- Davis L. G., Dibner M. D., Battey J. F. 1986. *Basic methods in molecular biology*, Elsevier Sci. Publ., New York: 42 — 43.
- Drozd D., Szajsner H., Bielawska A. 1996. Wpływ przedsiewnej biostymulacji laserowej na wartość użytkową pszenicy jarej ze zbiorów w latach 1992–1995. *Biul. IHAR* 200: 287 — 290.
- Drozd D., Szajsner H., Jezierski A. 1997. Zastosowanie elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) do oceny wpływu promieniowania laserowego na ziarniaki pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 204: 181 — 186.
- Drozd D., Szajsner H., Laszkiewicz E. 1999. Wykorzystanie biostymulacji laserowej w uprawie pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 211: 85 — 90.
- Dziamba J., Koper R. 1992. The influence of laser irradiation of seeds on crop of spring wheat seeds. *Fragm. Agron.* 1 (33): 88 — 93.
- Injuszyn W. 1977. Technika laserowa w służbie rolnictwa. *Nowe Rolnictwo* 21/22: 21 — 26.
- Klimont K. 2001. Wpływ światła lasera na plon roślin i wartość siewną nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.) i grochu siewnego (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*). *Biul. IHAR* 217: 263 — 277.

- Koper R., Dygała Z. 1993. Urządzenie do obróbki przedsiewnej nasion promieniem laserowym. Patent. UP.R.P. Nr 182 598.
- Nei M., Li W.H. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 76: 5269 — 5273.
- Rafalski A., Gidzińska M., Wiśniewska I. 1998. Systemy PCR w badaniach pokrewieństwa genetycznego linii kukurydzy. *Biul. IHAR* 208: 131 — 140.
- Rafalski A., Wiśniewska I., Gawęł M. 2000. Semirandom approach to genetic fingerprinting and screening for markers. 3rd Int. Crop. Sci. Congress, 17–2 Aug. Hamburg: 221.
- Rafalski A., Wiśniewska I. 2001. Ocena tożsamości odmian grochu siewnego techniką PCR. *Biul. IHAR* 217: 279 — 286.
- Rafalski A., Wiśniewska I., Klimont K. 2001. Zmiany profilu DNA po traktowaniu nasion jęczmienia promieniowaniem laserowym. *Biul. IHAR* 218/219: 431 — 437.
- Rybiński W., Patyna H., Przewoźny T. 1993. Mutagenic effect of laser and chemical mutagenes in barley. *Genetica Polonica* 34/4: 337 — 343.
- Shatters R. G., Jr., Schweder M. E., West M. H., Abdelghany A., Smith R. L. 1995. Environmental induced polymorphism detected by RAPD analysis of soybean seed DNA. *Seed Science Res.* 5: 106 — 116.
- Szajsner H. 1999. Reakcja genotypów pszenicy jarej na stresowe oddziaływanie promieniowania laserowego. I. Badania cytologiczne. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu* 367: 45 — 65.
- Szyrmer J., Klimont K. 1999. Wpływ lasera na jakość nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biul. IHAR* 210: 165 — 168.
- Szyrmer J., Kolańska K., Klimont K., Drzewiecki J., Małuszyńska E., Pokojńska H., Czuba M., Stefanowska J., Łucka L. 1998. Wartość siewna nasion-wybrane kierunki badań. *Zeszyty Naukowe A.R. im. H. Kołłątaja w Krakowie* 330. Sesja Naukowa z. 54: 191 — 206.
- Weber G., Monajembashi S., Greulich K. O., Wolfrum J. 1991. Genetic changes induced in higher plants by a UV laser microbeam. *Israel J. Bot.* 40: 115 — 122.
- Williams J. G. K., Kubelik A. R. K., Livak J. L., Rafalski J. A., Tingey S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by random primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.* 18: 6531 — 6535.
- Zubal P. 1990. Effect of laser treatment of seeds on yields of cereals and legumes. *Vedecke Prace*, 23: 141 — 156.

PIOTR MALICKI

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Odmiany roślin rolniczych wyhodowane w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w 2001 roku

W bieżącym roku Dyrektor Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych podjął decyzję o wpisaniu do Rejestru 22 nowych odmian roślin rolniczych wyhodowanych w Spółkach Hodowli Roślin i Zakładach Doświadczalnych IHAR. Utrzymująca się tendencja rejestrowania dużej liczby odmian, przyczynia się do znacznego wzrostu liczby odmian w rejestrze, co stwarza rolnikom w praktyce większe możliwości wyboru i dostosowania odmian do warunków konkretnego gospodarstwa. Charakterystykę nowo zarejestrowanych odmian podajemy na podstawie badań COBORU oraz zaleceń hodowców, koncentrując się na wskazaniu wyróżniających je cech jakościowych i użytkowych. W bieżącym roku do rejestru COBORU zostały wpisane również dwie odmiany jęczmienia niemieckiej firmy hodowlanej Josef Breun Saatucht GdB, (jęczmień jary Barke i jęczmień ozimy Bombay), której przedstawicielem w Polsce jest Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o. Oddział Bąków. Poniżej prezentujemy najnowsze odmiany zbóż, kukurydzy, buraków pastewnych, rzepaku, traw i roślin strączkowych.

PSZENICA OZIMA

Sukces (d. STH 996) — odmiana pszenicy ozimej typu jakościowego (grupa A), wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Rośliny średniej wielkości i dużej odporności na wyleganie. Plonuje dobrze w całym kraju, zwłaszcza w środkowej oraz wschodniej części ma dobre i stabilne oceny. Ziarno szkliste, duże, dobrze wyrównane o dużej liczbie opadania i bardzo dobrej jakości glutenu. Odporność na choroby duża, zwłaszcza na septoriozę liści. Odmiana o średnich wymaganiach glebowych i średniej tolerancji na zakwaszenie gleby.

Nutka (d. STH 1398) — odmiana pszenicy ozimej typu chlebowego (grupa B), wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Rośliny średniej wielkości, o dużej odporności na wyleganie. Plenność w odniesieniu do innych odmian przydatnych na cele młynarsko-piekarnicze bardzo dobra. Ziarno średniej wielkości, dobrze wyrównane o dużej liczbie opadania, dużej ilości glutenu o bardzo dobrej jakości. Odporność na choroby zróżnicowana: duża na septoriozę liści, mała na rdzę brunatną, a na pozostałe — średnia. Odmiana ma średnie wymagania glebowe i średnią tolerancję na zakwaszenie gleby.

Tonacja (d. STH 1498) — odmiana pszenicy ozimej typu chlebowego (grupa B), wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Rośliny średniej wielkości, o dużej mrozoodporności i dużej odporności na wyleganie. Plenność w skali kraju bardzo dobra. Ziarno duże, dobrze wyrównane o dużej liczbie opadania, dużej ilości glutenu o dobrej jakości. Odporność na choroby zróżnicowana: duża na septoriozę liści, rdzę brunatną i choroby podstawy źdźbła, mała na mączniaka, a na pozostałe — średnia. Odmiana ma średnie wymagania glebowe i dość dużą tolerancję na zakwaszenie gleby.

ŻYTO OZIME

Bosmo (d. SMH 1398) — odmiana żyta ozimego wyhodowana w Hodowli Roślin Smolice Sp.z o.o. Rośliny wysokie o dobrej zimotrwałości i średniej odporności na wyleganie. Ziarno średniej wielkości, o dużej zawartości białka. Odporność na rdzę brunatną bardzo duża, na mączniaka i rdzę źdźbłową duża, a na septoriozę liści przeciętna. Plon ziarna dobry. Odmiana ma średnie wymagania glebowe i średnią tolerancję na zakwaszenie gleby.

PSZENŻYTO OZIME

Hewo (d. MAH 2697) — odmiana pszenżyta ozimego wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Małyszyn. Rośliny wysokie o średniej odporności na wyleganie. Ziarno duże, o średniej zawartości białka i średniej odporności na porastanie w kłosie. Odporność na choroby przeciętna. Plon ziarna dobry a na południowo-wschodniej części kraju bardzo dobry. Odmiana ma średnie wymagania glebowe i średnią tolerancję na zakwaszenie gleby.

Krakowiak (d. MAH 2897) — odmiana pszenżyta ozimego wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp.z o.o. Oddział Małyszyn. Rośliny średniej wysokości, dużej mrozoodporności i przeciętnej odporności na wyleganie. Ziarno średniej wielkości, średniej zawartości białka i bardzo dużej liczbie opadania. Odporność na choroby przeciętna. Plon ziarna dobry a na południowym wschodzie bardzo dobry. Odmiana ma średnie wymagania glebowe i dość dużą tolerancję na zakwaszenie gleby.

JĘCZMIEN JARY

Blask (d. BKH 3798) — browarna odmiana jęczmienia jarego wyhodowana w Hodowli Roślin Smolice Sp.z o.o. Oddział Bąków. Rośliny o przeciętnej wysokości, dobrej zdrowotności i odporności na wyleganie. Plenność bardzo dobra, jedna z najlepszych wśród odmian browarowych badanych w kraju. Ziarno średniej wielkości, dobrze wyrównane, o przeciętnej zawartości białka i bardzo dobrej wartości browarowej. Posiada małą tolerancję na zakwaszenie gleby i przeciętne wymagania glebowe.

KUKURYDZA

Glejt (d. SMH 10197) — mieszaniec zmodyfikowany trójliniowy o wczesności pośredniej pomiędzy grupą wczesną i średnio wczesną (FAO 230), wyhodowany w Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Rośliny dość wysokie o dobrej zdrowotności, kolbach średniej wielkości, średnim udziale rdzenia kolbowego bardzo dobrze zaziarnionych. Ważną zaletą tego mieszańca jest połączenie wysokiego potencjału plonowania z wczesnością, dobrą odpornością na wyleganie i fuzariozę łodyg. Mieszaniec polecany jest do uprawy na ziarno w rejonie II i południowej części III rejonu uprawy kukurydzy, a dla rejonu I w sytuacjach, gdy zachodzi konieczność opóźnienia siewu. W rejonie III można go uprawiać na kiszonkę z dużym udziałem kolb.

Baca (d. SMH 10297) — mieszaniec trójliniowy wczesny (FAO 220), wyhodowany w Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Rośliny średniej wysokości, dobrej zdrowotności o grubej kolbie. W porównaniu z odmianami o podobnej wczesności daje duże plony ziarna, jest tolerancyjny w stosunku do słabszych stanowisk glebowych i niekorzystnych warunków pogodowych. Mieszaniec polecany jest do uprawy na ziarno przede wszystkim w rejonach mniej korzystnych klimatycznie. W Polsce północnej i północno-wschodniej może być także uprawiany do produkcji energetycznej kiszonki dla wysokowydajnych krów.

Fryga (d. SMH 298) — mieszaniec pojedynczy kukurydzy cukrowej, wyhodowany w Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Rośliny średniej wysokości (175 cm) dość wcześnie dojrzewające. Kolby cylindryczne o długości powyżej 20 cm i średnicy ok. 4,5 cm. Ziarno bardzo słodkie o delikatnej skórce długo zachowuje świeżość, polecane do konsumpcji bezpośredniej i do przetwórstwa.

Dobosz (d. SMH 298) — mieszaniec pojedynczy kukurydzy pękającej (FAO 290-300), wyhodowany w Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Kolby dość długie, 16 rzędowe po 2 na roślinie. Ziarno żółto-pomarańczowe o bardzo dobrej wartości technologicznej, nie ustępującej najlepszym odmianom z importu. Technologia uprawy jak kukurydzy pastewnej na ziarno, z dwuetapowym zbiorem. Kolby należy młócić dopiero po podsuszeniu.

BURAK PASTEWNY

Jarko (d. KOH 898) — triploidalna odmiana buraka pastewnego o czerwonych korzeniach wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Kończewice. Plony korzeni i suchej masy duże, natomiast liści średnie. Odporność na chwościka buraczanego średnia, skłonność do wytwarzania pośpiechów mała. Korzenie są w 60% zagłębione w glebie.

Jawor (d. KOH 998) — triploidalna odmiana buraka pastewnego o białych korzeniach wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Kończewice. Plony korzeni i suchej masy duże, zawartość suchej masy średnia. Plony liści poniżej średniej. Zagłębienie korzeni w glebie ok. 60%. Podatność na chwościka burakowego średnia, a skłonność do wytwarzania pośpiechów mała.

RZEPAK OZIMY

Bazyl (d. BKH 1396) — odmiana rzepaku ozimego, populacyjna, podwójnie ulepszona, wyhodowana w Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Oddział Bąków. Rośliny średniej wysokości, na wyleganie oraz porażenie zgnilizną twardzikową i czernią krzyżowych średnio odporne. Zimotrwałość na poziomie odmian wzorcowych. Nasiona średniej wielkości. Plon nasion średni do dość dużego. Zawartość białka ogólnego w suchej beztłuszczowej masie powyżej średniej.

Batory (d. BKH 1597) — odmiana rzepaku ozimego, populacyjna, podwójnie ulepszona, wyhodowana w Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Oddział Bąków. Rośliny średniej wysokości średnio odporne na wyleganie, zgniliznę twardzikową i czerni krzyżowych. Zimotrwałość na poziomie odmian wzorcowych. Plon nasion dość duży, dobry również w warunkach ostrzejszych zim.

Mazur (d. MAH 3598) — mieszaniec złożony podwójnie ulepszony rzepaku ozimego wyhodowany w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Małyszyn. Rośliny średnio wysokie o dobrej odporności na wyleganie i średniej zdrowotności. Zimotrwałość na poziomie odmian wzorcowych. Nasiona powyżej średniej wielkości o podwyższonej zawartości tłuszczu. Zawartość białka ogólnego w suchej beztłuszczowej masie podwyższona, włókna obniżona. Plon nasion duży — 110% wzorca odmian populacyjnych.

Kaszub (d. MAH 3698) — mieszaniec złożony podwójnie ulepszony rzepaku ozimego wyhodowany w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Oddział Małyszyn. Rośliny średniej wysokości o dość dobrej odporności na wyleganie i średniej mrozoodporności. Nasiona średniej wielkości o podwyższonej zawartości tłuszczu. Plon nasion duży (110% wzorca odmian populacyjnych).

GROCH

Merlin (d. PRH 1297) — odmiana grochu wyhodowana w Hodowli Roślin Smolice Sp. z o.o. Oddział Przebędowo. Rośliny o pokroju średnio zwartym, przydatne do uprawy na zbiór suchych nasion z przeznaczeniem na celną kulinarną i na paszę. Plony nasion, suchej masy i białka duże. Wyleganie roślin na początku kwitnienia nie występuje, w fazie końca kwitnienia bardzo małe, a przed zbiorem średnie. Odmiana przeznaczona jest do uprawy na glebach kompleksów pszenicznych.

BOBIK

Akord (d. STH 997) - odmiana bobiku wyhodowana w Hodowli Roślin Strzelce Sp. z o.o. Rośliny wysokie o tradycyjnym typie wzrostu przydatne do uprawy na zbiór nasion paszowych. Nasiona duże o beżowej barwie okrywy z czarnym znaczkiem. Plony nasion i białka ogólnego duże. Zawartość tanin mała (najmniejsza w danej grupie). Wyleganie roślin na początku kwitnienia nie występuje, przed zbiorem małe. Podatność na choroby grzybowe mała, wymagania glebowe typowe dla bobiku.

FASOLA

Warta (d. RAH 798) — odmiana fasoli zwykłej karłowej, z przeznaczeniem do uprawy na suche nasiona, wyhodowana w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Rośliny średnio wysokie, krzaczaste o białych kwiatach. Nasiona średniej wielkości białe o zawartości białka powyżej przeciętnej. Osadzenie dolnych strąków dość wysokie. Odmiana jest średnio wrażliwa na antraknozę.

ŁUBIN WĄSKOLISTNY

Elf (d. PRH 1397) — odmiana łubinu wąskolistnego wyhodowana w Hodowli Roślin Smolice Sp.z o.o. Oddział Przebędowo. Rośliny o tradycyjnym typie wzrostu i jasnoróżowej barwie kwiatu. Nasiona małe o białej bez ornamentacji okrywie przydatne na paszę. Plony nasion i białka ogólnego średnie. Skłonność do pęknięcia strąków i osypywania nasion bardzo mała, zawartość alkaloidów mała. Wyleganie roślin na początku kwitnienia nie występuje, przed zbiorem bardzo mała. Odmiana przeznaczona jest do uprawy na glebach kompleksu żyniego bardzo dobrego.

KOSTRZEWA ŁĄKOWA

Pasja (d. BAH 297) — średnio wczesna dobrze zimująca, pastewna odmiana kostrzewy łąkowej wyhodowana w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Bartążku. Rośliny wiosną i po kolejnych koszeniach wykazują bardzo dużą szybkość odrastania, dobrze zagęszczają ruń, są bardzo odporne na choroby grzybowe i bakteryjne. Plony suchej masy bardzo duże, szczególnie duże i stabilne w drugim roku użytkowania. Odmiana wyróżnia się zwłaszcza w drugim roku użytkowania bardzo dużym plonem energii paszy. Przeznaczona do użytkowania kośnego na łąki oraz na pastwiska.

Szczegółowych informacji o ww. odmianach udzielają:

Dział Promocji Postępu Biologicznego IHAR Radzików, 05-870 Błonie
tel. (0-22) 725-35-78, 725-36-11, (0-502) 25-78-74, fax. (0-22) 725 47 14,
e-mail: p.malicki@ihar.edu.pl
Spółki Hodowli Roślin:

1. Hodowla Roślin Smolice Sp. z o.o., Smolice 146, 63-740 Kobylin
— tel. (0 65) 548 24 20, fax (0 65) 548 10 70, e-mail: hrrsmolice@poczta.onet.pl
2. Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o., Strzelce, ul Główna 20, 99-307 Strzelce
— tel. (0 24) 356 69 00, fax (0 24) 356 69 02, e-mail: hr-strzelce@post.pl

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Teresa Orlikowska Katarzyna Wiejacha Agnieszka Marasek	Identyfikacja roślinnych mieszańców oddalonych — przegląd metod Identification of plant distant hybrids — methods review	3
Grażyna Podolska Jan Mazurek Grzegorz Stypuła	Określenie wymagań agrotechnicznych nowych rodów pszenicy ozimej Determination of agrotechnical requirements for new winter wheat strains	23
Krzysztof Jończyk Andrzej Kawalec	Wstępna ocena przydatności wybranych odmian pszenicy ozimej do uprawy w różnych systemach produkcji roślinnej The preliminary estimation of usefulness of some winter wheat varieties to cultivation in different crop production systems	35
Henryk J. Czembor Mariusz Wiewióra	Dziedzienie tolerancji na toksyczne działanie glinu u wybranych odmian pszenicy jarej (<i>Triticum aestivum</i> L.) The inheritance of tolerance to aluminum toxicity in chosen spring wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) cultivars	45
Anna Strzembicka Krystyna Szwed-Urbaś Zbigniew Segit	Charakterystyka wybranych odmian i linii <i>Triticum durum</i> pod względem odporności na rdzę brunatną (<i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i>) Characterization of selected <i>Triticum durum</i> cultivars and lines with respect to their reaction to leaf rust (<i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i>)	53
Alicja Sułek Jan Mazurek	Wpływ podstawowych czynników agrotechnicznych na plon i cechy plonotwórcze nowych odmian pszenicy jarej The influence of agrotechnical factors on grain yield and yield components of new spring wheat cultivars	59
Alicja Sułek	Wpływ gęstości siewu na architekturę łanu pszenicy jarej Sigma uprawianej na różnych glebach The effect of sowing density on canopy architecture of spring wheat cv. Sigma grown on various soils	69
Halina Góral	Mieszańce F ₁ pszenżyta ozimego z cytoplazmą <i>Triticum timopheevi</i> Hybrid winter triticales with <i>Triticum timopheevi</i> cytoplasm	81
Ewa Makarska	Określenie indeksu odmienności odmian pszenżyta ozimego metodą porównywania diagramów elektroforetycznych gliadyn Determination of diversity index for winter triticales cultivars based on comparison of gliadin electrophoretic diagrams	91
Walenty Maćkowiak Grzegorz Budzianowski Leszek Mazurkiewicz Kazimierz Paizert Henryk Woś	Wpływ wzrastających dawek azotu i różnych sposobów stosowania regulatorów wzrostu na plonowanie pszenżyta ozimego Effect of increasing doses of nitrogen fertilization and different variants of growth regulator applications on yielding of winter triticales	99
Wanda Kociuba Danuta Kulpa	Charakterystyka odmian pszenżyta ozimego pod względem cech związanych z porastaniem ziarna The characterization of winter triticales cultivars in relation to traits connected with preharvest sprouting	109

Maria Moś Tomasz Wójtowicz	Wigor ziarniaków porośniętych w kłosach u odmian pszenżyta ozimego The vigour of winter triticale seeds with sprouting damages induced in spikes	119
Halina Góral Stanisław Węgrzyn Ludwik Spiss	Wartość kombinacyjna rodów i odmian pszenżyta jarego oraz efekt heterozji mieszańców F ₁ Combining ability of strains and cultivars of spring triticale and heterosis effect of F ₁ hybrids	127
Zygmunt Gil	Charakterystyka cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego Characteristic of physical, chemical and milling qualities of spring and winter triticale grain	139
Piotr Nieróbca	Wpływ nawożenia azotowego, terminu siewu i ilości wysiewu na plon i elementy struktury plonu pszenżyta jarego The effect of nitrogen fertilization, sowing time and sowing density on yield and yield components of spring triticale	147
Stanisław Węgrzyn Andrzej Bichoński	Zróżnicowanie i genetyczne uwarunkowanie cech wartości technologicznej jęczmienia jarego browarnego Variation and genetic determination of quality characters in brewing spring barley	153
Katarzyna Karska	Androgeniza w kulturach pylnikowych jęczmienia jarego Androgenesis from spring barley anthers c	161
Tadeusz Oleksiak	Postęp w hodowli żyta w Polsce w latach 1986–2000 i jego praktyczne wykorzystanie w produkcji Progress in rye breeding and its practical utilization in production in Poland in the years 1986–2000	171
Stefan Stojałowski Mirosław Łapiński	Wpływ różnych źródeł cytoplazmy wywołującej męską jałowość na właściwości rolnicze mieszańców żyta ozimego (<i>Secale cereale</i> L.) Effect of different sources of male sterility-inducing cytoplasm on the agronomic performance of winter rye (<i>Secale cereale</i> L.) hybrids	179
Danuta Rzepka-Plevneš	Zmienność populacji żyta (<i>Secale cereale</i> L.) Selekcjonowanych w kierunku tolerancji na niedobory azotu w kulturach hydroponicznych Variability of rye populations selected for tolerance to nitrogen deficiency in hydroponic cultures	191
Jacek Chotkowski Sławomir Wróbel	Dobór odmian w nasiennictwie i produkcji ziemniaka w wybranych regionach Polski Varietal structure of potato cultivation and seed production in chosen regions of Poland	207
Halina Mioduszevska	Wpływ nawożenia azotem na aktywność peroksydazy i katalazy w bulwach ziemniaka odmiany Uran The effect of nitrogen fertilization on peroxidase and catalase activity in potato tubers cv. Uran	215
Cezary Trawczyński	Wpływ rzutowego i rzędowego nawożenia mocznikiem na wysokość plonu i niektóre cechy jakości bulw ziemniaka The effect of nitrogen fertilization on peroxidase and catalase activity in tubers of the potato cv. Uran	221
Kazimierz Jabłoński	Agrotechniczne efekty stosowania nowych maszyn do pielęgnacji ziemniaków Agronomic effects of usage of new machines for potato cultivation	227

Zbigniew Czerko Wojciech Nowacki	Modernizacja tradycyjnego sposobu przechowywania ziemniaków przez zastosowanie sztucznych okryw Modernization of traditional way of potato storage by using artificial covers	237
Agnieszka Osińska Zbigniew Laudański	Metody statystyczne w ocenie materiałów kolekcyjnych soi Część I. Analiza porównawcza cech użytkowych form kolekcyjnych soi Statistical methods in evaluation of soybean collection materials Part I. Comparative analysis of agronomic traits of soybean collection forms	247
Karol Bujak Maria Jędruszczak Mariusz Frant	Wpływ uproszczeń w uprawie roli na plonowanie soi The influence of reduced tillage methods on soybean seed yield	263
Andrzej Rafalski Iwona Wiśniewska Krzysztof Klimont	Zmiany profilu fragmentów DNA po traktowaniu nasion grochu siewnego i fasoli promieniowaniem laserowym The changes of amplified DNA fragments profiles after laser irradiation of pea and been seeds	273
Piotr Malicki	Odmiany roślin rolniczych wyhodowane w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w 2001 roku	283