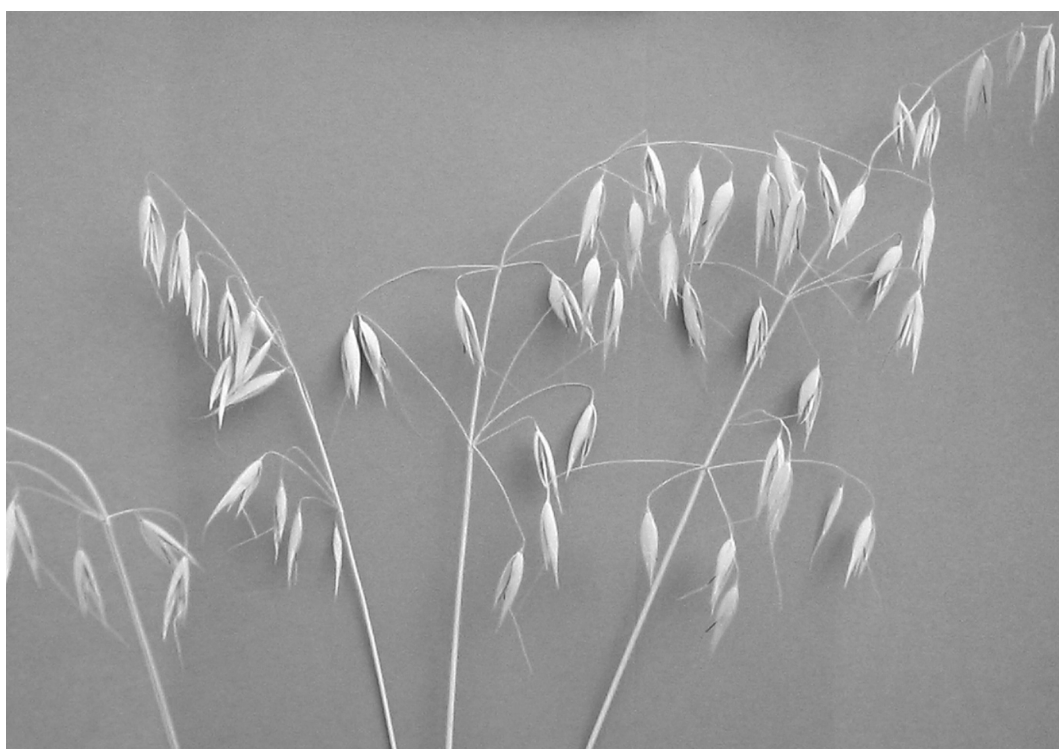




Sterylnie wiechy mieszańców F₁ *Avena sativa* × *Avena macrostachya*

Fot. Dariusz R. Mańkowski

BIULETYN
INSTYTUTU HODOWLI
I AKLIMATYZACJI ROŚLIN
Nr 229/2003



Sterylnie wiechy mieszańców F₁ *Avena sativa* × *Avena macrostachya*
Fot. Dariusz R. Mańkowski

RADZIKÓW 2003
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, JERZY SZYRMER,
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA (Sekretarz Redakcji — Editorial Secretary)

Wydanie publikacji dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych

Redaktor techniczny i skład komputerowy
GABRIELA WODZYŃSKA-ŁAPIŃSKA

Druk: PWR Sp. z o.o

II OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWA



OWIES — HODOWLA, UPRAWA I WYKORZYSTANIE

ORGANIZATORZY KONFERENCJI

AKADEMIA ROLNICZA W KRAKOWIE
INSTYTUT HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN ODDZIAŁ W KRAKOWIE
MAŁOPOLSKIE STOWARZYSZENIE DORADZTWA ROLNICZEGO

KOMITET ORGANIZACYJNY KONFERENCJI

PROF. DR HAB. ELŻBIETA PISULEWSKA — PRZEWODNICZĄCA
PROF. DR HAB. LUDWIK SPISS
PROF. DR HAB. STANISŁAW WĘGRZYN
DR TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI
DR ROBERT WITKOWICZ — SEKRETARZ

KRAKÓW, 11–12 WRZEŚNIA 2002

II Ogólnopolska Konferencja Naukowa Owies — Hodowla, Uprawa i Wykorzystanie

11–12 września 2002, Kraków

Owies znany jest w Europie od ponad 3000 lat. Był powszechnym pokarmem, zwłaszcza ludzi ubogich. W XIX wieku stracił na znaczeniu jako roślina jadalna, zastąpiły go ziemniaki, natomiast ciągle był niezastąpioną paszą dla koni. Spadek liczebności koni spowodował także systematyczne zmniejszanie się powierzchni zasiewów owsa. Obecnie powierzchnia uprawy owsa w świecie obejmuje 12963 tys. ha. Najwięcej owsa uprawia się w Rosji (4073 tys. ha), a największe plony ziarna uzyskują Irlandczycy (7,27 t/ha). Polska pod względem powierzchni uprawy zajmuje 5. (531 tys. ha), a w wielkości plonów 11. (2,46 t/ha) miejsce w świecie.

Postęp hodowlany, wyrażający się w przypadku owsa, przede wszystkim powstaniem nowych nagoziarnistych odmian, spowodował duże zainteresowanie tą formą nie tylko wśród rolników, ale również żywieniowców, dietetyków i hodowców zwierząt. Pierwszą nagoziarnistą odmianę owsa Akt wprowadzono do doboru odmian oryginalnych w 1997 roku. W 1998 roku z inicjatywy Zakładu Szczegółowej Uprawy Roślin (obecnie Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin) Akademii Rolniczej w Krakowie oraz Małopolskiej Hodowli Roślin HBC Sp. z o.o. odbyła się w Krakowie I Ogólnopolska Konferencja Naukowa pt. „Stan i perspektywy hodowli, uprawy i wykorzystania owsa w żywieniu ludzi i zwierząt”. Referaty plenarne, oryginalne prace twórcze oraz komunikaty z tej konferencji opublikowane zostały w suplemencie kwartalnika „Żywność, nauka, technologia, jakość” w 1999 roku.

W 2002 roku odbyła się w Krakowie II Ogólnopolska Konferencja Naukowa pt. „Owies — hodowla, uprawa i wykorzystanie” poświęcona tej cennej roślinie. Organizatorami byli: Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin oraz Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa Akademii Rolniczej w Krakowie, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie oraz Małopolskie Stowarzyszenie Doradztwa Rolniczego. W dwudniowej konferencji wzięły udział 82 osoby z Wyższych Uczelni, Polskiej Akademii Nauk, Instytutów Resortowych, Firm Hodowlanych i Ośrodków Doradztwa Rolniczego. Wygłoszono 20 referatów i zaprezentowano 49 prac w formie posterów. Tematyka prezentowanych prac obejmowała szeroki wachlarz zagadnień zarówno

teoretycznych, jak i aplikacyjnych z dziedziny hodowli, nasiennictwa, agrotechniki, żywienia ludzi i zwierząt.

Obszerny materiał, przedstawiony Państwu w niniejszym zeszycie podzielono na kilka części zgodnie z tytułami sekcji na Konferencji: sekcja I — hodowla roślin i nasiennictwo, II — uprawa i ochrona, III — żywienie człowieka, IV — żywienie zwierząt.

Organizatorzy składają podziękowanie Komitetowi Badań Naukowych za wsparcie finansowe, które umożliwiło wydanie tego zeszytu.

Elżbieta Pisulewska

LUDWIK SPISS

Akademia Rolnicza w Krakowie

Historia hodowli owsa w Polsce

History of oat breeding in Poland

Hodowla owsa na ziemiach polskich rozpoczęła się w końcu XIX wieku. Ze względu na dużą liczbę koni, znaczenie tego gatunku w uprawie było wtedy znacznie większe niż obecnie. Przed drugą wojną światową był uprawiany na powierzchni ponad 2 milionów hektarów. Już wtedy jednak zwracano uwagę na znaczenie owsa w żywieniu ludzi. Pierwszymi polskimi odmianami owsa były: Sobieszyński, Najwcześniejszy Niemierzański i Teodozja. Wyhodowane w latach dwudziestych XX wieku odmiany: Biały Mazur i Udyż Żółty uprawiano u nas do lat siedemdziesiątych. Brak dopływu dobrych polskich rodów hodowlanych spowodował, że w latach 1975 i 1976 w rejestrze były wyłącznie odmiany zagraniczne. Począwszy od 1979 r. do rejestru zaczęto wpisywać coraz lepsze polskie odmiany, wśród których największe znaczenie w uprawie w latach osiemdziesiątych miały Markus i Dragon.

Słowa kluczowe: hodowla owsa, odmiany

Oat breeding in Poland started at the end of 19th century. Oat growing area at that time was much bigger than now due to a large number of horses. Before the second world war oat was grown on the area of over 2 million hectares. The first Polish oat varieties were: Sobieszyński, Najwcześniejszy Niemierzański and Teodozja. Varieties developed in the third decade of 20th century were grown up to the eighth decade (cv. Biały Mazur and Udyż Żółty). In 1975 and 1976 no Polish oat varieties were in the register. New good varieties were entered to the register starting from 1979. Among them were Markus and Dragon, the most important in Polish agriculture after 1980.

Key words: oat breeding, varieties

Zakres hodowli każdego gatunku związany jest z jego znaczeniem w uprawie. W pierwszej połowie dwudziestego wieku uprawę owsa kojarzono prawie wyłącznie z liczbą koni, które były główną siłą pociągową. Interesujące są dane statystyczne przygotowane przez Ministerstwo Rolnictwa (Krawulski i Wojno, 1929), które zestawiono w celu bezpośredniego porównania powierzchni zasiewów owsa i liczby koni w poszczególnych latach, zarówno między województwami w skali kraju, jak i między krajami europejskimi. Stąd w Polsce (lub na ziemiach polskich przed pierwszą wojną światową) zasiewy owsa w tym okresie zajmowały znacznie większy niż obecnie odsetek wśród zasiewów wszystkich roślin rolniczych (tab. 1). Trzeba jednak pamiętać, że poza

uprawami w siewie czystym, owies obecnie odgrywa także znaczącą rolę w uprawianych w Polsce na szerszą skalę mieszankach zbożowych. W pierwszej połowie XX wieku także w innych krajach europejskich uprawiano bardzo dużo owsa. Dotyczyło to nie tylko państw na północ od Polski, gdzie warunki klimatyczne skłaniają do zasiewów owsa, ale odsetek gruntów ornych obsianych owsem nawet w Niemczech, Austrii i Francji był większy niż w Polsce. Warto przy tym zaznaczyć, że w okresie do 1939 roku tylko dwukrotnie średnie plony owsa w kraju przekraczały 12 dt/ha i tylko w województwie poznańskim zbliżały się do 20 dt/ha. W miarę zmniejszającej się liczby koni zasięg upraw owsa zmniejszał się, choć coraz większą uwagę zaczęto zwracać na jego znaczenie w żywieniu innych zwierząt, w odżywianiu człowieka i w zastosowaniach przemysłowych.

Tabela 1

Powierzchnia zasiewów owsa na tle zasiewów innych zbóż w Polsce
Area of oat and other small grains in Poland

Rok Year	Powierzchnia zasiewów ogółem mln ha Total area million ha	Powierzchnia zasiewów zbóż, mln ha Area of small grains, million ha					Zasiewy owsa w zasiewach ogółem, % Proportion of oat in total area, %
		pszenica wheat	żyto rye	pszenżyto triticale	jęczmień barley	owies oat	
1909–1913	—	1,4	5,1	—	1,3	2,7	—
1928–1937	16,9	1,7	5,7	—	1,2	2,2	13,0
1960	15,3	1,4	5,1	—	0,7	1,6	10,5
1980	14,5	1,6	3,0	—	1,3	1,0	6,9
2001	12,4	2,6	2,0	0,8	1,1	0,5	4,0

Mimo bardzo ścisłego kojarzenia uprawy owsa z liczbą koni, jego rola w żywieniu ludzi była zauważana już w latach dwudziestych XX wieku. Warto tu zacytować Fortunata Starzyńskiego (1929): „W okęgach górskich ludziska prócz owsa nic innego na chleb nie zasiewają, bo warunki klimatu i gleby zaledwie dla owsa są łaskawe. Dzięki temu mogą mieć ów chleb powszedni w postaci owsianych placków — znanych, choć niezbyt cenionych przez mieszkańców nizin. Góral, przepędzając owce, zabiera ze sobą zapas tych placków i, niewracając do chaty, żywi się nimi, dodając do tej codziennej strawy trochę żętycy i sera — i, pomimo tej niby mizernej strawy, wygląda zdrowo i rzeźko. Słusznie tedy ceni swoje placki”. Ten sam autor w innym miejscu pisze: „Gdy zaś w ostatnich czasach — jeszcze przed wojną przysłała do nas z zagranicy moda — wyjątkowo jako moda niegłupia, żeby spożywać i kaszę owsianą, a ludzie roztropni chętnie tę modę przyjęli i zastosowali, zwłaszcza przy odżywianiu dzieci, okazuje się, że owies może być uważany jako zboże mające jak najszerze zastosowanie, a przeto i zasługuje na szczególną uwagę rolnika”.

Początki hodowli owsa na ziemiach polskich sięgają końca XIX wieku. Najstarszy drukowany opis wyhodowania odmiany, do którego udało mi się dotrzeć, dotyczy owsa Sobieszyńskiego, którego hodowlę rozpoczął prof. Antoni Sempołowski w Sobieszynie w 1893 roku, początkowo selekcją masową, a potem metodą czystych linii (Leszczyński, 1927). W tym samym roku prof. Edmund Załęski w firmie Buszczyńskich na Podolu rozpoczął hodowlę znanej przez wiele lat odmiany, Najwcześniejszy Niemierczański.

Materiałem wyjściowym owsa Sobieszyńskiego była odmiana Rychlik Lubelski, pochodząca z owsa uprawianego przez włościan na Lubelszczyźnie i na Podlasiu. A więc już przed 1893 rokiem możemy mówić o polskich odmianach. W doświadczeniach wykonywanych w Sobieszynie w latach 1895–1913 owies Sobieszyński w większości przypadków zajmował pierwsze miejsce pod względem plonu ziarna. Brały w nich udział jeszcze dwie polskie odmiany: Marczak, zwany też zimakiem, wyhodowany przez stację w Chojnowie (powiat Przasnysz), i długo potem utrzymująca się w uprawie Teodozja, wyhodowana w Łękach (powiat Kutno). Pozostałe odmiany badane w tych doświadczeniach pochodziły z zagranicy, choć niektórym nadawano polskie nazwy, jak np. Zwycięzca i Żółty Deszcz (odpowiednio Seger i Guldregn z hodowli szwedzkiej w Svalöf). Na początku XX wieku było wiele dostępnych do siewu i badanych w doświadczeniach odmian owsa. Już w 1904 roku czytamy, że u owsa „rozpowszechnionych jest kilkadziesiąt odmian”, a żeby rolnikowi ułatwić wybór „są w tym celu umyślnie pozakładane stacje doświadczalne rolnicze, które robią rozmaite próby i przekonania gospodarskie” (Chełchowski, 1904). Dalej autor opisuje, na czym te działania polegają.

W doświadczeniach z lat 1923–1935, opisanych przez Staniszkisa (1939), obok odmian zagranicznych biorą już udział liczne odmiany Polskie: Antoniński Biały, Antoniński Żółty, Biały Mazur, Biały Udycz, Jagiełło, Kanarek Mikulicki, Kościelecki, Kozarowski Rychlik, Marczak, Najwcześniejszy Niemierczański, Podkowa, Puławski Średniorychły, Puławski Wczesny, Rychlik Oberek, Rychlik Trybański, Sobieszyński, Tatrzański, Teodozja, Ułan, Zieleniak, Żółty Mazur. Opracowanie liczące 65 stron zawiera wyniki doświadczeń prowadzonych w różnych regionach Polski, a obok plonu ziarna i słomy odmiany są charakteryzowane także pod względem masy 1000 nasion, zawartości plewki, masy hektolitra i odporności na choroby. Doświadczenia z odmianami owsa prowadził też Przyborowski i Rogoziński (1931), a jakościowe cechy ziarna różnych odmian owsa i współzależności między cechami opracował Lewicki (1938, 1939).

Dokładną charakterystykę przedwojennych odmian owsa zawiera licząca ponad sto stron monografia Słabońskiego (1949), opierająca się na badaniach prowadzonych w latach 1937–1942, choć autor włączył też opisy odmian selekcyjonowanych z odmian niemieckich, wprowadzonych do uprawy w Polsce bezpośrednio po wojnie.

Według Krawulskiego i Wojno (1929) w latach dwudziestych XX wieku większość gospodarstw drobnych używała do siewu miejscowych owsów nieuszlachetnionych, typu rychlików, które odznaczały się dobrą jakością ziarna i cienką łuską, chociaż ich plon był mniejszy. W gospodarstwach większych rozpowszechnione były bądź to wczesne odmiany hodowlane, jak owies Sobieszyński, bądź odmiany o dłuższym okresie wegetacji, jak Ligowo, Zwycięzca, Żółty Lochowa, Teodozja i inne. Charakteryzowały się one dorodniejszym ziarnem i większym plonem.

Przez wiele lat po drugiej wojnie światowej rejestr odmian owsa w Polsce opierał się na odmianach przedwojennych z lat dwudziestych. Dwie takie odmiany, wyhodowane przez Edwarda Kosteckiego: Udycz Żółty (1923) i Udycz Biały (1923), oraz jedna wyhodowana przez Zygmunta Mazurkiewicza, Biały Mazur (1923), figurowały w rejestrze jeszcze w 1958 roku. Były w nim też odmiany selekcyjonowane zaraz po wojnie z odmian niemieckich: Przebój I, Przebój II i Proporczyk (odpowiednio: Flämingsgold, Flämingsstreu

i Findling). Rejestr odmian tylko nieznacznie się zmieniał w latach sześćdziesiątych, a zdecydowanie największe znaczenie w uprawie przez cały ten okres miał Udycz Żółty. Drugą co do popularności odmianą w tym okresie był Przebój II. Najwcześniej ze starych polskich odmian wykreślony został z rejestru Udycz Biały, a pozostałe dwie odmiany wyhodowane w latach dwudziestych dotrwały do początku lat siedemdziesiątych. Odmianę Biały Mazur usunięto z rejestru w 1973 roku, a skreślenie z rejestru w 1975 r. Udycza Żółtego zakończyło erę odmian przedwojennych. W istocie zakończyło też na dwa lata erę polskich odmian w polskim rejestrze odmian owsa.

Wobec braku dopływu dobrych rodów z polskiej hodowli zaczęły pojawiać się w rejestrze odmiany zagraniczne. Już w 1964 roku zarejestrowany został Flämingsweiss II z NRD, a w latach siedemdziesiątych zarejestrowano inne odmiany zagraniczne: Romulus z NRD (1970), Diadem z Czechosłowacji (1972) i Leanda z Holandii (1974). W rezultacie nasz rejestr odmian owsa w latach 1975 i 1976 zawierał wyłącznie odmiany zagraniczne: cztery odmiany w 1975 roku i wobec wycofania odmiany Flämingsweiss II — trzy odmiany w 1976 roku. W podstawowym gatunku rolniczym, uprawianym w kraju wówczas na obszarze znacznie przekraczającym milion hektarów, nie było w rejestrze polskiej odmiany.

Monopol odmian zagranicznych w 1977 roku przełamała odmiana Pegaz, wyhodowana w Stacji Hodowli Roślin w Polanowicach (obecnie Małopolska Hodowla Roślin HBP). Nie odegrała ona większej roli w uprawie i przez kilka lat dominowały jeszcze odmiany zagraniczne z odmianą Leanda na pierwszym miejscu. Jej repartycja w zasiewach sięgała 40%. Dopiero zarejestrowanie w 1979 roku odmiany Markus z SHR Choryń (obecnie Hodowla Roślin Danko), która w 1982 roku osiągnęła blisko 40% repartycję rozpoczęło erę licznie wchodzących na rynek i coraz lepszych odmian polskich. Największą rolę wśród nich odegrała odmiana Dragon z SHR Choryń, zarejestrowana w 1982 roku, nie tylko z powodu długoletniego utrzymywania się w rejestrze, ale też z powodu jej znaczenia w uprawie, mimo podatności na wyleganie. Jej maksymalny udział w produkcji nasiennej wynosił 58,4%. Najważniejsze odmiany zagraniczne z lat siedemdziesiątych wycofano z rejestru w 1980 roku (Romulus) i w 1982 roku (Leanda i Diadem), a nieliczne inne, zarejestrowane później, nie odegrały znaczącej roli. Ostatnie dwie dekady XX wieku znaczyły się wieloma sukcesami w hodowli owsa w Polsce. Pojawiło się wiele bardzo dobrych odmian, wnoszących różnorodne korzystne cechy (w tym także odmiany specjalnie dostosowane do uprawy w warunkach górskich), ze stacji hodowli roślin w Borowie, Choryni, Polanowicach i Wielopolu oraz z ówczesnego Zakładu Doświadczalnego IHAR w Strzelcach. Z tego ośrodka w 1997 roku wyszła pierwsza polska odmiana owsa nagonasiennego i niewątpliwie ten rok będzie jednym z najważniejszych w historii hodowli owsa w Polsce. Te odmiany z końca ubiegłego wieku są znane osobom obecnie zajmującym się owsem i użytkownikom tego gatunku i jako takie nie mogą być teraz rozpatrywane w kategoriach historycznych.

LITERATURA

- Chełchowski S. 1904. O uprawie owsa dla użytku gospodarzy rolnych. Warszawa.
- Krawulski L., Wojno K. 1929. Jęczmień i owies. Szkic monografii gospodarczej. Wydawnictwo Ministerstwa Rolnictwa, seria A, nr 26, Warszawa.
- Leszczyński W. 1927. Owies Sobieszyński w świetle doświadczeń Stacji Doświadczalnej w Sobieszynie, wykonanych od 1895 r. Osobne odbicie z zesz. nr 51 „Gazety Rolniczej” 1927 r. Warszawa.
- Lewicki S. 1938. Badania nad wartością ziarna owsa plonu 1935 r. Puławy.
- Lewicki S. 1939. Badania nad wartością ziarna owsa plonu 1936 r. Puławy.
- Przyborowski J., Rogoziński A. 1931. Doświadczenia z odmianami owsa wykonane w r. 1926, 1927, 1928 i 1929. Osobne odbicie z „Doświadczalnictwa Rolniczego”. Warszawa.
- Słaboński A. 1949. Odmiany owsa. Biblioteka Puławska nr 29. PIWR, Warszawa.
- Staniszkis W. 1939. Doświadczenia z odmianami owsa przeprowadzone w Polsce w latach 1923–1935. Dodatek do „Przeglądu Doświadczalnictwa Rolniczego”. Warszawa.
- Starzyński F. 1929. Owies. Wydawnictwo organizacji prowadzących przysposobienie rolnicze. Warszawa.

ZYGMUNT TADEUSZ NITA

Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o.

Współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli owsa w Polsce

Contemporary achievements and prospects of oat breeding in Poland

Praca jest przeglądem wyników badań hodowlanych nad owsem w ostatnich latach w Polsce. Omówiono stan obecny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. Scharakteryzowano odmiany znajdujące się w Rejestrze Odmian. Zwrócono uwagę na wysoką zawartość łuski w niektórych odmianach owsa. Porównano polskie odmiany nagoziarniste z odmianami nagoziarnistymi zagranicznymi. Zaproponowano sposób podwyższenia efektywności uprawy owsa, aby wywołać wzrost zapotrzebowania na ziarno.

Słowa kluczowe: hodowla, % łuski, odmiany, plonowanie, wylęganie, wysokość

The paper contains a review of results for breeding research on oats in the last years in Poland. The present state and new directions of the oat breeding are outlined. The varieties from the National List are characterized. Significance of high husk content in some oat varieties is emphasized. The naked oat varieties of Polish and foreign origin are compared. Measures are proposed to raise effectiveness of oat cultivation, which should increase demand for the grain.

Key words: breeding, cultivars, husk content, lodging, plant height, yielding

WSTĘP

Produkcja płatków owsianych, lodów, żywienie młodych zwierząt i bydła, produkcja papieru i medykamentów, szamponów, kremów do opalania — tak różnorodne jest zastosowanie owsa. Wiele potencjalnych walorów owsa nie zostało jeszcze odkrytych, prowadzone są w tym kierunku badania biotechnologiczne i biochemiczne.

Owies ma coraz większe znaczenie życia w codziennym, dlatego wykorzystanie istniejącej wiedzy, a także coraz większe zainteresowanie możliwościami jego zastosowania w produkcji wysokowartościowej żywności sprawi, że dodatkowe wartości ziarna owsa zostaną w najbliższym czasie odkryte.

HODOWLA OWSA W POLSCE

Hodowla owsa w Polsce obecnie prowadzona jest w trzech Spółkach Hodowli Roślin:
— DANKO Hodowla Roślin,

- Małopolska Hodowla Roślin,
 — Hodowla Roślin Strzelce Sp. z o.o.

Aktualnie wpisanych do polskiego Rejestru Odmian jest 27 odmian; w tym dwie odmiany eksportowe (Kwant, Cacko), dwie odmiany nagoziarniste (Akt, Polar), pięć odmian dla rejonów górskich i tylko jedna odmiana zagraniczna, Flemingsstern (Lista..., 2002), (tab. 1). Są to w większości odmiany żółtoziarniste.

Tabela 1

Odmiany owsa będące w Rejestrze Odmian w 2002 roku
Oat varieties which are on the National List in the year 2002

Spółki Hodowli Roślin Plant Breeding Company	Odmiany Varieties	Rok wpisania do Rejestru Odmian Year of registration
Hodowla Roślin „DANKO” Plant Breeding „DANKO ”	Dragon	1982
	Jawor	1994
	Hetman	1999
	Deresz	2000
	Bachmat	2001
	Cwał	2001
	Bohun	2002
Małopolska Hodowla Roślin Małopolska Plant Breeding	Farys	1989
	Skrzat	1996
	Grajcar*	1997
	Borowiak	1998
	Kasztan	1999
	Cekin *	1999
	Celer*	2000
Hodowla Roślin Strzelce Sp z o.o. Plant Breeding Strzelce Ltd.	Góral	1987
	Dukat*	1991
	German	1991
	Kwant Ex	1992
	Sławko	1993
	Bajka	1997
	Akt**	1997
	Sam	1999
	Szakal	2000
	Chwat	2000
	Sprinter*	2000
	Cacko**Ex	2000
Lochow Petkus DE	Polar**	2002
	Flemingsstern	2002

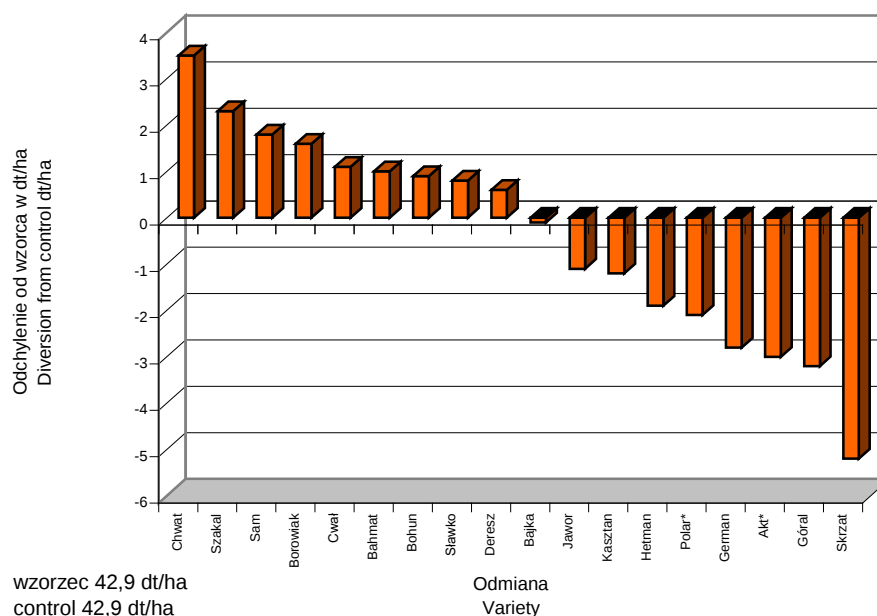
*— Odmiany wczesne badane w rejonie górskim; Early variety, tested in mountainous zone

** — Odmiany nagoziarniste; Naked variety

Ex — Odmiana eksportowa; Export variety

Plenność polskich odmian jest dobra, świadczy o tym mała liczba zarejestrowanych odmian zagranicznych w Polsce, a także to, że wiele odmian polskich zarejestrowanych jest za granicą. Ponieważ w ocenie odmian w Polsce bierze się pod uwagę głównie plon ziarna, a w mniejszym stopniu jego jakość, dlatego wiele odmian charakteryzuje się wysoką zawartością łuski, tj. powyżej 26% (tab. 2). Łuska posiada wartość pokarmową zbliżoną do wartości słomy, dlatego jest zasadne jej obniżanie, przez co zwiększy się strawność ziarna owsa. Ponieważ zawartość łuski jest ujemnie skorelowana z plonem,

trudno jest uzyskać odmiany bardzo pełne i o niskiej zawartości łuski. Plon ziarna bez łuski przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Plonowanie odmian owsa pozbawionych łuski w 2001 roku
Fig. 1. Yield of varieties without husk, 2001

Najwyższym plonem ziarna pozbawionego łuski odznaczają się odmiany: Chwat, Szakał, Sam. Są to odmiany pełne z zawartością łuski poniżej 26% (Lista..., 2002 a).

W innych krajach na końcową ocenę odmiany przed zarejestrowaniem składa się wiele cech (plon, zawartość łuski, odporność na choroby, zawartość białka i tłuszczu, odporność na wyleganie). W Polsce powinno się przyjąć podobny system oceny, gdyż może się okazać, że po wejściu Polski do UE, nasze odmiany będą mało konkurencyjne.

Ponieważ nie ma zarejestrowanych w Polsce zagranicznych odmian nagoziarnistych, o poziomie plenności polskich odmian nagoziarnistych mogą świadczyć jedynie wyniki plonowania i ich jakość w doświadczeniach międzynarodowych. Badane w ciągu dwóch lat polskie odmiany, przewyższyły plonem pozostałe odmiany. Najplenniejszą i najbardziej uniwersalną okazała się odmiana Akt. Występują duże różnice w składzie chemicznym ziarna owsa nagoziarnistego odmian rosnących na różnych kontynentach. Odmiany kanadyjskie i USA zawierają więcej białka (powyżej 14%) i mniej tłuszczu, poniżej 6%, podczas gdy odmiany europejskie i australijskie są uboższe w białko 11–13%, ale znacznie bogatsze w tłuszcz (7–10%).

Tabela 2

Plon i ważniejsze cechy odmian owsa w latach 1999–2001 w doświadczeniach COBORU wg R. Cyferta
Yield and some important characteristics of oat varieties in the years 1999–2001, acc. to COBORU
research by R. Cyfert

Odmiana Variety	Odchylenie od wzorca Deviation from control	% wzorca Yield as % of control	MTZ 1000 grain weight	Zawartość łuski Husk content (%)	Rdza koronowa Crown rust	Rdza źdźbłowa Straw rust	Mączniak Powdery mildew	Wysokość Plant height (cm)	Wyleganie Lodging (1–9)**	Zawartość białka Protein content	Zawartość tłuszczu Fat content
Wzorzec Control	59,3	100	34,6	27,7	6,7	7,1	7,2	103	4,7		
Bachmat	0,3	102	38,4	30,2	6,9	6,7	7,2	95	5,1	11,5	4,1
Bajka	-1,1	100	37,5	27,0	6,7	6,2	7,4	96	5,8	11,3	4,1
Bohun	1,8	103	33,3	27,4	8,1	6,7	7,3	95	6,4	11,1	5,0
Borowiak	1,2	100	35,6	28,3	8,3	7,9	7,6	96	4,5	11,9	5,4
Chwat	2,7	104	33,9	26,1	8,1	7,3	7,3	95	5,8	11,8	4,7
Cwał	0,5	102	34,7	27,0	7,2	6,8	7,6	99	5,4	11,2	4,5
Deresz	0,2	104	35,1	26,9	7,1	6,7	7,2	95	5,0	11,5	4,6
German	-3,6	97	36,8	28,3	7,1	7,1	7,2	99	4,8	12,2	5,0
Góral	-2,7	98	33,9	29,5	6,3	5,4	7,2	91	5,2	11,7	4,1
Hetman	-2,0	101	35,1	29,2	6,9	6,4	7,6	98	5,7	12,0	5,2
Jawor	-0,4	101	33,6	29,2	6,7	6,1	7,4	96	6,2	11,2	4,2
Kasztan	-0,9	102	35,6	28,6	6,7	6,4	7,2	93	5,4	12,1	5,1
Sam	-0,2	101	36,2	24,6	7,9	7,4	7,2	106	5,6	12,2	5,0
Skrzat ^b	-6,2	95	33,8	27,7	6,9	6,1	7,4	92	5,8	12,0	5,4
Sławko	-0,7	98	39,5	25,9	7,1	6,8	7,8	104	4,1	11,7	4,3
Szakał	0,2	101	38,0	24,8	8,4	7,5	7,2	100	6,7	12,2	4,4
Akt*	-19,5	77	26,3	2,7	6,3	7,0	7,6	107	5,0	14,3	8,3
Polar*	-18,5	77	28,5	2,5	6,4	7,1	7,6	106	5,3	15,1	8,5

* — Nagoziarnisty; Naked

** — 1 — Silne wyleganie; Total lodging, 9 — Brak wylegania; No lodging

b — Białozarnisty; White grain

W warunkach suszy owies nagoziarnisty ustępuje plonem ziarna odmianom oplewionym. Istnieje hipoteza, że plewki górne i dolne nagiego owsa stanowią mniejszą barierę do odwodnienia niż bardziej zdrewniałe łuski w owsie oplewionym (tab. 3).

Plenność odmiany zależy od tempa wzrostu roślin, długości okresu wegetacji i indeksu plonu (stosunek masy ziarna do całkowitej biomasy). Podwyższyć go można przez przyspieszenie wzrostu albo podwyższenie indeksu plonu.

Generalnie jednak dążenia idą w kierunku podniesienia plonu ziarna kosztem redukcji plonu słomy, dlatego hodowla nowych odmian prowadzona jest w kierunku wytworzenia odmian niższych, co zmniejsza też podatność na wyleganie. Osiągnięcia genetyczne pozwoliły na wyhodowanie odmian o sztywnej słomie.

Skrócenie słomy u owsa i w konsekwencji wzrost indeksu plonu może być jedną z głównych przyczyn dla genetycznego zdeterminowania wzrostu. Wprowadzenie krótkich odmian do uprawy może ułatwić wykorzystanie produktów fotosyntezy do tworzenia kłosek i kwiatków. Jednak wzrost indeksu plonu może być trudny, gdyż McKey obliczył, iż korelacja między wysokością rośliny i długością korzeni była równa 0,5^{**}, natomiast między suchą masą korzeni i nadziemną częścią w końcu wegetacji 0,87^{**}. Wskazuje to na trudności wzrostu indeksu plonu, podwyższonego w zasadniczy sposób wskutek skrócenia słomy.

Tabela 3

Zestawienie wyników polskich odmian nagoziarnistych w szkółce międzynarodowej w 2000 roku
Results for foreign and Polish (in bold) naked oat from the international nursery in the year 2000

Odmiana Variety	Plon Yield (t/ha)	% wzorca Yield as % of control Bullion	Wysokość Plant height (cm)	Wylega- nie Lodging (%)	Mączniak Powdery mildew	Rdza koronowa Crown rust	MTZ 1000 grain weight (g)	Ciężar hektolitra Test weight (kg)	Zawartość białka Protein content (%)	Zawartość tłuszczu Fat content (%)
Bullion	5,07	100,0	101,3	32,7	105,0	112,5	28,93	7,58	12,3	6,4
Neon	5,01	97,2	96,3	27,1	105,0	120,0	27,85	67,11	12,3	8,3
13087 Cn	4,97	96,4	97,6	31,0	87,5	105,0	31,06	66,90	12,6	5,9
13174 Cn	4,86	94,3	103,0	46,9	81,5	130,0	31,44	64,96	11,3	7,0
13174 Cn 4	4,85	93,7	98,8	20,9	74,0	120,0	28,51	65,48	12,5	8,5
Lisbeth	4,16	80,9	114,3	25,8	132,5	117,5	28,45	62,59	14,2	7,1
Bikini	4,73	92,1	112,4	42,5	132,5	72,5	25,90	61,75	12,6	7,8
MF 913-148	3,77	74,2	95,8	13,6	114,0	94,0	30,15	63,34	13,6	9,2
MF 9018-11801	3,9	77,3	108,3	25,2	105,0	114,0	35,27	67,41	14,4	5,8
MF 9224-101	4,54	89,5	106,8	31,4	120,0	88,0	32,48	67,71	13,5	5,7
MF 9016-31	4,26	84,3	103,1	38,0	104,5	0,0	30,69	66,34	13,8	5,9
MF 9224-359	4,68	92,6	104,3	32,7	122,5	0,0	32,98	66,90	13,1	5,8
MF 9424-24	4,73	92,0	100,6	0,8	89,0	112,5	35,68	64,48	12,5	7,0
Sallust	4,52	88,6	109,1	44,2	100,0	115,0	27,79	64,85	12,3	6,7
Akt	5,22	102,6	110,8	18,8	95,0	109,0	28,57	64,14	12,2	8,0
STH 296/91	4,76	93,0	101,5	12,7	120,0	95	32,65	62,88	13,4	8,0
STH 4899	5,35	106,1	106,3	22,9	117,5	0,0	30,39	65,38	12,6	7,0
AS 90121.16	4,45	86,4	97,3	21,0	115,0	0,0	31,13	64,84	12,5	6,5
AS 90121.58	4,47	86,2	98,1	7,0	117,5	0,0	33,05	65,39	12,9	6,2
AS 90119.16	3,77	73,5	102,9	13,2	98,0	0,0	31,63	63,42	13,7	6,5
OT 297/W96676	4,75	84,5	117,4	35,2	107,5	0,0	38,61	60,82	12,0	6,8

Tabela 4

Zestawienie wyników polskich odmian nagoziarnistych w szkółce międzynarodowej w 2001 roku
Results for foreign and Polish (in bold) varieties from the international nursery in the year 2001

Odmiana Variety	Plon Yield t/ha	% wzorca Yield as % of control Bullion	Wysokość Plant height cm	Wyleganie Lodging %	Mączniak Powdery mildew	Rdza koronowa Crown rust	MTZ 1000 grain weight (g)	Ciężar hektolitra Test weight	Zawartość białka Protein content %
Bullion	4,24	100,0	93,3	48,0	9,0	57,5	27,54	68,69	12,2
Neon	4,25	100,3	86,7	61,0	42,5	92,5	25,83	69,46	12,0
13087 Cn	4,06	95,7	92,1	46,0	23,5	76,5	27,77	67,38	12,2
13174 Cn 3	4,41	104,1	91,1	80,7	32,5	0	28,31	66,11	11,4
13174 Cn 4	4,11	96,9	89,9	52,0	22,5	0	24,94	66,98	13,0
Lisbeth	3,73	88,1	105,3	50,7	82,5	65,5	26,05	61,84	13,5
Bikini	4,25	100,2	99,8	86,7	85,0	90,5	23,96	60,25	13,0
MF 913-148	3,77	89,0	87,2	33,0	43,0	17,0	31,17	63,18	13,1
MF 9018-11801	3,30	77,9	99,4	50,0	82,5	51,0	32,23	68,90	14,0
MF 9224-359	3,90	92,0	91,7	71,7		5,0	29,88	69,46	13,7
Sallust	4,37	103,1	98,4	77,7	60,0	59,5	25,95	64,50	13,3
Akt	4,89	115,3	100,1	68,3	41,5	49,0	24,92	64,59	12,2
STH 4899	4,51	106,5	101,0	48,0	70,0	33,0	27,43	66,51	12,2
Cacko	4,41	104,1	94,1	65,2	50,0	49,5	27,86	66,54	11,4
STH 5400	4,02	94,8	106,9	62,0	21,5	0	31,94	65,14	12,5
NO 6287-0009	2,88	68,0	86,3	55,0	0,0	0	31,79	68,27	13,3

Tabela 5

Doświadczenie krótkosłome z owsem nagoziarnistym w 2001 roku
Short straw research with naked oat in the year 2001

Nr rodu Number of line	Plon w dt/ ha — Yield dt/ha				% wzorca — Yield as % of control				Wyleganie Lodging (1–9)*	MTZ 1000 grain weight (g)	% ziaren oplewionych % of husked grain
	Miejscowości — locations				Miejscowości — locations						
	BOH	MAH	STH	$\bar{X}$	BOH	MAH	STH	$\bar{X}$			
STH 6978	43,2		42,5	42,9	147,4		126,5	137	9	24,7	2
STH 6993			49,9	49,9			148,3	148	9	18,2	6
STH 6997			46,8	46,8			139,2	139	9	19,6	9
STH 6998	44,8	34,6	44,9	41,4	152,9	96,5	133,6	128	9	18,2	6
STH 7000			50,9	50,9			151,3	151	9	19,6	8
STH 7031			45,1	45,1			134,1	134		26,0	8
STH 7036	29,2	38,4	45,9	37,8	99,7	107,2	136,5	114	9	24,0	11
STH 7056	31,2		42,7	36,9	106,5		153,4	130	9	27,0	12
STH 7062	36,3		45,0	40,7	123,9		131,2	128	9	19,7	1
STH 7091	35,7	33,8	44,0	37,8	149,4	94,2	129,3	124	9	17,3	4
STH 7092	34,8	38,6	55,7	43,0	118,8	107,8	163,9	130	9	18,7	3
STH 7098	31,2	28,8	44,1	34,7	106,5	98,1	129,6	111	9	17,9	5
* Akt	29,3	35,4	35,4	33,4	100	100	100	100	2	21,4	4

BOH — HR Strzelce, Oddział w Borowie; Plant Breeding Strzelce Ltd. Department Borowo / MAH — HR Strzelce, Oddział Małyszyn w Gorzowie Wlkp.; Plant Breeding Strzelce Ltd. Department Małyszyn in Gorzów Wlkp. / STH — Hodowla Roślin Strzelce Zakład Główny; Plant Breeding Strzelce Ltd. Main Centre / * 1 — Wyleganie silne; Total lodging, 9 — brak wylegania; no lodging; * Akt — wzorzec; control

Tabela 6

Doświadczenie wstępne krótkosłome z owsem nagoziarnistym w 2002 roku
Short straw preliminary experiment with naked oat in the year 2002

Nr rodu Number of line	Plon w dt/ha Yield dt/ha					% wzorca Yield as % of control				
	BOH	ARK	MAH	STH	$\bar{X}$	BOH	ARK	MAH	STH	$\bar{X}$
STH	BOH	ARK	MAH	STH	$\bar{X}$	BOH	ARK	MAH	STH	$\bar{X}$
6731	34,00	39,53	27,93	33,30	33,69	93,6	79,5	116,3	82,0	92,9
6843	47,00	48,60	21,80	40,63	39,51	129,4	97,7	92,8	100	105,0
6845	26,83	36,10	21,83	31,03	28,95	73,9	72,6	92,9	76,4	79,0
6853	41,67	47,50	24,33	34,83	37,08	114,7	95,5	103,5	85,7	99,9
6978	38,33	34,47	23,43	31,60	31,96	105,5	69,3	99,7	77,8	88,1
6993	50,33	46,97	25,13	36,37	39,70	138,5	94,4	107,0	89,5	107,4
6997	48,00	44,00	27,17	36,13	38,83	132,1	98,5	115,6	88,9	108,8
6998	42,50	46,70	21,43	33,57	36,05	117,0	94,0	91,2	82,6	96,2
7000	51,67	41,00	25,40	39,70	39,44	142,2	82,4	108,1	97,7	107,6
7031	29,67	34,03	18,67	27,90	27,57	81,7	68,4	79,4	68,7	74,6
7036	29,00	26,97	18,73	31,83	26,63	79,8	54,2	79,7	78,3	73,0
7056	28,00	28,93	24,53	17,50	24,74	77,1	58,2	104,4	43,1	70,7
7062	48,00	43,17	22,67	30,67	36,13	132,1	86,8	96,5	75,5	97,7
7091	53,83	46,37	23,67	41,53	41,35	148,2	93,2	100,7	102,2	111,1
7092	56,33	49,37	24,73	40,80	42,81	155,0	99,3	105,2	100,4	115,0
7098	53,17	49,90	25,00	41,23	42,33	146,3	100,3	106,4	101,5	113,6
4659	42,83	45,10	23,27	44,30	38,89	114,2	90,7	99,0	109,0	103,2
4819	41,00	42,27	22,23	41,43	36,73	109,3	85,0	94,6	102,0	97,7
Polar	38,67	51,20	20,83	39,83	37,63	106,4	102,9	88,7	98,0	99
Wz.; Control Akt	36,33	49,73	23,50	40,63	37,55	100	100	100	100	100

ARK — Akademia Rolnicza Kraków; University of Agriculture in Kraków

BOH — HR Strzelce, Oddział w Borowie; Plant Breeding Strzelce Ltd. Department Borowo

MAH — HR Strzelce, Oddział Małyszyn w Gorzowie Wlkp.; Plant Breeding Strzelce Ltd. Department Małyszyn in Gorzów Wlkp. / STH — Hodowla Roślin Strzelce, Zakład Główny; Plant Breeding Strzelce Ltd. Main Centre

Hodowla Roślin Strzelce podjęła próbę wyhodowania odmian o skróconym źdźble. Wyniki zostały przedstawione w tabelach 5–7. Są to odmiany nagoziarniste. Jako donora krótkiej słomy użyto odmiany Bandicot.

Obserwuje się duże zróżnicowanie pomiędzy cechami w badanych rodach. Największe różnice w plenności, wczesności, wysokości, obserwuje się między różnymi formami ojcowskimi użytymi do krzyżowań.

Wyniki przedstawione w tabelach 5–7 są obiecujące, dlatego zamierzamy włączyć dwa rodosy o najlepszych cechach do badań COBORU. Podjęto też próbę z krótkimi formami oplewionymi, o których więcej będzie można powiedzieć po przyszłorocznych zbiorach.

Należy podjąć badania nad odpowiednią agrotechniką w celu wykorzystania całego potencjału plonotwórczego form krótkich.

Tabela 7

Doświadczenie wstępne krótkosłome z owsem nagoziarnistym w 2002 roku
Short straw preliminary experiment with naked oat in the year 2002

Nr rodu Number of line	% wzorca % of control	Data kłoszenia Date of heading (06)	Wysokość roślin Plant height (cm)	Rdza Rust (1–9)*	Mączniak Powdery mildew (1–9)*	MTZ 1000 grain weight (g)	% ziaren oplewionych % of husked grain	Zawartość białka Protein content (%)	Zawartość tłuszczu Fat content (%)
6731	92,9	5	117	8,7	8,0	28,1	10	13,8	8,61
6843	105,0	6	121	9,0	8,7	28,8	2	13,5	9,59
6845	79,0	8	89	9,0	8,7	33,3	5	14,6	9,66
6853	99,9	6	105	9,0	8,7	30,2	1	12,9	9,43
6978	88,1	9	71	9,0	8,0	28,0	3	12,8	9,14
6993	107,4	7	74	9,0	9,0	22,5	4	13,0	9,07
6997	108,8	2	70	9,0	8,0	22,6	5	13,8	8,16
6998	96,2	12	76	9,0	8,0	22,7	15	14,4	9,62
7000	107,6	2	76	9,0	7,8	22,2	4	13,6	8,16
7031	74,6	12	69	9,0	8,0	30,0	19	14,2	9,13
7036	73,0	12	66	9,0	9,0	29,6	17	16,0	9,14
7056	70,7	10	77	9,0	9,0	30,3	17	16,7	10,60
7062	97,7	7	62	8,0	7,8	24,6	13	15,5	9,21
7091	111,1	6	63	7,0	8,0	23,7	3	12,1	9,82
7092	115,0	6	62	9,0	8,0	22,0	2	10,7	8,58
7098	113,6	5	65	7,3	7,3	23,4	10	12,0	8,92
4659	103,2	5	109	8,7	7,8	24,0	0	12,1	9,10
4819	97,7	6	119	8,0	8,0	29,1	1	14,7	9,49
Polar	99,0	5	106	5,3	6,7	23,9	2	12,2	9,48
Wzorzec									
Control	100	6	108	3,0	7,8	23,1	2	12,8	9,83
Akt									

*9 — Brak porażenia; Total resistance

*1 — Silne porażenie; No resistance

JAKIE SĄ PERSPEKTYWY HODOWLI OWSA W POLSCE?

Hodowla owsa w Polsce będzie zależała od wielu czynników. Po wejściu Polski do Unii Europejskiej, przy zaprzestaniu dofinansowania hodowli przez budżet państwa i braku ukierunkowania na określone rynki, perspektywa hodowli owsa jest trudna do przewidzenia

Co należy zrobić, aby podwyższyć efektywność uprawy owsa i wywołać wzrost zapotrzebowania na jego ziarno?

1. Zwiększyć wydajność odmian, co można osiągnąć poprzez:
 - podwyższenie genetycznego potencjału produktywności,
 - zmniejszenie wpływu ujemnych cech utrudniających jego realizację (np. podwyższyć odporność na choroby),
 - podjęcie prac nad wyprowadzeniem form odpornych na wirus BYDV i metod szybkiego wykrycia patogena. Najbardziej odporny jest *Avena macrostachya*, ale nie udało się jeszcze przenieść genów odporności.
 - wytworzenie form odpornych na suszę,
 - zwiększenie odporności na wyleganie.
2. Podwyższyć jakość ziarna poprzez:
 - podwyższenie zawartości białka i tłuszczu bez zmniejszania jego jakości i przy zachowaniu dobrej plenności,
 - modyfikację profili tłuszczowych w celu poprawienia jakości,
 - w nagoziarnistych zmniejszenie omszenia i zwiększenie ekspresji nagości,
 - opracowanie odpowiedniej agrotechniki. Plon ziarna, ilość białka i betaglukanu oraz masę ziarna można kontrolować przez odpowiednie nawożenie azotowe. Natomiast zawartość tłuszczu zależy od odmiany i warunków pogodowych.
 - hodowlę odmian o ziarnie dużym, dobrze wyrównanym z mniejszą zawartością łuski,
 - stosowanie techniki mapowania genów w celu identyfikacji genów odpowiedzialnych za ilość składników oraz wykorzystanie tej wiedzy w programach hodowlanych.
 - identyfikację innych składników w celu stworzenia nowych możliwości selekcji (np. antyoksydanty jak tokoferol i tokotrienol).
3. Hodowlę i uprawę odmian ukierunkować na określone rynki, spełniając ich wymagania:
 - przemysł spożywczy i farmaceutyczny, które preferują odmiany z dużą zawartością betaglukanu, zawierające specyficzne tłuszcze i antyoksydanty,
 - producenci karmy dla zwierząt preferują odmiany o niskiej zawartości betaglukanu i wysokiej zawartości tłuszczu i białka,
 - producenci mąki i kaszy poszukują odmian o niskiej zawartości tłuszczu z możliwością maksymalnego wykorzystania ziarna (duże ziarno z najmniejszą zawartością łuski).

LITERATURA

- Cyfert R. 2002. Lista Opisowa Odmian. 2002. Praca zbiorowa, COBORU, Słupia Wielka: 76 — 85.
- Kaczyński L., Lewandowska B., Najewski A., Zych J., Cyfert R. 2001. Syntezy wyników doświadczeń rejestrowych. Zboża jare. Zeszyt 9. COBORU, Słupia Wielka: 50 — 62.
- Lista Odmian Roślin Rolniczych. 2002. Centralny Ośrodek Badania Roślin Uprawnych, Słupia Wielka: 29.
- Lista Opisowa Odmian — Rośliny rolnicze. 2002 a. Praca zbiorowa. COBORU, Słupia Wielka: 76 — 85.

EDYTA PACZOS-GRZĘDA

Instytut Genetyki i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza, Lublin

Badania cytogenetyczne i molekularne mieszańców międzygatunkowych heksaploidalnego owsa *Avena sativa* L. × *Avena sterilis* L. oraz form wyjściowych

Cytogenetic and molecular analyses of interspecific hybrids of the hexaploid oat *Avena sativa* L. × *Avena sterilis* L. and initial forms

W celu potwierdzenia mieszańcowego pochodzenia badanych kombinacji *Avena sativa* L. × *Avena sterilis* L. wykorzystano metodę RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). Zidentyfikowano fragmenty DNA nieobecne u odmian matecznych, ale amplifikowane zarówno u formy ojcowskiej, jak i mieszańca. Mieszańce i formy rodzicielskie poddano analizie cytologicznej, w której uwzględniono konfiguracje chromosomów w metafazie I, częstotliwość chromosomów opóźnionych i mostów chromatydowych w anafazie I, frekwencję mikrojąder w tetradach oraz żywotność i wymiary ziaren pyłku. W metafazie I u żadnej z analizowanych form nie obserwowano uniwalentów i multiwalentów. Biwalenty miały najczęściej kształt pierścieni, rzadziej prętów. W anafazie I występowały chromosomy opóźnione i mosty chromatydowe, a ich frekwencja była wyższa u mieszańców niż u form rodzicielskich. Badane formy charakteryzowały się wysokim udziałem tetrad bez mikrojąder. U wszystkich mieszańców, z wyjątkiem Dragon × *A. sterilis*, na jedną tetradę przypadało średnio więcej mikrojąder niż u form wyjściowych. Stwierdzono, że pomimo różnic pod względem frekwencji chromosomów opóźnionych i mostów chromatydowych w anafazie I oraz mikrojąder w tetradach, wszystkie analizowane formy tworzyły pyłek o bardzo wysokim udziale ziaren żywotnych.

Słowa kluczowe: *Avena sativa* L., *Avena sterilis* L., mejoza, mieszańce międzygatunkowe, RAPD

The RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) method was used to confirm the hybrid character of *Avena sativa* L. × *Avena sterilis* L. crosses. DNA fragments amplified in the hybrids and paternal forms, but not observed in cultivars, were identified. Configurations of chromosomes at metaphase I, frequency of lagging chromosomes and chromatid bridges at anaphase I, occurrence of micronuclei at tetrads, viability and size of pollen grains in the hybrids and parental forms were analyzed. Univalents and multivalents were not observed at metaphase I PMC. Bivalents were generally of ring shape and occasionally of rod. The hybrids, as compared with parental forms, were characterized by the higher frequencies of lagging chromosomes and chromatid bridges. Tetrads without micronuclei predominated in all the analyzed forms. Interspecific crosses, except Dragon × *A. sterilis*, had a greater number of micronuclei per tetrad than initial forms. Despite the differences in the occurrence of lagging chromosomes, chromatid bridges and tetrads with micronuclei, the pollen viability in the examined material was very high.

Key words: *Avena sativa* L., *Avena sterilis* L., interspecific hybrids, meiosis, RAPD

WSTĘP

Rodzaj *Avena* obejmuje trzy grupy kariologiczne o 14, 28 i 42 chromosomach (Rajhathy i Thomas, 1974). Analizowane w pracy gatunki *Avena sativa* L. i *Avena sterilis* L. są heksaploidami ($2n = 6x = 42$). Na podstawie strukturalnego podobieństwa chromosomów oraz koniugacji chromosomów w mieszańcach skład genomowy wszystkich heksaploidów został opisany przez Rajhathy i Morisona (1959) jako AACCCD. Badania z wykorzystaniem hybrydyzacji *in situ* przeprowadzone przez Linaresa i wsp. (1998) również wykazały obecność trzech zestawów chromosomów i potwierdziły, że gatunki o 42 chromosomach są alloheksaploidami. Jednakże wyniki genomowej hybrydyzacji *in situ* (GISH) uzyskane przez Chena i Armstronga (1994) oraz Leggetta i Markhanda (1995) wskazały na istnienie dużego podobieństwa na poziomie DNA pomiędzy chromosomami genomów A i D heksaploidów. Autorzy zaproponowali oznaczenie składu genomowego tej grupy kariologicznej jako AAA'A'CC, co wskazywałoby na to, że gatunki te są zmodyfikowanymi autoalloheksaploidami.

Z uwagi na obecność bardzo silnego mechanizmu kontroli biwalentnej koniugacji heksaploidy z rodzaju *Avena* cytologicznie zachowują się jak diploidy tworząc w mejozie 21 biwalentów. Azel (1974) oraz Ansari i Thomas (1983) sugerują, że chromosomy heksaploidalnego owsa, podobnie jak u pszenicy, można przyporządkować do 7 grup homeologicznych. Przynależność chromosomów do poszczególnych grup nie została dotychczas ostatecznie określona (Kianian i in., 1997).

Do analizy genomu gatunków z rodzaju *Avena* wielokrotnie wykorzystano metodę RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*). Stosując tę technikę zidentyfikowano markery sprzężone z *loci* odporności na rdzę koronową i żdźbłową (Penner i in., 1993 a, b), niewrażliwości na długość dnia (Wight i in., 1994), warunkującymi długi czas spoczynku ziarniaków (Fennimore i in., 1999). Metodę RAPD wykorzystano również do oceny polimorfizmu międzyodmianowego owsa (Zhu i in., 1999), pokrewieństwa pomiędzy gatunkami o różnym poziomie ploidalności w obrębie rodzaju *Avena* (Loscutov i Perchuk, 2000), a także do potwierdzenia mieszańcowego charakteru kombinacji *A. sterilis* × *A. fatua* (Cavan i in., 1998).

Celem pracy były analizy molekularne i cytogenetyczne mieszańców międzygatunkowych F₂ *A. sativa* × *A. sterilis* oraz form rodzicielskich. Metodę RAPD wykorzystano do potwierdzenia mieszańcowego pochodzenia uzyskanych kombinacji *A. sativa* × *A. sterilis* oraz określono jej przydatność do identyfikacji mieszańców międzygatunkowych owsa. W analizie cytogenetycznej uwzględniono konfiguracje chromosomów w metafazie I, częstotliwość chromosomów opóźnionych i mostów w anafazie I, frekwencję mikrojąder w tetradach oraz żywotność i wymiary ziaren pyłku.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem pracy były uzyskane w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie mieszańce międzygatunkowe F₂ heksaploidalnego owsa:

- *Avena sativa* L. odm. Borys × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Dragon × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Farys × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Góral × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Komes × *Avena sterilis* L. oraz formy rodzicielskie.

Wstępnym etapem analiz molekularnych była ekstrakcja DNA przeprowadzona metodą Milligana (1992) w dwóch powtórzeniach dla każdego genotypu z pięciu koleotypyli kilkudniowych siewek. Stężenie wyizolowanego DNA określano spektrofotometrycznie stosując GeneQuandt (Pharmacia). Amplifikację markerów RAPD przeprowadzono zmodyfikowaną metodą Williamsa i wsp. (1990). W skład mieszaniny reakcyjnej wchodziły: 1 × bufor do PCR (Fermentas, Litwa), 100 µM każdego dNTP, 300–450 nM startera, 2,5mM MgCl₂, 40 ng genomowego DNA, 0,4–0,43 U *Taq* DNA Polymerase (Fermentas, Litwa). Reakcje amplifikacji wykonywano dla dwóch prób DNA z każdego genotypu, jednocześnie prowadząc reakcję kontrolną bez matrycy DNA. Mieszaninę reagentów pokrywano kroplą oleju mineralnego (Sigma). Reakcję prowadzono na termocyklerze Thermal Cycler 480 (Perkin-Elmer) stosując następujący profil termiczny: wstępna denaturacja przez 2 min. w 95°C, 45 cykli: 94°C — 45 s, 37°C — 45 s, 72°C — 45 s, z końcową inkubacją 10 min. w 72°C. Uzyskane produkty rozdzielano na 1,5% żelu agarozowym z 0,01% EtBr w buforze TBE przez 2 h przy napięciu 100V. Rozdzielone fragmenty DNA stawały się widoczne po podświetleniu żelu na transiluminatorze UV. W celu dokumentacji wyników uzyskany obraz fotografowano na filmach Polaroid. Masę prążków określano porównując je z markerem wielkości GeneRuler™ 100bp DNA Ladder Plus (Fermentas, Litwa) wykorzystując program Dnafrag wersja 3.03.

Materiał do analizy mejozy pobierano przed kłoszeniem z pięciu roślin każdej z badanych form, zaś do badań żywotności i wymiarów ziaren pyłku w fazie kwitnienia. Młode wiechy i pylniki utrwalano bezpośrednio po pobraniu w roztworze Carnoya, a po upływie 24 h przenoszono do 70–75% alkoholu etylowego i przechowywano w temp. +4°C. Wykonywano preparaty rozmazowe w 2% roztworze acetokarminu. W ponad 100 KMP każdej z analizowanych form określano liczbę biwalentów w postaci pierścieni i prętów w metafazie I. W anafazie I obserwowano częstotliwość chromosomów opóźnionych i mostów chromatydowych w około 100 komórkach każdej formy. Analizując co najmniej 2500 tetrad określano frekwencję mikrojąder u wszystkich form mieszańcowych i rodzicielskich. W dojrzałych pylnikach każdej formy analizowano po 3000 ziaren pyłku. Na podstawie wypełnienia ziaren cytoplazmą klasyfikowano je do trzech grup. Do pierwszej z nich zaliczono pyłek całkowicie wypełniony (75–100%), do drugiej pyłek częściowo wypełniony (75–25%), a do trzeciej pusty, w którym cytoplazma stanowiła mniej niż 25% objętości ziarna. Pyłek całkowicie wypełniony cytoplazmą traktowano jako żywotny. U wszystkich analizowanych form określano długość i szerokość 50 ziaren pyłku. Pomiarów wykonano pod mikroskopem przy powiększeniu 8 × 40 posługując się okulariem z podziałką i mikrometrem przedmiotowym. Analizy cytologiczne przeprowadzano pod mikroskopem świetlnym Zeiss. Fotografie obiektów cytologicznych zamieszczone

w pracy wykonano przy pomocy mikroskopu Jenawal GF-PA i przystawki do mikrofotografii mf-AKS Automatic MOT-2.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej wykorzystując program opracowany przez Ośrodek Informatyki Akademii Rolniczej w Lublinie. Zastosowano test F-Snedecora. W celu stwierdzenia istotności różnic pomiędzy obiektami wykorzystano wielokrotne przedziały ufności Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

W przedstawionej pracy analizowano mieszańce uzyskane w wyniku krzyżowania 5 polskich odmian *Avena sativa* z jednym genotypem dzikiego gatunku *Avena sterilis*. W celu potwierdzenia mieszańcowego pochodzenia badanych kombinacji *A. sativa* × *A. sterilis* zastosowano metodę RAPD. Poszukiwano starterów generujących takie fragmenty DNA, które nie były obecne u odmian matecznych, ale ulegały amplifikacji zarówno u formy ojcowskiej, jak i mieszańca. Spośród 84 analizowanych starterów wyselekcjonowano dwa spełniające powyższe kryterium: G-10 i T-04. U mieszańców i formy ojcowskiej zidentyfikowano 4 prążki niewystępujące u odmian oraz 1 prążek, który w kombinacjach mieszańcowych, podobnie jak u *A. sterilis*, charakteryzował się silniejszą amplifikacją aniżeli u odmian. Analiza polimorfizmu RAPD potwierdziła mieszańcowe pochodzenie badanych form. Najwięcej, bo aż 3 prążki charakterystyczne dla gatunku ojcowskiego, a nieobecne w odmianie matecznej stwierdzono w kombinacji Komes × *A. sterilis*, dwa u Borys × *A. sterilis* i 'Farys × *A. sterilis*, zaś po jednym u Dragon × *A. sterilis* i Góral × *A. sterilis* (tab. 1).

Tabela 1

Identyfikacja fragmentów DNA potwierdzających mieszańcowe pochodzenie badanych form Identification of DNA fragments confirming the hybrid origin of the analyzed forms

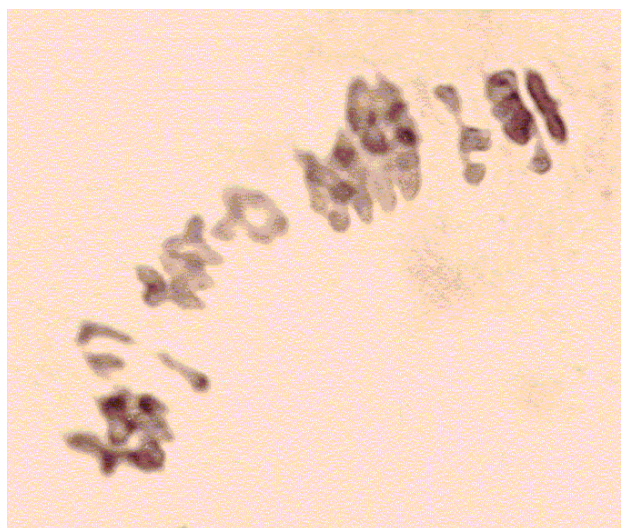
Starter Primer	Wielkość fragmentu Size of fragment (bp)	Borys × <i>A. sterilis</i>	Dragon × <i>A. sterilis</i>	Farys × <i>A. sterilis</i>	Góral × <i>A. sterilis</i>	Komes × <i>A. sterilis</i>
G-10	1067		+	+	+	+
	921					+
	742			+		+
T-04	1685	+	+	+	+	+
	761	+				

* — Wzrost intensywności prążka/ * — Band intensity increase

Liczne badania dowodzą, że metoda RAPD może służyć jako źródło markerów specyficznych chromosomowo, genomowo lub gatunkowo (Wang i in., 1995; Wei i in., 1995). Kresovich i wsp. (1992) stwierdzili, że markery molekularne są niezastąpionym narzędziem w identyfikacji genotypów. Zastosowanie metody RAPD do ustalania mieszańcowego pochodzenia badanych materiałów częściowo ogranicza zjawisko współzawodnictwa startera o matrycę. Halldén i wsp. (1996) odnotowali spadek liczby wykrywanych prążków potwierdzających mieszańcowy charakter analizowanych form. Autorzy obserwowali również powstawanie dodatkowych niespecyficznych fragmentów DNA. Występowanie prążków niespecyficznych wyjaśniano obecnością mutacji, bądź rekombinacji.

binacji w obrębie miejsca przyłączania startera lub powielanego regionu oraz tworzeniem heterodupleksów pomiędzy fragmentami o innej ruchliwości na żelu niż homodupleksy. Stammers i wsp. (1995) zwrócili ponadto uwagę na zjawisko konwergencji lub homoplazji polegające na tym, że prążki o podobnej ruchliwości w żelu mogą pochodzić z niehomologicznych sekwencji DNA. Ponieważ pojawiały się również zastrzeżenia do powtarzalności metody RAPD m.in. Skroch i Nienhuis (1995) przeprowadzili eksperyment, w którym stwierdzili, że warunkiem uzyskania powtarzalnych wyników jest ścisła kontrola warunków reakcji, reagentów, a także selekcja starterów generujących stabilne wzory prążków. Uwzględniając powyższe zastrzeżenia, w badaniach własnych, do potwierdzenia mieszańcowego charakteru kombinacji *A. sativa* × *A. sterilis*, spośród testowanych starterów wybrano tylko dwa, które generowały stabilne fragmenty DNA charakterystyczne jednocześnie dla formy ojcowskiej, jak i określonych kombinacji mieszańcowych.

U mieszańców pokolenia F₂ i form wyjściowych przeprowadzono obserwacje zachowania się chromosomów w mejozie. Analizowano m.in. konfiguracje chromosomów w metafazie I. Rajhathy i Thomas (1974) oraz Singh i Kolb (1991) wskazują na trudności w analizowaniu tego stadium u owsa ze względu na zbyt ściśle ułożenie chromosomów w płytce metafazowej i problemy w uzyskaniu komórek z dobrymi rozkładami chromosomów. W badanym w niniejszej pracy materiale obserwowano na tyle wyraźne płytki metafazowe, że możliwe było określenie kształtu biwaleńców (rys. 1).



Rys. 1. Mieszaniec Kome × *A. sterilis*. Metafaza I, 18 biwaleńców w kształcie pierścieni i 3 pręty
Fig. 1. Komes × *A. sterilis* hybrid. Metaphase I, 18 ring bivalents and 3 rods

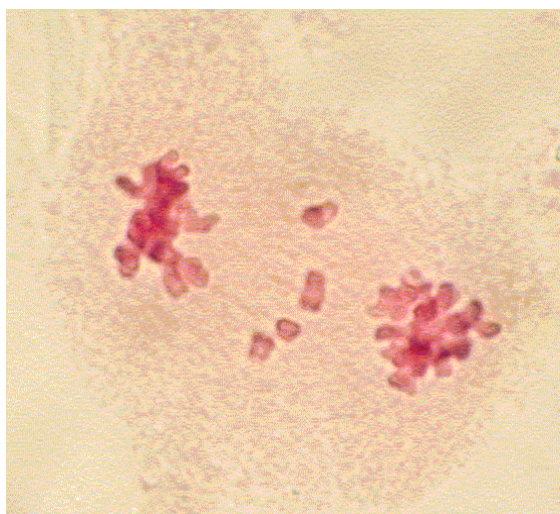
U wszystkich analizowanych form biwaleńcy występowały najczęściej w postaci pierścieni, rzadziej prętów. U form matecznych średnio na jedną komórkę przypadało 19,74

biwalentów w postaci pierścieni i 1,26 prętów. U *A. sterilis* stwierdzono 19,56 biwalentów pierścieniowych i 1,44 prętów. W komórkach mieszańców obserwowano średnio 19,20 pierścieni oraz 1,80 biwalentów w kształcie pręta. W porównaniu z odmianami matecznymi u wszystkich mieszańców obserwowano mniej biwalentów w postaci pierścieni i więcej prętów, a różnica ta była istotna w przypadku kombinacji Góral $\times$ *A. sterilis* (tab. 2). U żadnej z analizowanych form nie obserwowano uniwalentów i multiwalentów. McMullen i wsp. (1982) analizując przebieg mikrosporogenezy u mieszańców międzygatunkowych F_1 *A. sativa* $\times$ *A. sterilis* nie określali kształtu biwalentów w metafazie I. Autorzy obserwowali uniwalenty i multiwalenty. Częstotliwość uniwalentów u mieszańców wzrastała w metafazie I w porównaniu do diakinezy, co według autorów wskazuje na desynapsis, czyli przedwczesne zanikanie chiazm. Według Rajhathy i Thomasa (1974) u owsa, analogicznie do pszenicy, występowanie multiwalentów wskazuje na supresję genu (-ów) odpowiedzialnych za kontrolę koniugacji homologów lub obecność wzajemnych translokacji. McMullen i wsp. (1982) stwierdzili również, że frekwencja uniwalentów i multiwalentów w mieszańcach międzygatunkowych zależała od genotypu *A. sterilis* wykorzystanego do krzyżowania z odmianami *A. sativa*. Autorzy zasugerowali, że niemal wyłącznie biwalentna koniugacja w niektórych kombinacjach mieszańcowych wskazuje na wysoką homologię poszczególnych genotypów *A. sterilis* z odmianami *A. sativa*. Na podstawie regularności mejozy mieszańców F_1 *A. sativa* $\times$ *A. sterilis* również Sereno-Tavares i wsp. (1992) stwierdzili wysoką homologię pomiędzy badanymi genotypami, a w konsekwencji dużą łatwość introgresji cech z *A. sterilis* do *A. sativa*. McMullen i wsp. (1982) podkreślają znaczenie doboru do krzyżowań genotypów o regularnej mejozie, co ułatwia transfer genów u mieszańców międzygatunkowych.

W mieszańcach i formach wyjściowych studiowano anafazę I mejozy. We wszystkich kombinacjach mieszańcowych chromosomy opóźnione obserwowano częściej niż u obu form rodzicielskich (rys. 2). Jedynie u mieszańców Góral $\times$ *A. sterilis* i Komes $\times$ *A. sterilis* różnica ta była statystycznie istotna w odniesieniu do form matecznych (tab. 2). U wszystkich analizowanych form obserwowano nieliczne mosty chromatydowe. U odmian występowało mniej tego typu aberracji chromosomowych niż u *A. sterilis*. Średnia liczba mostów w komórkach mieszańców wahała się od 0,132 u Dragon $\times$ *A. sterilis* do 0,182 u Komes $\times$ *A. sterilis*. U mieszańców mosty chromatydowe występowały częściej niż u obu form rodzicielskich, ale stwierdzone różnice nie były istotne (tab. 2). Studiując anafazę I mejozy u mieszańców *A. sativa* $\times$ *A. sterilis* McMullen i wsp. (1982) zaobserwowali, że częstotliwość chromosomów opóźnionych i mostów w poszczególnych kombinacjach była zróżnicowana i zależała od genotypu *A. sterilis* wykorzystanego do krzyżowań. W badaniach własnych największą częstotliwość chromosomów opóźnionych i mostów obserwowano u mieszańców Komes $\times$ *A. sterilis* i Góral $\times$ *A. sterilis*. W wyżej wymienionych kombinacjach stwierdzono jednocześnie najmniejszą liczbę biwalentów w postaci pierścieni (tab. 2).

Metafaza I i anafaza I w KMP oraz częstotliwość mikrojąder w tetradach mieszańców *A. sativa* × *A. sterilis* i form wyjściowych
Metaphase I, anaphase I and the frequency of micronuclei in tetrads of interspecific hybrids *A. sativa* × *A. sterilis* and initial forms

Formy wyjściowe Mieszańce Initial forms Hybrids	Biwalenty Bivalents				Średnia liczba chromosomów opóźnionych Mean number of lagging chromosomes	Średnia liczba mostów chromatydowych Mean number of chromatid bridges	% tetrad % of tetrads					Średnia liczba mikrojąder w tetradzie Mean number of micronuclei per tetrad
	pierścienie rings		pręty rods				bez mikro- jąder without micro- nuclei	z 1 mikro- jądrem with 1 micro- nucleus	z 2 mikro- jądrami with 2 micro- nuclei	z 3 mikro- jądrami with 3 micro- nuclei	z większą liczbą mikrojąder with higher number of micronuclei	
	liczba number	%	liczba number	%								
formy mateczne maternal forms												
Borys	19,60	93,34	1,40	6,66	0,104	0,056	97,93	1,64	0,31	0,08	0,04	0,03
Dragon	19,99	95,21	1,01	4,79	0,112	0,058	97,54	2,24	0,22	0,00	0,00	0,03
Farys	19,78	94,17	1,22	5,83	0,050	0,070	97,67	1,58	0,33	0,33	0,10	0,04
Góral	19,99	95,19	1,01	4,81	0,046	0,064	98,34	1,29	0,24	0,04	0,08	0,03
Komes	9,34	92,08	1,66	7,92	0,164	0,094	95,56	2,62	0,80	0,36	0,66	0,08
Średnia Mean	19,74	94,00	1,26	6,00	0,095	0,068	97,41	1,87	0,38	0,16	0,18	0,04
forma ojcowska paternal form												
<i>A. sterilis</i>	19,56	93,14	1,44	6,86	0,254	0,106	96,59	1,97	0,94	0,43	0,08	0,06
mieszańce hybrids												
Borys × <i>A. sterilis</i>	19,52	92,96	1,48	7,04	0,282	0,154	98,46	1,30	0,19	0,05	0,00	0,02
Dragon × <i>A. sterilis</i>	19,64	93,54	1,36	6,46	0,266	0,132	94,31	2,33	1,41	0,84	1,11	0,12
Farys × <i>A. sterilis</i>	19,08	90,88	1,92	9,12	0,350	0,134	92,72	4,12	1,58	0,44	0,52	0,12
Góral × <i>A. sterilis</i>	18,72	89,14	2,28	10,86	0,490	0,176	92,91	3,27	1,58	1,24	1,00	0,14
Komes × <i>A. sterilis</i>	19,04	90,66	1,96	9,34	0,538	0,182	84,79	5,48	4,55	2,04	3,14	0,38
Średnia Mean	19,20	91,44	1,80	8,56	0,385	0,156	92,64	3,30	1,86	0,92	1,15	0,16
NIR (p = 0,05) LSD (p = 0,05)	1,19	5,67	1,19	5,67	0,323	—	4,63	3,24	1,94	0,97	1,81	0,12



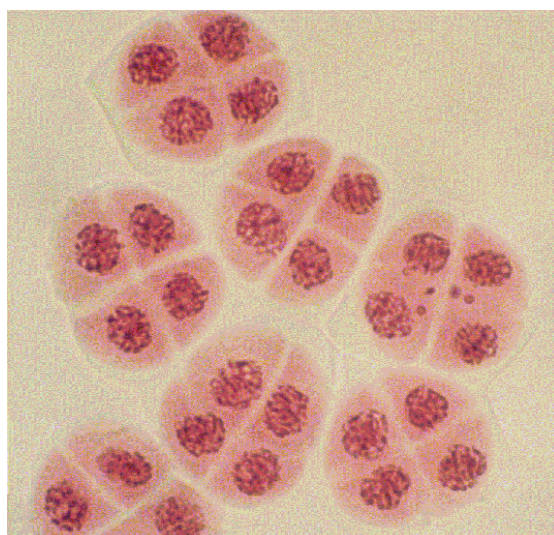
Rys. 2. Mieszaniec Komes $\times$ *A. sterilis*. Anafaza I, widoczne chromosomy opóźnione
Fig. 2. Komes $\times$ *A. sterilis* hybrid. Anaphase I with lagging chromosomes

Wszystkie badane formy charakteryzowały się wysoką frekwencją tetrad nie zawierających mikrojąder (rys. 3). U analizowanych odmian średnia liczba tetrad bez mikrojąder wynosiła 97,41%. U gatunku ojcowskiego tetrady nie zawierające mikrojąder stanowiły 96,59%. Ilość tetrad bez zaburzeń u mieszańców wynosiła średnio 92,64%, była najniższa u Komes $\times$ *A. sterilis* (84,79%), a najwyższa u Borys $\times$ *A. sterilis* (98,46%). We wszystkich kombinacjach mieszańcowych, z wyjątkiem Borys $\times$ *A. sterilis*, frekwencja tetrad nie zawierających mikrojąder była niższa od obu form rodzicielskich. W porównaniu z odmianami wyjściowymi istotnie mniej tetrad bez mikrojąder stwierdzono w kombinacjach Farys $\times$ *A. sterilis*, Góral $\times$ *A. sterilis* i Komes $\times$ *A. sterilis*. Mieszańce Komes $\times$ *A. sterilis* charakteryzowały się również istotnie niższą liczbą tetrad bez mikrojąder aniżeli forma ojcowska (tab. 2).

U analizowanych odmian tetrady z jednym mikrojądrem stanowiły średnio 1,87%, zaś u *A. sterilis* 1,97%. Wszystkie mieszańce, z wyjątkiem kombinacji Borys $\times$ *A. sterilis* wytwarzały więcej tego typu tetrad niż formy rodzicielskie. Średnio udział tetrad z jednym mikrojądrem wynosił u mieszańców 3,3%. Najwyższą częstotliwość takich tetrad obserwowano w kombinacji Komes $\times$ *A. sterilis*. Tetrad z jednym mikrojądrem było w tej kombinacji istotnie więcej niż u gatunku ojcowskiego. W analizowanym materiale frekwencja tetrad z 2, 3 lub większą liczbą mikrojąder była niewielka, ale u wszystkich mieszańców, z wyjątkiem kombinacji Borys $\times$ *A. sterilis*, wzrosła w porównaniu z formami rodzicielskimi (tab. 2).

U form matecznych średnio na jedną tetradę przypadało 0,04 mikrojądra, u *A. sterilis* 0,06, zaś u mieszańców 0,16. W porównaniu do form wyjściowych we wszystkich kombinacjach, z wyjątkiem Borys $\times$ *A. sterilis*, stwierdzono większą średnią liczbę mikrojąder przypadających na jedną tetradę. Różnica ta była istotna jedynie u mieszańców

Komes $\times$ *A. sterilis* (tab. 2). W badaniach McMullena i wsp. (1982) u analizowanych odmian i linii *A. sativa* oraz genotypów *A. sterilis* średnio na tetradę przypadało 0,02 mikrojądra, zaś u mieszańców aż 1,17. W badaniach własnych najwięcej mikrojąder w tetradach (średnio 0,38 / tetradę) obserwowano w kombinacji Komes $\times$ *A. sterilis*. U mieszańców tej kombinacji występowało również najwięcej chromosomów opóźnionych i mostów chromatydowych (tab. 2). McMullen i wsp. (1982) uważają, że łatwa do przeprowadzenia ocena częstotliwości występowania mikrojąder w tetradach może być użytecznym miernikiem zaburzeń w mejozie u heksaploidalnego owsa.



Rys. 3. Mieszaniec Dragon $\times$ *A. sterilis*. Widoczne mikrojądra w tetradach
Fig. 3. Dragon $\times$ *A. sterilis* hybrid. Tetrads with micronuclei

W badaniach własnych zaobserwowano, że pomimo różnic pod względem frekwencji chromosomów opóźnionych, mostów chromatydowych w anafazie I oraz mikrojąder w tetradach wszystkie analizowane formy tworzyły pyłek o bardzo wysokim udziale ziaren żywotnych. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w żywotności pyłku zarówno pomiędzy odmianami, gatunkiem *A. sterilis*, jak i mieszańcami pokolenia F₂. Procentowy udział pyłku nieżywotnego, obejmującego pyłek częściowo wypełniony cytoplazmą i pusty, był w badanych obiektach bardzo niski, a różnice pomiędzy formami okazały się nieistotne (tab. 3). Chen i wsp. (1977) wykazali zależność pomiędzy ilością żywotnego pyłku, a zakłóceniami w podziałach mejotycznych. Według Autorów konsekwencją zaburzeń w mejozie jest powstawanie gamet o obniżonej żywotności, co ujemnie wpływa na płodność roślin. Rogalska (1976) analizując mieszańce oktoploidalnego pszenżyta z heksaploidalną pszenicą stwierdziła, że żywotność pyłku była skorelowana z regularnością mejozy. Z kolei Chrzastek (1995) badając linie addycyjne *T. aestivum* cv. Grana — *S. cereale* cv. Dańkowskie Złote wykazała, że linia 7R pomimo regularnego przebiegu mejozy tworzyła bardzo mało żywotnego pyłku.

Tabela 3

Żywotność i wymiary ziaren pyłku mieszańców *A. sativa* × *A. sterilis* oraz form wyjściowych
Viability and size of pollen grains in hybrids *A. sativa* × *A. sterilis* and initial forms

Formy wyjściowe Mieszańce Initial forms Hybrids	Pyłek żywotny Viable pollen grains		Pyłek nieżywotny Unviable pollen grains				Wymiary ziaren pyłku Size of pollen grains	
	całkowicie wypełniony cytoplazmą fully filled up with cytoplasm		częściowo wypełniony cytoplazmą partly filled up with cytoplasm		pusty not filled up with cytoplasm		średnia długość mean length (µm)	średnia szerokość mean width (µm)
	liczba number	%	liczba number	%	liczba number	%		
formy mateczne maternal forms								
Borys	2930	97,67	8	0,26	62	2,07	52,74	47,62
Dragon	2978	99,26	2	0,07	20	0,70	52,25	46,56
Farys	2942	98,07	4	0,13	54	1,80	52,90	46,18
Góral	2957	98,57	5	0,17	38	1,27	52,52	46,01
Komes	2984	99,47	4	0,13	12	0,40	50,51	45,53
Średnia Mean	2958	98,61	5	0,15	37	1,25	52,18	46,38
forma ojcowska paternal form								
<i>A. sterilis</i>	2967	98,90	4	0,13	29	0,97	53,22	47,26
mieszańce hybrids								
Borys × <i>A. sterilis</i>	2962	98,73	8	0,27	30	1,00	57,97	50,83
Dragon × <i>A. sterilis</i>	2978	99,27	12	0,40	10	0,33	56,30	49,94
Farys × <i>A. sterilis</i>	2954	98,47	19	0,63	27	0,90	50,42	45,66
Góral × <i>A. sterilis</i>	2949	98,30	20	0,67	31	1,03	52,42	47,56
Komes × <i>A. sterilis</i>	2957	98,57	19	0,63	24	0,80	51,96	47,18
Średnia Mean	2960	98,67	16	0,52	24	0,81	53,81	48,23
NIR/LSD (p = 0,05)	—	—	—	—	—	—	2,82	3,15

Gornall (1977) analizował rozmiary ziaren pyłku u 13 gatunków z rodzaju *Avena*, w tym 3 heksaploidów (*A. fatua*, *A. sativa* i *A. sterilis*). Autor określał najdłuższą przekątną ziaren pyłku. Obserwowana wielkość wynosiła średnio u *A. sativa* 47,3 µm, zaś u *A. sterilis* 44,6 µm. Katsiotis i Forsberg (1995) zauważyli, że długość i szerokość ziaren pyłku owsa są ze sobą wysoce skorelowane. Średnie wymiary ziaren u 8 odmian *A. sativa* wynosiły 47,0 × 40,1 µm. Badając wymiary pyłku diploidów, tetraploidów, heksaploidów i syntetycznych oktoploidów Autorzy stwierdzili, że w rodzaju *Avena*, podobnie jak u innych rodzajów, wielkość ziaren pyłku jest pozytywnie skorelowana z liczbą chromosomów. Autorzy nie obserwowali wyraźnego zróżnicowania w rozmiarach pomiędzy gatunkami na jednym poziomie ploidalności. Średnie wymiary pyłku badanych w pracy odmian owsa zwyczajnego były wyższe od obserwowanych przez Katsiotisa oraz Forsberga i wynosiły 52,18 × 46,38 µm, natomiast u *A. sterilis* 53,22 × 47,26 µm. Ziarna pyłku form mieszańcowych miały średnio większe wymiary niż formy rodzicielskie (53,81 × 48,23 µm). Spośród wszystkich analizowanych form największymi ziarnami pyłku charakteryzowała się kombinacja Borys × *A. sterilis* (57,97 × 50,83 µm), a najmniejszymi Farys × *A. sterilis* (50,42 µm × 45,66 µm) (tab. 3).

WNIOSKI

1. Metoda RAPD może być stosowana do potwierdzania mieszańcowego pochodzenia kombinacji *A. sativa* × *A. sterilis*.
2. U mieszańców międzygatunkowych i form wyjściowych w metafazie I nie obserwowano uniwalentów i multiwalentów. Biwalenty miały najczęściej kształt pierścieni, rzadziej prętów.
3. W anafazie I u wszystkich analizowanych form obserwowano chromosomy opóźnione i mosty chromatydowe. U mieszańców stwierdzono wyższą niż u obu form rodzicielskich frekwencję chromosomów opóźnionych i mostów.
4. Żywotność pyłku mieszańców była zbliżona do form wyjściowych, chociaż więcej zaburzeń w mejozie w postaci chromosomów opóźnionych, mostów chromatydowych i mikrojąder w tetradach obserwowano w kombinacjach mieszańcowych.

LITERATURA

- Ansari N., Thomas H. 1983. A study of homologous relationships in the cultivated oat *Avena sativa* ($2n = 6x = 42$). Theor. Appl. Genet. 66: 303 — 305.
- Azel A. 1974. Die Homologie der Chromosomen 2, 15 und 21 von Hafer, *Avena sativa* L. Z. Pflanzenzüchtung 71: 12 — 24.
- Cavan G., Biss P., Moss S. R. 1998. Herbicide resistance and gene flow in wild-oats (*Avena fatua* and *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana*). Ann. Appl. Biol. 133: 207 — 217.
- Chen C., Qualset C. O., Stanford R. H. 1977. Meiotic studies of secondary 42 — chromosome Triticales. Bot. Bull. Acad. Sinica. 18. 2: 89 — 99.
- Chen Q., Armstrong K. 1994. Genomic *in situ* hybridization in *Avena sativa*. Genome 37: 607 — 612.
- Chrzastek M. 1995. Koniugacja chromosomów w metafazie I i żywotność pyłku w liniach addycyjnych *T. aestivum* L. odm. Grana — *S. cereale* L. odm. Dańkowskie Złote. Biul. IHAR 194: 21 — 27.
- Fennimore S. A., Nyquist W. E., Shaner G. E., Doerge R. W., Foley M. E. 1999. A genetic model and molecular markers for wild oat (*Avena fatua* L.) seed dormancy. Theor. Appl. Genet. 99: 711 — 718.
- Gornall R. J. 1977. Notes on the size and exine ornamentation of *Avena* pollen grains. Can. J. Bot. 55(20): 2622 — 2629.
- Halldén C., Hansen M., Nilsson N.O., Hjerdin A., Säll T. 1996. Competition as a source of errors in RAPD analysis. Theor. Appl. Genet. 93: 1185 — 1192.
- Katsiotis A., Forsberg R. A. 1995. Pollen grain size in four ploidy levels of genus *Avena*. Euphytica 83: 103 — 108.
- Kianian S. F., Wu B.-Ch., Fox S. L., Rines H. W., Phillips R. L. 1997. Aneuploid marker assignment in hexaploid oat with the C genome as a reference for determining remnant homeology. Genome 40: 386 — 396.
- Kresovich S., Williams J. G. K., McFerson J. R., Routman E. J., Schaal B. A. 1992. Characterization of genetic identities and relationships of *Brassica oleracea* L. via random amplified polymorphic DNA assay. Theor. Appl. Genet. 85: 190 — 196.
- Ladizinsky G. 1970. Chromosomal rearrangements in hexaploid oats. Heredity 25: 457 — 461.
- Leggett J. M., Markhand G. S. 1995. The genomic structure of *Avena* revealed by GISH. Kew Chromosome Conf. IV: 133 — 139.
- Linares C., Ferrer E., Fominaya A. 1998. Discrimination of the closely related A and D genomes of the hexaploid oat *Avena sativa* L. Proc. Natl. Acad. Sci. 95: 12450 — 12455.
- Loskutov I. G., Perchuk I. N. 2000. Evaluation of interspecific diversity in *Avena* genus by RAPD analysis. Oat Newslett. 46.
- McMullen M. S., Phillips R. L., Stuthman D. D. 1982. Meiotic irregularities in *Avena sativa* L. / *A. sterilis* L. hybrids and breeding implications. Crop Sci. 22: 890 — 897.

- Milligan B. G. 1992. Plant DNA isolation. In: Molecular analysis of populations: a practical approach. IRL Press, Oxford, UK: 59 — 88.
- Penner G. A., Chong J., Levesque-Lemay M., Molnar S. J., Fedak G. 1993 a. Identification of RAPD marker linked to the oat stem rust gene *Pg3*. Theor. Appl. Genet. 85: 702 — 705.
- Penner G. A., Chong J., Wight C. P., Molnar S. J., Fedak G. 1993 b. Identification of RAPD marker for the crown rust resistance gene *Pc68* in oats. Genome 36: 818 — 820.
- Rajhathy T., Thomas H. 1974. Cytogenetics of oats (*Avena L.*). Misc. Publ. Genet. Soc. Ottawa, ON.
- Rajhathy T., Morrison J. W. 1959. Chromosome morphology in the genus *Avena*. Canad. J. Botany, 37: 331 — 337.
- Rogalska S. 1976. Observations on the course of meiosis in the pollen cells of the F₂ hybrids obtained from a cross of octoploid wheat-rye (*Triticale*) with hexaploid wheat *T. aestivum*. Genet. Pol. 17: 517 — 522.
- Sereno-Tavares M. J., Bodanese-Zanettini M., Carvalho F., Matsumara A. 1992. Variability in *A. sativa*, *A. sterilis* and their hybrids: morphologic, cytogenetic and electrophoretic evaluations. Proc. of the 4th International Oat Conference, Adelaide, South Australia: 93 — 94.
- Singh R. J., Kolb F. L. 1991. Chromosomal interchanges in six hexaploid oat genotypes. Crop Sci. 31: 726 — 729.
- Skroch P., Nienhuis J. 1995. Impact of scoring error and reproducibility of RAPD data on RAPD based estimates of genetic distance. Theor. Appl. Genet. 91: 1086 — 1091.
- Stammers M., Harris J., Evans G. M., Hayward M. D., Forster J. W. 1995. Use of random PCR (RAPD) technology to analyse phylogenetic relationship in the *Lolium / Festuca* complex. Heredity 74: 19 — 27.
- Wang R. R. C., Chen J., Joppa L. R. 1995. Production and identification of chromosome specific RAPD markers for Langdon durum wheat disomic substitution lines. Crop Sci. 35: 886 — 888.
- Wei J. Z., Wang R. R. C. 1995. Genome- and species-specific markers and genome relationships of diploid perennial species in *Triticeae* based on RAPD analyses. Genome 38: 1230 — 1236.
- Wight C. P., Penner G. A., O'Donoghue L. S., Burrows V. D., Molnar S. J., Fedak G. 1994. The identification of random amplified polymorphic DNA markers for daylength insensitivity in oat. Genome 37: 910 — 914.
- Williams J. G. K., Kubelik A. R., Livak K. J., Rafalski J. A., Tingey S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucl. Acids Res. 18 (22): 6531 — 6535.
- Zhou X., Jellen E. N., Murphy J. P. 1999. Progenitor germplasm of domesticated hexaploid oat. Crop Sci. 39: 1208 — 1214.

EDYTA PACZOS-GRZĘDA

Instytut Genetyki i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza, Lublin

Charakterystyka niektórych cech ilościowych mieszańców międzygatunkowych F₂ heksaploidalnego owsa *Avena sativa* L. × *Avena sterilis* L. oraz form wyjściowych

Characterization of some quantitative traits in interspecific hybrids of hexaploid oat *Avena sativa* L. × *Avena sterilis* L. and initial forms

W pracy dokonano oceny niektórych cech ilościowych mieszańców międzygatunkowych F₂ heksaploidalnego owsa *A. sativa* × *A. sterilis* oraz form rodzicielskich. W wyniku krzyżowania analizowanego genotypu *A. sterilis* z polskimi odmianami owsa zwyczajnego nie uzyskano form wcześniej kłoszących się lub bardziej odpornych na porażenie rdzą koronową niż odmiany mateczne. Wszystkie kombinacje mieszańcowe, z wyjątkiem Borys × *A. sterilis*, były wyższe od obu form rodzicielskich. Analizowane mieszańce wytworzyły więcej pędów produkcyjnych niż formy wyjściowe, miały również dłuższe wiechy niż odmiany mateczne. W porównaniu z odmianami wszystkie mieszańce charakteryzowały się mniejszą liczbą kłosek w wiesze, a także niższą liczbą i masą ziarniaków z wiechy. Masa tysiąca ziarniaków wszystkich kombinacji mieszańcowych była istotnie wyższa w porównaniu z *A. sterilis* i zbliżona do odmian matecznych. W porównaniu z odmianami badane mieszańce charakteryzowały się większym udziałem łuski w ziarnie oraz wyższą zawartością białka zarówno w ziarnie nieobłuszczone, jak i obłuszczone. Uzyskano mieszańce o wyższej w porównaniu do form matecznych zawartości białka w ziarnie, a jednocześnie korzystnych niektórych cechach plonotwórczych.

Słowa kluczowe: *Avena sativa* L., *Avena sterilis* L., mieszańce międzygatunkowe, cechy ilościowe

Components of yield structure of interspecific hybrids *Avena sativa* × *A. sterilis* and parental forms were investigated. Among the analyzed crosses it was not possible to select a form able to heading significantly earlier or expressing higher resistance to crown rust than maternal cultivars. All the hybrids, except Borys × *A. sterilis*, grew to a greater height than did the initial forms. Productive tillering of the crosses was more intensive than that of parental forms. In comparison with maternal cultivars, the hybrids were characterized by the longer panicles and smaller number of spikelets per panicle as well as by the smaller number and lower weight of kernels per panicle. The weight of 1000 grains produced by the crosses was significantly higher than that determined for *A. sterilis*, and similar to those produced by maternal cultivars. The husk percentage of grain and protein content of kernels with or without husk were higher with hybrids than with cultivars. The forms showing a higher content of groat protein, as compared with the cultivars, and expressing desirable yield-affecting traits have been selected.

Key words: *Avena sativa* L., *Avena sterilis* L., interspecific hybrids, quantitative traits

WSTĘP

Zmienność genetyczną w obrębie gatunku można poszerzyć poprzez wprowadzenie pożądanych genów z innych gatunków lub rodzajów. Dokonuje się tego poprzez krzyżowanie międzygatunkowe i międzyrodzajowe, fuzję protoplastów, czy też na drodze transformacji. Wprowadzanie wartościowych genów do form uprawnych odbywa się najczęściej poprzez krzyżowanie międzygatunkowe. Jako źródło genów wykorzystuje się zazwyczaj gatunki dzikie występujące w obrębie danego rodzaju. Przeniesienie genów z gatunków dzikich do form uprawnych jest procesem długotrwałym i pracochłonnym, ponieważ gatunki te charakteryzują się nie tylko cechami pożądanymi, ale również niekorzystnymi, które należy wyeliminować w trakcie procesu hodowlanego (Malepszy i in., 1989).

Zróźnicowanie puli genów w obrębie *Avena sativa* L. nie jest wystarczające, dlatego dzikie gatunki z rodzaju *Avena* L. mają istotne znaczenie w hodowli owsa. Za najbardziej obiecujące źródło wielu korzystnych genów uznano *Avena sterilis* L. (Frey, 1986). Wśród genotypów tego gatunku zidentyfikowano geny tolerancji na BYDV, odporności na mączniaka, rdzę koronową, nicienie i skrzypionki zbożowe. Ponadto gatunek ten dostarcza genów decydujących o wysokiej zawartości białka i tłuszczu w ziarnie, warunkujących wczesność, szybki wzrost wegetatywny, mrozoodporność i wysoki plon (Lyrene i Shands, 1975 a, b; Clamot i Rivoal, 1984; Comeau, 1984; Leggett, 1992; Hsam i in., 1997; Zeller, 1998).

Celem prezentowanej pracy była ocena cech ilościowych mieszańców międzygatunkowych F₂ heksaploidalnego owsa *A. sativa* × *A. sterilis*, a także stwierdzenie, czy istnieje możliwość uzyskania form, które mogłyby zostać wykorzystane w programach hodowli owsa zwyczajnego.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem pracy były uzyskane w Instytucie Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie mieszańce międzygatunkowe F₂ heksaploidalnego owsa:

- *Avena sativa* L. odm. Borys × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Dragon × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Farys × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Góral × *Avena sterilis* L.,
- *Avena sativa* L. odm. Komes × *Avena sterilis* L. oraz formy rodzicielskie.

Doświadczenie założono w 1999 roku metodą bloków losowanych, w trzech powtórzeniach, w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach. Na poletka wysiewano po 50 ziarniaków kombinacji mieszańcowych oraz 30 ziarniaków form rodzicielskich w rozstawie 10 × 20 cm. W okresie wzrostu i rozwoju roślin określono termin kłoszenia. Na tej podstawie wyliczono liczbę dni, jaka upłynęła od siewu do pełni tej fazy. Dokonano również oceny porażenia roślin przez rdzę koronową, stosując 9° skalę COBORU (gdzie 9 oznacza stan najbardziej korzystny z rolniczego punktu widzenia, a 1 najgorszy).

W fazie dojrzałości pełnej wybrano losowo po 30 pojedynków form rodzicielskich oraz po 60 mieszańców i poddano ocenie laboratoryjnej. Analizowano następujące cechy: wysokość roślin (cm), liczbę pędów produkcyjnych, długość wiechy (cm), liczbę kłosek w wiesze, liczbę ziarniaków z wiechy i masę ziarniaków z wiechy (g). Na podstawie otrzymanych wyników obliczono płodność kłosa (liczba ziarniaków przypadająca na jeden kłosek w wiesze) oraz masę tysiąca ziarniaków (g) (masa ziarniaków z wiechy/liczba ziarniaków z wiechy $\times 1000$).

W Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz AR w Lublinie, metodą Kjeldahla, stosując przelicznik białkowy 5,70 oznaczono zawartość białka w ziarniakach nieobłuszczonych i obłuszczonych. Analizowano formy rodzicielskie oraz po 10 pojedynków z każdej kombinacji mieszańcowej. Ocenę przeprowadzono w próbkach 1 g, w dwóch powtórzeniach. Procentowy udział łuski w ziarnie określono na podstawie zawartości łuski w masie całkowitej 2 g ziarniaków zgodnie z metodyką podaną przez Doehlert i wsp. (1999).

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej wykorzystując program opracowany przez Ośrodek Informatyki AR w Lublinie. Zastosowano test F-Snedecora. W celu stwierdzenia istotności różnic pomiędzy obiektami wykorzystano wielokrotne przedziały ufności Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wykorzystany w badaniach genotyp *A. sterilis* kłosił się istotnie później niż analizowane odmiany. W kombinacjach mieszańcowych kłoszenie również wystąpiło istotnie później niż u odmian matecznych. Istotnie krótszy aniżeli u *A. sterilis* okres od siewu do kłoszenia stwierdzono w kombinacjach Farys $\times$ *A. sterilis*, Góral $\times$ *A. sterilis* i Komes $\times$ *A. sterilis* (tab. 1). Duży wpływ na długość okresu wegetacji u owsa mają warunki glebowo-klimatyczne oraz termin siewu (Górny, 2000). Lyrene i Shands (1975 a) stwierdzili, że w porównaniu z odmianami *A. sativa* genotypy *A. sterilis* kłoszą się później. Późniejsze kłoszenie i dojrzewanie naraża rośliny na porażenie przez patogeny lub niekorzystne oddziaływanie warunków pogodowych. Autorzy wykazali, że selekcja form wczesnych jest możliwa w potomstwie mieszańców *A. sativa* $\times$ *A. sterilis*. Ponadto zauważyli, że skrócenie czasu pomiędzy siewem a kłoszeniem skorelowane jest z wysokim plonowaniem. Górny (2000) również podaje, że jednym ze sposobów zwiększenia produktywności owsa jest skrócenie okresu wegetacji.

Rdza koronowa wywoływana przez grzyba *Puccinia coronata* Cda. f. sp. *avenae* Eriks. jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych chorób owsa. Porażenie rdzą koronową powoduje redukcję plonu i obniża odporność roślin na wyleganie (Gregory i Wise, 1994). Sposobem ograniczenia strat wywoływanych przez stale pojawiające się nowe rasy tego patogena jest hodowla odmian z kombinacjami genów *Pc*, warunkującymi dobrą lub całkowitą odporność na rdzę koronową. Wiele genów *Pc* wprowadzonych do odmian pochodzi z *A. sterilis* (Marshall i Shaner, 1992). Przedstawiony w badaniach własnych genotyp *A. sterilis* odznaczał się nieznacznie wyższą od odmian odpornością na porażenie rdzą koronową.

Tabela 1

Wartości średnie wybranych cech ilościowych mieszańców międzygatunkowych F₂ *A. sativa* × *A. sterilis* oraz form wyjściowych
Mean values of some quantitative traits in interspecific F₂ hybrids *A. sativa* × *A. sterilis* and initial forms

Formy wyjściowe Mieszańce Initial forms Hybrids	Liczba dni od siewu do kłoszenia Days from sewing to heading	Rdza koronowa Crown rust	Wysokość roślin Plant height (cm)	Liczba pędów produkcyj- nych Productive tillering	Długość wiechy Panicle length (cm)	Liczba kłosek z wiechy Number of spikelets per panicle	Liczba ziarniaków z wiechy Number of kernels per panicle	Masa ziarniaków z wiechy Weight of kernels per panicle (g)	Płodność Fertility	Masa tysiąca ziarniaków 1000 kernels weight (g)	Zawartość łuski w ziarnie Husk percentage of grains (%)	Zawartość białka w ziarnie z łuską Protein content of kernel with husk (%)	Zawartość białka w ziarnie bez łuski Protein content of kernel without husk (%)
Borys	72,0	5,3	108,7	4,2	19,6	62,1	111,9	3,48	1,81	31,4	24,7	10,2	12,9
Dragon	71,3	5,2	109,0	3,2	20,8	59,7	117,2	3,96	1,96	33,8	27,5	11,5	13,5
Farys	70,5	6,2	97,7	4,0	18,2	53,2	102,6	3,14	1,91	30,7	27,1	9,5	13,6
Góral	71,3	5,5	93,5	3,8	18,5	51,2	97,5	3,04	1,91	31,2	28,7	9,5	13,5
Komes	71,3	5,4	93,8	3,8	19,8	43,0	87,6	2,69	2,04	30,7	30,0	9,2	13,8
<i>A. sterilis</i>	75,3	6,7	117,9	4,3	22,8	34,4	61,5	1,57	1,84	24,8	32,1	13,6	19,3
Borys × <i>A. sterilis</i>	74,5	6,3	112,7	4,7	20,3	41,6	74,9	2,49	1,80	33,7	28,0	11,1	14,5
Dragon × <i>A. sterilis</i>	76,3	6,5	119,2	5,2	24,4	41,9	86,7	2,71	2,05	31,4	29,4	11,8	14,7
Farys × <i>A. sterilis</i>	73,5	5,7	119,9	4,7	20,1	38,8	81,5	2,57	2,07	31,9	30,0	11,0	15,3
Góral × <i>A. sterilis</i>	73,4	5,8	120,3	5,2	20,7	43,4	84,2	2,49	1,95	30,1	29,2	11,1	14,3
Komes × <i>A. sterilis</i>	73,7	5,7	118,0	6,1	24,4	43,4	80,1	2,40	1,87	30,6	30,5	11,2	15,5
NIR/LSD(p = 0,05)	1,2	—	5,3	1,0	2,3	10,5	23,5	0,85	—	3,6	2,4	1,2	1,3

We wszystkich kombinacjach mieszańcowych, z wyjątkiem Farys $\times$ *A. sterilis*, w porównaniu z odmianami porażenie przez rdzę koronową było mniejsze. Zaobserwowane różnice nie były jednak istotne (tab. 1).

Badane odmiany były niższe aniżeli forma ojcowska *A. sterilis*. Średnia wysokość mieszańców wahała się od 112,7 do 120,3 cm. Wszystkie kombinacje mieszańcowe, z wyjątkiem Borys $\times$ *A. sterilis* były istotnie wyższe niż odmiany mateczne. W porównaniu z *A. sterilis* nie stwierdzono istotnych różnic w wysokości roślin u badanych mieszańców (tab. 1). Kombinacja Borys $\times$ *A. sterilis* była najniższa wśród mieszańców, a ponadto charakteryzowała się największą zmiennością analizowanej cechy (tab. 2). Według Nity (1999) współczesne odmiany owsa powinny charakteryzować się krótką słomą, co ogranicza ich podatność na wyleganie. Shaw i Bose (1933; za Marshall i Shaner, 1992) w potomstwie mieszańców międzygatunkowych *A. sativa $\times$ *A. byzantina* obserwowali osobniki przekraczające pod względem wysokości formy rodzicielskie i stwierdzili, że cecha ta kontrolowana jest poligenicznie. Marshall i Shaner (1992) podają, że wysokość roślin u owsa zależy nie tylko od genotypu, ale w dużym stopniu oddziałuje na nią środowisko. Dotychczas u owsa zidentyfikowano 8 genów karłowatości (*Dw*) o charakterze dominującym, częściowo dominującym i recesywnym (Milach i in., 1997).*

Wszystkie formy mieszańcowe wytworzyły większą w porównaniu do komponentów rodzicielskich liczbę pędów produkcyjnych. W kombinacjach Dragon $\times$ *A. sterilis*, Góral $\times$ *A. sterilis* i Komes $\times$ *A. sterilis* stwierdzono istotnie więcej pędów produkcyjnych niż u odmian, zaś u mieszańców Komes $\times$ *A. sterilis* obserwowano istotnie więcej pędów niż u gatunku ojcowskiego (tab. 1). Według Wojcieszkiej (1993) i Górnego (2000) zdolność owsa do wykształcania źdźbeł produkcyjnych zależy od genotypu i czynników środowiska. Marshall i Shaner (1992) uważają, że brak danych literaturowych dotyczących odziedziczalności krzewienia spowodowany jest zbyt silnym oddziaływaniem czynników zewnętrznych na ekspresję tej cechy. Jak podają Autorzy krzewienie uwarunkowane jest addytywnym i nieaddytywnym działaniem genów, a wysoka liczba pędów jest właściwością dominującą.

Przedstawiając ideotyp nowoczesnej odmiany owsa Nita (1999) stwierdził, że w hodowli twórczej powinno się dążyć do uzyskania form o jak największej długości wiechy oraz liczbie kłosków. Kolb i Marshall (1984) zaobserwowali, że u owsa długość wiechy skorelowana jest z wysokością rośliny, a geny warunkujące te cechy są ściśle sprzężone. Wiechy analizowanych w pracy mieszańców były dłuższe niż u odmian, a z wyjątkiem kombinacji Dragon $\times$ *A. sterilis* i Komes $\times$ *A. sterilis*, krótsze od formy ojcowskiej. Najdłuższymi wiechami (24,4 cm), istotnie dłuższymi niż odmiany, charakteryzowały się kombinacje Dragon $\times$ *A. sterilis* i Komes $\times$ *A. sterilis* (tab. 1). Współczynniki zmienności u mieszańców wskazują na niewielkie zróżnicowanie w obrębie badanych kombinacji (tab. 2). W porównaniu do odmiany matecznej największy średni wzrost długości wiechy (4,6 cm) zaobserwowano w kombinacji Komes $\times$ *A. sterilis*, a najmniejszy (0,7 cm) u Borys $\times$ *A. sterilis* (tab. 1). Liczba kłosków w wiesze u badanych mieszańców była wyższa niż u formy ojcowskiej i, z wyjątkiem kombinacji Komes $\times$ *A. sterilis*, niższa od odmian matecznych (tab. 1). Zmienność mieszańców pod względem tej cechy była stosunkowo wysoka i wynosiła od 28,26 do 40,90% (tab. 2).

Tabela 2

Współczynniki zmienności wybranych cech ilościowych mieszańców międzygatunkowych F₂ *A. sativa* × *A. sterilis*

Coefficients of variability of some quantitative traits in interspecific F₂ hybrids *A. sativa* × *A. sterilis*

Mieszańce Hybrids	Współczynnik zmienności Coefficient of variability (%)							
	wysokość roślin plant height	liczba pędów produkcyj- nych productive tillering	długość wiechy panicle length	liczba kłosek z wiechy number of spikelets per panicle	liczba ziarniaków z wiechy number of kernels per panicle	masa ziarniaków z wiechy weight of kernels per panicle	plodność fertility	MTZ 1000 kernels weight
Borys × <i>A. sterilis</i>	14,20	34,70	14,90	28,26	31,60	29,80	13,20	13,40
Dragon × <i>A. sterilis</i>	6,90	39,40	11,60	31,70	36,80	38,30	18,06	11,90
Farys × <i>A. sterilis</i>	7,20	40,40	12,80	40,90	46,00	41,06	16,98	11,60
Góral × <i>A. sterilis</i>	8,00	34,10	15,90	39,30	44,50	41,30	17,05	14,50
Komes × <i>A. sterilis</i>	8,50	36,70	11,50	35,90	35,30	32,20	19,60	14,50

Liczba i masa ziarniaków z wiechy u wszystkich mieszańców była niższa od form matecznych i wyższa od gatunku ojcowskiego. W porównaniu z odmianami największy spadek liczby i masy ziarniaków z wiechy odnotowano w kombinacjach Borys × *A. sterilis* i Dragon × *A. sterilis*, zaś najmniejszy u Komes × *A. sterilis* (tab. 1). Współczynniki zmienności analizowanych cech zawierały się w przedziale od 28,3 do 41,3% oraz od 31,6 do 46,0%, odpowiednio dla liczby i masy ziarniaków z wiechy (tab. 2).

Analizując płodność kłosek u odmian *A. sativa*, gatunku *A. sterilis* i ich mieszańców F₂ stwierdzono jedynie niewielkie zróżnicowanie pomiędzy badanymi formami. Wartość tej cechy wahała się od 1,80 do 2,07 (tab. 1). Takeda i Frey (1980) podają, że na liczbę zawiązywanych ziarniaków niekorzystny wpływ ma wysoka temperatura w okresie kwitnienia, a zawiązywanie ziarniaków w kwiatkach trzyczęściowych jest negatywnie skorelowane z zawiązywaniem ziarniaków pierwszorzędowych, lecz niezależne od drugorzędowych.

Masa tysiąca ziarniaków zarówno analizowanych w pracy odmian *A. sativa*, jak i form mieszańcowych była istotnie wyższa niż u *A. sterilis*. Wartość badanej cechy u mieszańców była zbliżona do form matecznych. W porównaniu z odmianami masa 1000 ziarniaków w kombinacjach Borys × *A. sterilis* i Farys × *A. sterilis* wzrosła, Dragon × *A. sterilis* i Góral × *A. sterilis* zmalała, zaś u Komes × *A. sterilis* pozostała na tym samym poziomie (tab. 1). Cecha ta charakteryzowała się bardzo niskimi współczynnikami zmienności dla wszystkich analizowanych mieszańców (tab. 2). Nita (1999) podaje, że odmiany o dobrych parametrach plonotwórczych powinny charakteryzować się wysoką masą tysiąca ziarniaków, niską zawartością łuski w ziarnie oraz wysoką zawartością białka.

W badanych mieszańcach udział łuski w ziarnie był wyższy niż u odmian matecznych i niższy aniżeli u *A. sterilis*. W porównaniu z formami matecznymi istotnie większą zawartość łuski w ziarnie stwierdzono w kombinacjach Borys × *A. sterilis* i Farys × *A. sterilis*. Mieszańce Borys × *A. sterilis*, Dragon × *A. sterilis* i Góral × *A. sterilis* charakteryzowały się istotnie niższym udziałem łuski w ziarnie niż gatunek ojcowski (tab. 1). Ronald i wsp. (1999) uważają, że najważniejszym fizycznym parametrem jakości ziarna

owsa jest zawartość łuski. Według Bartnikowskiej i wsp. (2000) łuska stanowi średnio 20–36% masy ziarna owsa i ma minimalne właściwości odżywcze z uwagi na wysoką zawartość włókna (około 95%). Ronald i wsp. (1999) podają, że plewki otaczające dojrzały ziarniak zapewniają jego ochronę przed niekorzystnym oddziaływaniem środowiska i czynnikami chorobotwórczymi. Zawartość łuski jest cechą jakościową, warunkowaną przez geny addytywne, o zmienności ciągłej. W potomstwie mieszańców można spodziewać się transgresywnych segregantów. Autorzy uważają, że nowe odmiany owsa powinny charakteryzować się przede wszystkim niską zawartością łuski oraz wysokim plonem ziarna.

Cox i Frey (1985) w potomstwie mieszańców *A. sativa* × *A. sterilis* identyfikowali transgresywne segreganty charakteryzujące się wysoką zawartością białka. Lyrene i Shands (1975 b) stwierdzili, że przy nieodpowiedniej selekcji wzrostowi udziału białka może towarzyszyć zwiększenie zawartości łuski. Ponadto Autorzy Ci zwrócili uwagę, że selekcji potomstwa mieszańców *A. sativa* × *A. sterilis* opartej jedynie na zawartości białka w ziarnie będzie towarzyszyć nie tylko wzrost udziału łuski w ziarnie, ale również obniżenie wypełnienia ziarniaków, redukcja plonu, niekiedy osypywanie kłosek i ościstość. Autorzy sugerują, że w programach hodowlanych wykorzystujących mieszańce międzygatunkowe *A. sativa* × *A. sterilis* należy kłaść szczególny nacisk na utrzymanie cech agronomicznych na wysokim poziomie nawet wówczas, gdy opóźni to postęp w podwyższaniu zawartości białka. Takeda i Frey (1985) analizując mieszańce *A. sativa* × *A. sterilis* stwierdzili, że aby uzyskać linie o wysokiej zawartości białka, przy jednocześnie zadowalającym poziomie cech agronomicznych, należy przeprowadzić od 3 do 5 krzyżowań wstecznych. Rakowska (1990) podaje, że w ziarnie roślin zbożowych zawartość białka jest zwykle ujemnie skorelowana z plonem, ale zależność ta u owsa jest słabsza niż u innych zbóż. Autorka twierdzi, że u owsa możliwe jest uzyskanie odmian o wysokiej zawartości białka i plenności. Rossnagel i Bahtty (1992) wykorzystali amerykańskie linie hodowlane posiadające w swoim rodowodzie gatunek *A. sterilis* jako źródło genów warunkujących wysoką zawartość białka. Linie te krzyżowali z kanadyjskimi odmianami. Potomstwo mieszańców jednej z badanych linii charakteryzowało się nie tylko podwyższoną zawartością białka (1–2%), ale także wysokim potencjałem plonotwórczym.

We wszystkich kombinacjach mieszańcowych, zawartość białka zarówno w ziarnie nieobłuszczone, jak i obłuszczone była wyższa niż u odmian matecznych, ale istotnie niższa aniżeli u formy ojcowskiej. Istotnie większą niż u odmian zawartością białka w ziarnie nieobłuszczone charakteryzowały się mieszańce Dragon × *A. sterilis*, Farys × *A. sterilis* i Komes × *A. sterilis*. W kombinacjach Borys × *A. sterilis*, Farys × *A. sterilis* i Komes × *A. sterilis* procentowy udział białka w suchej masie ziarna obłuszczonego był istotnie wyższy niż u odmian i wynosił odpowiednio 14,5, 15,3 i 15,5% (tab. 1). Zwiększenie zawartości białka zarówno w nieobłuszczone, jak i obłuszczone ziarnie mieszańców, w porównaniu z odmianami matecznymi, świadczy, że wybrany do badań genotyp *A. sterilis* może być dawcą genów kontrolujących wysoką zawartość białka w ziarnie.

WNIOSKI

1. W wyniku krzyżowania *A. sterilis* z polskimi odmianami owsa zwyczajnego nie uzyskano form wcześniej kłoszących się lub bardziej odpornych na porażenie rdzą koronową niż odmiany mateczne.
2. Wszystkie mieszańce, z wyjątkiem Borys $\times$ *A. sterilis*, były wyższe od obu form rodzicielskich. Kombinacja Borys $\times$ *A. sterilis* była najniższa wśród mieszańców i charakteryzowała się najwyższym współczynnikiem zmienności tej cechy, co wskazuje na możliwość selekcji form o stosunkowo krótkiej słomie.
3. Analizowane mieszańce wytwarzały więcej pędów produkcyjnych niż formy rodzicielskie. Wysokie współczynniki zmienności świadczą o możliwości selekcji form silnie krzewiących się.
4. Masa tysiąca ziarniaków wszystkich kombinacji mieszańcowych była istotnie wyższa w porównaniu z gatunkiem ojcowskim i zbliżona do odmian matecznych, co świadczy, że krzyżowanie z analizowanym genotypem *A. sterilis* nie wpłynęło na obniżenie wartości tej cechy.
5. Badane mieszańce charakteryzowały się wyższą w porównaniu z odmianami zawartością białka w ziarnie zarówno nieobłuszczonym, jak i obłuszczonym.
6. W wyniku krzyżowania polskich odmian *A. sativa* z *A. sterilis* uzyskano mieszańce międzygatunkowe o podwyższonej zawartości białka w ziarnie i jednocześnie korzystnych niektórych cechach plonotwórczych.

LITERATURA

- Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M. 2000. Ziarno owsa-nieocenione źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze. Biul. IHAR 215: 209 — 223.
- Clamot G., Rivoal R. 1984. Genetic resistance to cereal cyst nematode *Heterodera avenae* in wild oat *A. sterilis*. Euphytica 33: 27 — 32.
- Comeau A. 1984. Barley yellow dwarf virus resistance in the genus *Avena*. Euphytica 33: 49 — 55.
- Cox T. S., Frey K. J. 1985. Complementarity of genes for high groat-protein percentage from *Avena sativa* L. and *A. sterilis* L. Crop Sci. 25: 106 — 109.
- Doehlert D. C., McMullen M. S., Baumann R. R. 1999. Factors affecting groat percentage in oat. Crop Sci. 39: 1858 — 1865.
- Frey K. J. 1986. Genetic resources and their use in oat breeding. W: Lawes D. A., Thomas H. (eds.). Proc. of the 2nd International Oat Conference 1985, Aberystwyth, U.K.: 9 — 15.
- Górny A. G. 2000. Genetyka cech morfologicznych owsa. IGR PAN, Poznań.
- Gregory J. W., Wise R. P. 1994. Linkage of genes conferring specific resistance to crown rust in diploid *Avena*. Genome 37: 92 — 96.
- Hsam S. L. K., Peters N., Paderina E. V., Felsenstein F., Oppitz K., Zeller F. J. 1997. Genetic studies of powdery mildew resistance in common oat (*Avena sativa* L.) I. Cultivars and breeding lines grown in Western Europe and North America. Euphytica 96: 421 — 427.
- Kolb F. L., Marshall H.G. 1984. Peduncle elongation in dwarf and normal height oats. Crop Sci. 24: 699 — 703.
- Langer I., Frey K. J., Bailey T. B. 1978. Production response and stability characteristics of oat cultivars developed in different eras. Crop Sci. 18: 938 — 942.
- Leggett J. M. 1992. The conservation and exploitation of wild oat species. Proc. of the 4th International Oat Conference, Adelaide, South Australia, 85 — 87.

- Lyrene P. M., Shands H. L. 1975 a. Heading dates in six *A. sativa* × *A. sterilis* crosses. *Crop Sci.* 15: 359 — 360.
- Lyrene P. M., Shands H. L. 1975 b. Associations among traits in progenies from *A. sativa* × *A. sterilis* crosses. *Crop Sci.* 15: 361 — 363.
- Malepszy S., Niemirowicz-Szczytt K., Przybecki Z. 1989. *Biotechnologia w genetyce i hodowli roślin*. PWN, Warszawa.
- Marshall H. G., Shaner G.E. 1992. Genetics and inheritance in oat. In: S. Segoe (ed.). *Oat science and technology*. American Society of Agronomy. Agronomy Monograph No. 33, Madison, WI, USA: 509 — 570.
- Milach S. C., Rines H. W., Phillips R. L. 1997. Molecular genetic mapping of dwarfing genes in oat. *Theor. Appl. Genet.* 95: 783 — 790.
- Nita Z. T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Żywność. Kwartalnik Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności* 6 (supl. 1): 186 — 192.
- Rakowska M. 1990. Znaczenie jakościowej hodowli roślin dla poprawy struktury pasz. *Biul. IHAR* 173/174: 5 — 16.
- Ronald P. S., Brown P. D., Penner G. A., Brûlé-Babel A., Kibite S. 1999. Heritability of hull percentage in oat. *Crop. Sci.* 39: 52 — 57.
- Rosnagel B. G., Bhatti R. S. 1992. Use of *A. sterilis* and *A. maroccana* derived *A. sativa* germplasm to increase groat protein concentration in oat for Western Canada. *Proc. of the 4th International Oat Conference*, Adelaide, South Australia: 134 — 137.
- Takeda K., Frey K. J. 1980. Tertiary seed set in oats cultivars. *Crop Sci.* 20: 771 — 774.
- Takeda K., Frey K. J. 1985. Simultaneous selection for grain yield and protein percentage in backcross populations from *A. sterilis* × *A. sativa* matings by using independent culling levels procedure. *Theor. Appl. Genet.* 69: 375 — 382.
- Wojcieszka U. 1993. Fizjologia owsa. *Biologia i agrotechnika owsa*. Red. J. Mazurek, IUNG Puławy: 53 — 94.
- Zeller F. J. 1998. Nutzung des genetischen Potentials der *Avena-Wildarten* zur Verbesserung des Saathafters (*Avena sativa* L.). *J. Appl. Bot.* 72: 180 — 185.

TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI**STANISŁAW WĘGRZYN**

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Zdolność kombinacyjna rodów i odmian owsa Część II. Owies żółtoziarnisty (*A. sativa* L. var. *aurea*)

Combining ability of the strains and varieties of oats Part II. Yellow-grain oats

Analizę statystyczno-genetyczną oparto na wynikach 5, 6 i 7 letnich badań trzech cech; plenności, wysokości roślin i kłoszenia odpowiednio na 1107, 1769 i 1593 rodach owsa żółtoziarnistego w pokoleniach od F₅ do F₈. Badane rody stanowiły potomstwo krzyżowań 11 testerów i 23 odmian dla plonu, 14 testerów i 41 odmian dla wysokości i 14 testerów i 38 odmian dla kłoszenia. Przeprowadzona w układzie hierarchicznym analiza wariancji wykazała wysoce istotną wartość średnich kwadratów dla lat, kombinacji, testerów, odmian i rodów dla wszystkich badanych cech. Dla testerów, kombinacji i odmian określono efekty zdolności kombinacyjnej. Na tej podstawie wskazano grupę testerów, korzystnie poprawiających cechy w potomstwie oraz wytypowano perspektywiczne kombinacje krzyżowań, z których można uzyskać ulepszone potomstwo.

Słowa kluczowe: owies żółtoziarnisty, zdolność kombinacyjna odmian i rodów, plon, wysokość, kłoszenie

The statistical analysis of combining ability in yellow-grain oats was performed for three traits; grain yield, plant height and date of heading (in days after May 1st), basing on results of 5, 6 and 7 years investigations on generations from F₅ to F₈ for 1107, 1769 and 1593, strains respectively. The strains were obtained from crosses between 11 testers and 41 strains for yield grain, 14 testers and 41 strains for plant height and 14 testers and 38 strains for heading. The analysis of variance, carried out in hierarchic design, proved highly significant mean squares for years, testers, varieties and combinations of all the traits. The effects of combining ability were estimated for testers, combinations and varieties. Basing on the results, the group of varieties was shown, which transmitted well the characters to progeny, and the prospective cross combinations were selected, in which improvement is possible.

Key words: combining ability, strains, varieties, yellow grain oats, grain yield, plant height, heading

WSTĘP

Większe zainteresowanie uprawą owsa żółtoziarnistego w naszym kraju wymaga od hodowców wysiłku w tworzeniu nowych plenniejszych odmian owsa charakteryzujących się lepszą odpornością na wyleganie i choroby. Dlatego kontynuowane są prace nad poznaniem zdolności kombinacyjnej form rodzicielskich nowych rodów i odmian owsa żółtoziarnistego (*Avena sativa* L. var. *aurea*) na podstawie oceny ich potomstwa. Nieliczne prace wykonano w celu poznania zdolności kombinacyjnej nowych rodów i odmian owsa. W Polsce dotyczyły one oceny zdolności kombinacyjnej form rodzicielskich owsa białoziarnistego (Śmiałowski i in., 1999) oraz zdolności kombinacyjnej form rodzicielskich owsa nagoziarnistego (Śmiałowski i in., 2000). W badaniach tych ocenę zdolności kombinacyjnej form rodzicielskich przeprowadzono w dalszych pokoleniach od F_5 do F_8 . Zagraniczne badania nad wartością kombinacyjną owsa przeprowadzano zarówno w dalszych, jak i wczesnych pokoleniach. Kalashnik i wsp. (1985) zbadali zdolność kombinacyjną plonu 7 odmian owsa w generacjach od F_4 do F_6 . Natomiast inni badacze (Muehlbauer i in., 1971) przeprowadzili ocenę zdolności kombinacyjnej 3 grup owsa we wczesnych generacjach F_1 , F_2 , F_3 dla kilku cech agronomicznych. W innych pracach (Kox i Frey, 1984) badano zdolność kombinacyjną 10 dzikich form owsa, traktując je równocześnie jako źródło genów mających podnieść produktywność 7 uprawnych odmian owsa.

Celem niniejszej pracy była ocena zdolności kombinacyjnej dla plonu, wysokości roślin i wczesności wyrzucania wiech rodów i odmian owsa żółtoziarnistego w oparciu o wyniki doświadczeń hodowlanych. Badania są kontynuacją wcześniej prowadzonych prac nad poznaniem zdolności kombinacyjnej owsa białoziarnistego i nagoziarnistego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły mieszańce owsa żółtoziarnistego badane w okresie 5 lat dla plonu, 6 dla kłoszenia i 7 lat dla wysokości roślin w pokoleniach od F_5 do F_8 . Materiał ten otrzymano jako wynik przeprowadzenia krzyżowań zarówno prostych, jak i złożonych pomiędzy formami żółtoziarnistymi oraz żółto-, biało- i nagoziarnistymi, z których w dalszych pokoleniach wybierano formy żółtoziarniste. Ocenę plonu wykonano łącznie na 1107 rodach otrzymanych w wyniku rozmnożenia i selekcji potomstwa 41 kombinacji (jako rezultat skrzyżowania 29 odmian z 11 testerami). Ocenę wysokości wykonano łącznie na 1769 rodach wybranych z potomstwa 73 kombinacji (otrzymanych w wyniku krzyżowań 41 odmian z 14 testerami). Ocenę wczesności wyrzucania wiech (określanej potocznie jako kłoszenie) przeprowadzono na 1593 rodach otrzymanych z potomstwa 70 kombinacji (jako rezultat skrzyżowania 38 odmian z 14 testerami).

Badane rody wysiewano w doświadczeniach polowych na poletkach o powierzchni 10 m² w jednym powtórzeniu. Na podstawie wyników plonowania i przeprowadzonych obserwacji wykonano analizę wariancji dla trzech cech; plonu, wysokości i kłoszenia.

Z całkowitej zmienności (sumy kwadratów) w analizie wariancji wydzielono zmienność dla lat, kombinacji i błędu. Zmienności kombinacji podzielono na zmienność testerów

i kombinacji. Istotność średnich kwadratów poszczególnych składników testowano testem „F”. Istotność odchyleń od zera efektów testerów, odmian i kombinacji stwierdzono testem „t”.

Obliczenia przeprowadzono za pomocą programu WAKOMB1s-(TP) opracowanego przez prof. Stanisława Węgrzyna w IHAR Kraków.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wykonana analiza wariancji dla plonu, wysokości i wczesności wyrzucania wiech wykazała wysoce istotne wartości średnich kwadratów dla środowisk (lata badań), kombinacji, oraz tworzących je testerów i odmian (tab. 1). Podobne wyniki uzyskano analizując zdolność kombinacyjną form białozłazistych (Śmiałowski i in., 1999) oraz form nagoziarnistych owsa (Śmiałowski i in., 2000). Badane w okresie 5 lat (dla plonu) 7 lat (dla wczesności kłoszenia) i 6 lat (dla wysokości roślin) generacje (od F₅ do F₈) owsa żółtoziarnistego charakteryzowały się przeciętnym zróżnicowaniem, dla plonu 10,9%, kłoszenia 9,3%, dla wysokości 7,96% CV (tab. 1).

Tabela 1

Analiza wariancji zdolności kombinacyjnej dla rodów i odmian owsa żółtoziarnistego
The analysis of variation of combining ability for strains and varieties of yellow-grain oats

Źródło zmienności Source of variability	Cechy — Traits					
	plon yields		wysokość plant height		kłoszenie date of heading	
	liczba stopni swobody degrees of freedom	średni kwadrat mean square	liczba stopni swobody degrees of freedom	średni kwadrat mean square	liczba stopni swobody degrees of freedom	średni kwadrat mean square
Lata Years	4	92478,9**	6	50880,72**	5	6174,64**
Kombinacje Combinations	40	319,33**	72	505,4**	6	112,09**
Testery Testers	10	319,29**	13	1360,09**	13	249,82**
Odmiany Varieties	60	31,34**	59	317,09**	56	80,12**
Błąd Error	1062	60,72	1690	45,03	1519	10,35
Współczynnik zmienności Coefficient of variability	CV(%)	10,91		7,96		9,3

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

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

Może to świadczyć o niewielkiej zmienności dobieranych do krzyżowań komponentów, pomimo, że są opisane przez Rezai i Freya (1988) liczne źródła genetycznie zróżnicowanych form owsów. Pomimo stosunkowo niewielkiego zróżnicowania badanych pokoleń pod względem badanych cech obserwuje się w analizowanym materiale wyraźnie lepsze i gorsze kombinacje pod względem badanych cech, co wskazuje, że nie tylko dobór

komponentów do krzyżowań miał zasadnicze znaczenie, ale późniejsza praca selekcyjna hodowcy. Analiza tego zjawiska jest przedmiotem niniejszych rozważań.

W tabeli 2 przedstawiono wartości średnich dla cech oraz efekty zdolności kombinacyjnej dla kombinacji, oraz tworzących je odmian i testerów owsa żółtoziarnistego. Odnutowany w ostatnich latach wyraźny postęp w hodowli plennych odmian owsa żółtoziarnistego nie zwolnił hodowców od starań, aby dalej cecha ta stanowiła nadal ważny cel prowadzonych zabiegów hodowlanych. Spośród badanych w latach 1993–1998 w kombinacjach odmian i rodów owsa 11 wybrano jako testery plenności.

Dodatnimi korzystnymi efektami plenności charakteryzowały się testery; Swan Mutant (3,45**), STH 1187 (2,99**), STH 270 (8,24**), Karol (6,2**) i Góral (7,95**).

Wyżej wymienione testery współdziałały (sumując swoje dodatnie efekty z efektami rodów i odmian) w polepszaniu plenności w potomstwie kombinacji w różnym jednak stopniu (tab. 2). Najwyższe istotne efekty wartości kombinacyjnej dla plonu obserwowano w potomstwie kombinacji; STH 270 × Jawor (17,84**), Gramena × {(Fl. Nova × Swan Mutant) × Dukat} (12,27**), Góral × {(Dukat × Fl. N.) × Swan Mutant} (9,75**), Dukat × Dasch (8,60**), STH 1187 × (STH 3330 × Maro) (10,21**), Swan Mutant × Flemings Nova (7,85**) oraz Swan Mutant × Jumbo (7,58**). W powyższych kombinacjach efekty zdolności kombinacyjnej były rezultatem współdziałania zarówno odmian i rodów jak i testerów charakteryzujących się wysokimi istotnymi efektami wartości kombinacyjnej (tab. 2). Wyjątek stanowi cenna odmiana Dukat, która jednak jako tester (-0,54) nieznacznie, ale obniżała silne efekty plenności odmiany Dasch (9,14**) w potomstwie kombinacji Dukat × Dasch (8,60**) (tab. 2).

Na podstawie analizy doboru komponentów do krzyżowań okazało się, że próby ratowania „dobrym testerem” słabej plenności niektórych kombinacji (wartościowych pod względem innych cech) poprzez złożone krzyżowania kończyły się niepowodzeniem. Dla przykładu linia Zlatok × Lockow (efekt odmiany = -15,61**), która została skrzyżowana z dobrym pod względem poprawiania plenności testerem Swan Mutant (efekt testera = 3,45**), ale mimo tego uzyskuje w potomstwie niski, średni plon z 3 rodów = 64,4 dt/ha i nadal ujemny efekt wartości kombinacyjnej Swan Mutant × (Zlatok × Lockow) (-12,16**) (tab. 2).

Nadal ważnym problemem w hodowli owsa żółtoziarnistego jest poprawienie odporności na wyleganie, pomimo odnotowanego ostatnio w tym zakresie dużego postępu. W tym celu wyszukiwanie form owsa skracających długość słomy w potomstwie powinno być nadal celem prac badawczych. W analizowanym programie krzyżowań spośród 14 testerów, wysoce istotne korzystne, ujemne efekty ujawniły się u odmian Swan Mutant (-8,02**), Konradin (-5,54**), Kwant (-3,81**), STH 1187 (-3,09**), Karol (-3,21**), Góral (-5,64**), KR 3813 (-2,19**) i Jawor (-4,85**) (tab. 2). W wyniku przeprowadzonych krzyżowań uzyskano liczne potomstwo, w których uzyskano istotne efekty w skracaniu długości słomy. Najkorzystniejsze efekty stwierdzono w potomstwie kombinacji; Swan Mutant × Fl. nova (-11,96**), Kwant × HA 881/91 (-15,3**), Konradin × (Fl. Nova × Swan Mutant) (-8,61**), STH 1187 × (Caesar × POBW 1406) (-10,19**), Góral × {(Dukat × Fl. Nova) × Swan} (-10,37**) (tab. 2).

Tabela 2

Wartości średnich, efektów kombinacji, odmian i testerów owsa żółto ziarnistego badanych w latach 1993–2000
The means, effects of combinations, varieties and testers of yellow-grain oat in 1993–2000

Kombinacje Combinations	Plon — Yield				Wysokość — Plant height				Kłoszenie — Date of heading			
	liczba rodów no. strains	średnia mean	efekt kombinacji effects of combinations	efekt odmiany effects of strains	liczba rodów no. strains	średnia mean	efekt kombinacji effects of combinations	efekt odmiany effects of strains	liczba rodów no. strains	średnia mean	efekt kombinacji effects of combinations	efekt odmiany effects of strains
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Swan M. × Fl. Nova	15	84,4	7,85**	4,3**	15	88,15	-11,96**	-3,94**	15	39,4	-1,81**	-0,29
Swan M. × Jumbo	4	84,2	7,58**	4,14**	4	93,9	-6,15**	1,87	4	39,3	-1,97**	-0,46
Swan M. × Zlatok × Lockow	3	64,4	-12,16**	-15,61**	3	99,89	-0,23	7,78**	3	40,1	-1,14	0,37
Swan M. × Flemings Nova × KR 81-100	3	68,1	-8,45**	-8,16**	3	101,60	1,43	9,45**	3	41,4	0,1	1,7
Swan M.	25	80,03	3,45**		25	92,1	-8,02**		25	39,72	-1,52**	
Dukat × Fl. N. × Swan	168	83,5	6,93	7,46**	168	106,3	6,19**	5,60**	168	41,04	-0,20	0,97
Dukat × Fl. N × Swan Mutant	231	69,6	-6,99**	-6,6**	434	97,15	-2,97**	-3,56**	434	38,6	-2,61**	-1,44**
Dukat × Mustang × Swan	37	78,3	1,67	2,21	42	105,9	5,86**	5,27**	42	43,8	2,58**	3,75**
Dukat × Bruno	18	73,9	-2,59	-2,06	13	110,8	10,65**	10,06**	13	47,3	6,03**	7,21**
Dukat × Dachs	13	85,2	8,60**	9,14**	13	114,1	13,9**	13,3**	13	43,2	1,93**	3,1**
Dukat × Mustang × Swan	28	78,7	2,16	2,69	28	118,1	17,9**	17,3**	28	42,8	1,58**	2,76**
Dukat × Jawor	—	—	—	—	13	95,1	-5,07**	-5,67**	13	41,4	0,18	1,35
Dukat × German	—	—	—	—	3	94,5	-5,68**	-6,27**	—	—	—	—
Dukat × Murray	—	—	—	—	3	96,8	-3,34**	-3,94**	13	39,4	-1,87**	-0,70
Dukat × Boryna	—	—	—	—	3	96,8	-3,3*	-3,9**	3	39,4	-1,9**	-0,70
Dukat × BLS 26	—	—	—	—	5	96,1	-4,01**	-4,60**	5	39,9	-1,3	-0,10
Dukat × Weisel	—	—	—	—	3	99,7	-0,38	-0,78	3	43,8	2,6**	3,73**
Dukat × SER 14271	—	—	—	—	—	—	—	—	3	42,8	1,56*	2,73**
Dukat × BOA 2595	—	—	—	—	3	93,7	-6,38**	-6,98**	—	—	—	—
Dukat × Santor	—	—	—	—	25	98,01	-2,12	-2,71*	25	41,7	0,48	1,65**
Dukat × Gramena	—	—	—	—	3	96,8	-3,38**	-3,98**	3	40,8	-0,44	0,73
Dukat × Karol	—	—	—	—	10	102,1	1,98	1,38	10	39,1	-2,13**	-0,96
Dukat × Bruno	—	—	—	—	7	102,8	2,71*	2,12	7	42,7	1,41**	2,58**
Dukat × Maro	—	—	—	—	7	99,8	-0,29	-0,88	7	40,5	-0,72	0,44
Dukat	495	76,1	-0,54		880	100,7	0,59		785	40,5	-1,17**	
Konradin × Mustang × Swan	3	71,4	-5,22**	1,55	3	95,2	-4,90**	0,64	3	40,4	-0,81	-1,78*
Konradin × Fl. N × Swan M.	85	72,4	-4,19**	2,58	85	91,5	-8,61**	-3,06**	85	44,5	3,29**	2,32
Konradin × Fl. N. Swan	4	71,9	-4,64**	2,13	4	94,9	-5,15**	0,39	4	40,3	-0,97	-1,95
Konradin × Mustang × Swan M.	72	66,6	-9,99**	-3,22	73	98,1	-2,02	3,52**	73	39,7	-1,55*	-2,53**
Konradin	164	69,8	-6,77**		165	94,6	-5,54**		165	42,2	0,97**	

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
POBW 18 × Alfred	3	80,96	4,37**	1,99	3	105,6	5,43**	3,55**	3	42,76	1,52*	2,44**
POBW 18 × Fl. N. × Swan M.	6	77,97	1,39	-0,99	6	100,22	0,09	-1,77	6	39,1	-2,14	-1,22
POBW 18	9	78,9	2,38**		9	100,5	0,34		9	40,3	-0,92**	
Maro × German	69	75,03	-1,56	0,77	70	101,7	1,61	1,26	45	44,8	3,54**	-1,08
Maro × STH 3330	36	73,1	-3,5*	-1,17	36	97,8	-2,29	-2,64	18	49,5	8,2**	3,57**
Maro × POBW 2010	6	72,4	-4,16**	-1,83	6	101,4	1,27	0,93	6	43,3	2,01**	-2,61**
Maro	111	74,3	-2,33**		112	100,5	0,34		69	45,9	4,63**	
Kwant × HA 881/91	4	76,3	-0,3	7,73**	4	84,3	-15,3**	-11,5**	—	—	—	—
Kwant × KR Nagi	9	70,6	-5,99**	2,03	9	100,1	-0,1	3,75**	9	46,5	5,3**	0,00
Kwant × 01/84/050/30	7	61,5	-15,05**	-7,02**	7	98,04	-2,1	1,73**	—	—	—	—
Kwant	20	68,6	-8,03**		16	96,3	-3,81**		9	46,5	5,3**	
Gramena × Fl. N. × Swan M.	15	66,1	-10,5**	-11,1**	—	—	—	—	7	34,5	6,79**	-5,63**
Gramena × Swan M. × Rhea	4	71,6	-4,97**	-5,59**	4	101,2	1,06	-0,11	—	—	—	—
Gramena × Komes × S.325/81	5	72,7	-3,8**	-5,59**	6	97,4	-2,76*	-3,65*	—	—	—	—
Gramena × Dukat × Fl. N. × Swan	15	81,9	5,36*	4,75**	20	100,1	0,002	-1,18	20	41,9	-0,75**	-1,85**
Gramena × Fl. N. × Swan M. × Dukat	12	88,9	12,27**	11,66**	12	107,9	7,8**	6,6**	12	42,2	0,92	2,03**
Gramena × Dukat × Fl. N. × Swan M.	—	—	—	—	9	99,9	-0,23	-1,41	9	37,7	-3,54**	-2,44**
Gramena × Y-10-6-26	—	—	—	—	22	100,4	0,31	-0,86				
Gramena	51	77,2	0,61		73	101,3	1,18**		48	40,1	-1,1**	
STH 1187 × Fl. n. × Swan M. × Dukat	10	73,4	-3,14*	-6,14**	32	92,8	-7,4**	-4,2**	32	41,3	0,009	-0,17
Gramena × Y-10-6-23	9	81,8	5,23**	2,23	12	102,9	2,8*	5,9**	12	41,3	0,01	-0,16
STH 3330 × Maro	4	86,8	10,21**	7,21**	4	105,6	5,4**	8,5**	4	42,1	0,83	0,65
Gramena × Konradin × Fl. N. × Swan	5	81,02	4,4**	1,43	5	101,3	1,2	4,3**	5	41,5	0,28	0,11
Gramena × Caesar × POBW 1406	5	79,1	2,5	-0,47	5	89,9	-10,19**	-7,1**	5	39,9	-1,31	-1,5
Gramena × STH 1187 × Fl. N. × Komes × POBW	4	79,1	2,54	-0,46	4	94,3	-5,8**	-2,8*	4	40,8	-0,41	-0,59
Gramena × AS 604 × KR-0R	5	81,5	4,9**	1,91	5	101,9	1,8	4,9**	5	41,13	-0,11	-0,29
Gramena × Konradin × F. N. × Swan	—	—	—	—	11	100,2	0,05	3,15**	5	41,33	0,08	0,1
Gramena × Alfred × POBW 2420	—	—	—	—	4	96,4	-3,7**	-0,65	4	45,6	4,3**	4,13**
STH 1187	42	79,6	2,99**		82	97,03	-3,09**	82	41,4	0,18		

c.d. Tabela 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
STH 270 × Fl. N. × Swan	131	84	7,62**	-0,63	133	111,9	11,78**	-0,12	133	42,6	1,36*	0,01
STH 270 × BLS 26	—	—	—	—	—	—	—	—	3	44,3	3,08**	1,74**
STH 270 × Y-10-6-23	12	89,3	12,7**	4,46**	12	112,1	11,98**	0,7	12	41,9	0,75	-0,59
STH 270 × Jawor	3	94,4	17,84**	9,6**	3	117,2	17,02**	5,15**	3	44,3	3,09**	1,74**
STH 270	146	84,3	8,24**	—	148	112,04	11,91**	—	148	42,6	1,35**	—
Karol × Fl. N. × Swan × Dukat	5	91,2	14,64**	8,44**	5	102,9	2,8*	6,01**	5	40,3	-0,91	-0,3
Karol × Dukat × Fl.n. × Swan	8	77,5	0,93	-5,28**	8	93,2	-6,96**	-3,8**	8	40,8	-0,4	0,19
Karol	13	82,8	6,2**	—	13	96,9	-3,21**	—	13	40,63	-0,60*	—
Góral × Dukat × Fl. × Swan	16	86,3	9,75**	1,78	29	89,8	-10,37**	-4,73**	29	43,6	2,37**	0,98
Góral × Fl. n. Swan M × Góral × Dukat	15	82,62	6,03**	-1,92	39	96,8	-3,34*	2,31	39	42,2	0,97**	-0,42
Góral × Sławko	—	—	—	—	4	97,7	-2,47	3,18*	4	42,1	0,81	-0,58
Góral × KR 3813	—	—	—	—	12	97,3	-2,79*	2,85*	12	41,8	0,56	-0,83
Góral	31	84,5	7,95**	—	84	94,5	-5,64**	—	84	42,6	1,39**	—
Santor × STH 3300 × Maro	—	—	—	—	6	99,9	-0,22	1,98	6	39,5	-1,78**	-3,031**
Santor × Fl.n. Swan M. × Dukat	—	—	—	—	31	97,02	-3,1*	-0,91	31	42,9	1,66*	0,39
Santor × Dukat × Fl. × Swan	—	—	—	—	17	98,8	-1,36	0,83	17	44,6	3,33**	2,07**
Santor × KR 3813	—	—	—	—	10	96,8	-3,32*	-1,12	10	42,7	1,46*	0,20
Santor × Dukat	—	—	—	—	25	98,01	-2,12	0,08	25	41,7	0,48	-0,78
Santor × POBW 14411	—	—	—	—	7	99,6	-0,57	1,62	7	40,8	-0,44	-1,69*
Santor	—	—	—	—	96	97,9	-2,19**	—	96	42,5	1,26**	—
KR 3813 × Skrzat	—	—	—	—	4	98,9	-1,22	2,7	4	43,3	2,06**	1,16
KR 3813 × Góral	—	—	—	—	12	97,3	-2,8*	1,09	12	41,8	0,56	-0,34
KR 3813 × POB 3295	—	—	—	—	3	95,4	-4,7**	-0,8	3	42,5	1,23	0,33
KR 3813 × BOA 3295	—	—	—	—	9	95,2	-4,9**	-1,1	9	42,2	1,01	0,10
KR 3813 × SER 14271	—	—	—	—	9	94,3	-5,8**	-1,9	9	41,2	0,01	-0,89
KR 3813 × Santor	—	—	—	—	10	96,8	-3,3*	0,6	10	42,7	1,46*	0,56
KR 3813	—	—	—	—	47	97,9	-2,19**	—	47	42,1	0,901**	—
Jawor × POBW 1889	—	—	—	—	6	94,9	-5,22**	-0,37	6	39,8	-1,44*	-2,47**
Jawor × STH 270	—	—	—	—	5	98,8	-3,32*	1,53	5	44,8	3,56**	2,53**
Jawor × Dukat	—	—	—	—	4	93,9	-6,22**	-1,37	4	42,8	1,56*	0,53
Jawor	—	—	—	—	15	95,3	-4,85**	—	15	42,3	1,03**	—
Średnia — Mean	—	76,59	—	—	—	100,12	—	—	—	41,2	—	—
NIR _(0,05) — LSD _(0,05) (dla testerów)	—	—	2,099	—	—	—	1,617	—	—	—	0,824	—
NIR _(0,05) — LSD _(0,05) (dla efektów)	—	—	4,209	—	—	—	3,804	—	—	—	1,882	—

Jednak silnym efektem w skracaniu długości słomy u wyżej wymienionych kombinacji towarzyszą na ogół niekorzystne efekty w plonowaniu.

Dwie kombinacje Swan Mutant $\times$ Fl. Nova oraz Swan Mutant $\times$ Jumbo przełamały tę niekorzystną zależność (tab. 2). Charakteryzują się one zarówno korzystnymi efektami wartości kombinacyjnej dla plonu, jak i wysokości.

Podobnie jak skrócenie słomy do cenionych przez producentów walorów owsa żółtoziarnistego należy przyspieszenie wczesności wyrzucania wiech. Wcześniejsze kłoszenie wiech zmniejsza zagrożenie chorobami, a wcześniejsze dojrzewanie polepsza organizację prac w czasie żniw.

Spośród 14 analizowanych odmian i rodów owsa wybranych jako testery wczesności kłoszenia, korzystne, ujemne efekty stwierdzono dla 5 testerów; Swan Mutant (-1,52**), Dukat (-1,52**), POBW 18 (-0,92**), Gramena (-1,1**) i Karol (-0,60**) (tab. 2). Tylko jeden tester Swan Mutant w potomstwie kombinacji Swan Mutant $\times$ Jumbo (-1,97**) przełamuje niekorzystny efekt odmiany Jumbo (1,87**). Na ogół testery współdziałają z odmianami kumulując efekty korzystne w potomstwie. Szczególna uwaga należy się następującym kombinacjom; Dukat $\times$ (Fl. Nova $\times$ Swan Mutant), (-2,61**), Konradin $\times$ (Mustang $\times$ Swan Mutant) (-1,55**), Gramena $\times$ (Fl. nova $\times$ Swan) (-6,73**), Gramena $\times$ (Dukat $\times$ Fl. Nova $\times$ Swan Mutant) (-3,54**) (tab. 2), u których w potomstwie wystąpiły istotne korzystne efekty zdolności kombinacyjnej.

Należy jednak podkreślić, że różnice pomiędzy istotnymi wartościami efektów statystycznych są niewielkie, zatem należy przypuszczać, że proces przyspieszania kłoszenia zapewne osiągnął kres możliwości biologicznych gatunku, poza którym można spodziewać się silnej depresji innych cech szczególnie plenności.

W koniecznych i uzasadnionych ekonomicznie przypadkach można ewentualnie rozważyć zastosowanie chemicznych środków w celu przyspieszenia wczesności jak również skróceniu długości słomy. Brak jest jednak danych w tym zakresie opartych o ścisłe badania.

Podsumowując uzyskane wyniki nad zdolnością kombinacyjną odmian i rodów owsa żółtoziarnistego należy zauważyć, że na ogół najlepsze pod względem plenności rody i odmiany w kombinacjach nie są równocześnie dobrymi komponentami dla skracania długości słomy i przyspieszania kłoszenia. Wyjątek stanowią kombinacje Swan Mutant $\times$ Fl. Nova oraz Swan Mutant $\times$ Jumbo w potomstwie, których obserwuje się korzystne podwyższenie plonu, skrócenie słomy i wczesności kłoszenia. Nie stwierdzono natomiast takiego przypadku dla owsa białoziarnistego (Śmiałowski i in., 1999) oraz nagoziarnistego (Śmiałowski i in., 2000). Zatem wytwarzanie i wyodrębnianie form przełamujących te niekorzystne zależności powinny stanowić nadal cel prowadzonych prac hodowlanych i badawczych.

WNIOSKI

1. Wykonana analiza statystyczno genetyczna obejmująca ponad tysiąc rodów i odmian owsa żółtoziarnistego pozwoliła wyodrębnić grupę odmian dobrze przekazujących na

- potomstwo cechy plenności, krótszej słomy i wcześniejszego wyrzucania wiech. Również ujawniła szereg form, których wykorzystanie w krzyżowaniach może pogorszyć omawiane cechy.
2. W hodowli owsa żółtoziarnistego ukierunkowanej na wysoką plenność godnymi uwagi są kombinacje; STH 270 × Jawor, Gramena × {(Fl.n. × Swan Mutant) × Dukat}, Góral × {(Dukat × Fl. N.) × Swan Mutant}, Dukat × Dasch, STH 1187 × (STH 3330 × Maro), Swan Mutant × Flemings Nova oraz Swan Mutant × Jumbo, w celu skrócenia słomy; Swan Mutant × Fl. Nova, Kwant × HA 881/91, Konradin × (Fl. N × Swan Mutant), STH 1187 × (Caesar × POBW 1406), Góral × {(Dukat × Fl. N.) × Swan}, dla wczesności kłoszenia kombinacje; Dukat × (Fl. Nova × Swan Mutant), Konradin × (Mustang × Swan Mutant), Gramena × (Fl. Nova × Swan), Gramena × (Dukat × Fl. Nova × Swan Mutant).
 3. Wykonana analiza statystyczno-genetyczna dla mieszańców owsa żółtoziarnistego w oparciu o pokolenia F₅–F₈ badane w kilkuletnich doświadczeniach hodowlanych zastosowana do oceny zdolności kombinacyjnej ich form rodzicielskich okazała się przydatna dla praktycznej hodowli. Uzyskane wyniki mogą stanowić cenną wskazówkę dla tworzenia nowych programów hodowlanych w oparciu o zbadane formy owsa.

LITERATURA

- Kalashnik N. A., Portjanko W. A., Bogachkov W. J. 1985. Selekcionno-geneticheskij analiz produktivnosti gibridov owsa. Jun. Genetika: 1722 — 1730.
- Kox D. J., Frey K. J. 1984. Combining Ability and the Selection of parents for inter specific oat matings. Crop.Sci.t.24: 963 — 967.
- Muehlbauer F. J., Marshall H. G., Hill R. R Jr. 1971. Combining ability, heritability, and cytoplasmic effects in oats. Crop Sci. vol. 11: 376 — 378.
- Rezai A., Frey K. 1988. Variation in relation to geographical distribution of wild oats. Euphytica 39: 113 — 118.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2001. Interrelationships, variability and heritability of the important traits of oat (*Avena sativa* L) varieties and strains. XIV Zjazd PTG Poznań 2001: 228.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Nita Z. 1999. Zdolność kombinacyjna rodów i odmian owsa na podstawie oceny kilku cech. Część I. Owies białoziarnisty, (*Avena sativa* L. var *aristata*). Biul. IHAR 210: 53 — 59.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Nita Z. 2000. Combining ability of the parental forms of the naked-grain oat (*Avena sativa* L. var. *nuda*) based on evaluation of some traits in cultivars. Plant Breeding and Seed Science 44: 29 — 36.

MARIA MOŚ**ANDRZEJ ZIELIŃSKI**Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza w Krakowie

Wpływ warunków przyspieszonego starzenia na zdolność kiełkowania i wigor ziarna owsa nieoplewionego i oplewionego

The influence of accelerated ageing conditions on germinability and vigour of naked and husked oats

Po przeprowadzeniu testu przyspieszonego starzenia w temperaturze 41, 42, 43, 44 lub 45°C przez okres 48 lub 72 h badano zdolność kiełkowania i wigor (oznaczano go również metodą konduktometryczną) ziarniaków odmiany nieoplewionej Akt i oplewionej Farys oraz rodów CHD 2980/96, STH 7243, POBW 481/87. Stwierdzono zróżnicowaną reakcję ziarniaków nieoplewionych i oplewionych na zastosowane warunki. Najwyższy spadek zdolności kiełkowania, do poziomu poniżej 10%, zaobserwowano u ziarniaków nieoplewionych odmiany Akt przechowywanych przez 72 h w temperaturze 45°C. Słabszą reakcję stwierdzono u odmiany oplewionej Farys, u której zdolność kiełkowania obniżyła się w tych samych warunkach do 17,7%. Wigor oznaczony na podstawie długości pierwszego liścia i najdłuższego korzenia kształtował się podobnie do zdolności kiełkowania. Ziarniaki poddano testowi przyspieszonego starzenia w temperaturze 44°C przez okres 0, 24, 48, 72 i 96 h. W miarę przedłużania warunków przyspieszonego starzenia obserwowano wzrost wartości elektroprowadnictwa eksudatów, od 144,7 do 493,4 $\mu\text{S cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, wyższy u ziarniaków nieoplewionych.

Słowa kluczowe: nieoplewiony owies, oplewiony owies, wigor, zdolność kiełkowania

Germinability and vigour of grains of naked oat cv. Akt and husked oat cv. Farys subjected to the accelerated ageing at temperatures of 41, 42, 43, 44 and 45°C for 48 or 72 h were evaluated. The naked and husked grains reacted in a different manner to the conditions applied. The greatest decrease of germinability, even below 10%, was observed with the grains of cv. Akt exposed to 45°C for 72 h. Under the same conditions, the reaction of cv. Farys was not so strong, and its germinability decreased to 17.7%. The differences in the vigour of grains, determined on the base of both the first leaf length and the longest root, were comparable to those in the germinability. Vigour was also determined by the conductometric method for the naked cultivar Akt and the CHD 2980/96, STH 7243, POBW 481/87 strains, as well as for the husked cultivar Farys. The grains were exposed to the accelerated ageing test at the temperature of 44°C during 0–96 hours. Electrical conductivity depended on the exposure time. It was higher when the time of exposure longer and varied from 144.7 to 493.4 $\mu\text{S cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. In naked grains the values were higher.

Key words: germination ability, husked oats, naked oats, vigour

WSTĘP

Owies nieoplewiony charakteryzuje się w porównaniu z formą oplewioną, wyższą wartością odżywczą, większą zawartością tłuszczu (8,25%) oraz białka o 20–40%. Białko owsa nieoplewionego wg Nity i Orłowskiej-Job (1996), posiada najwyższą wartość biologiczną wśród zbóż. Jednocześnie ziarniaki nieoplewione w większym stopniu narażone są na uszkodzenia mechaniczne podczas zbioru i omłotu (Valentine, Hale, 1990; Peltonen-Sainio i in., 2001) oraz na infekcję chorób grzybowych i szkodników (Sinha i in., 1979 a, 1979 b). Czynniki te mogą być przyczyną obniżonej zdolności kiełkowania i wigoru (Valentin, Hale, 1990). Można również spodziewać się szybszego spadku tych parametrów podczas przechowywania.

W metodyce oceny wigoru wg ISTA (Hampton, TeKrone, 1995) test przyspieszonego starzenia (AA) stosowany jest w zakresie temperatur od 40 do 45°C przez okres 24 do 96 h. Dla owsa temperatura i okres działania warunków przyspieszonego starzenia nie zostały dokładnie sprecyzowane.

Badania miały na celu porównanie zmian zdolności kiełkowania i wigoru ziarniaków nieoplewionych i oplewionych odmian owsa pod wpływem różnych temperatur i okresu przechowywania w warunkach przyspieszonego starzenia.

MATERIAŁ I METODY

Wpływ temperatury i okresu przechowywania na zdolność kiełkowania i wigor oznaczony na podstawie długości pierwszego liścia i najdłuższego korzenia zbadano dla odmiany nieoplewionej Akt i oplewionej odmiany Farys. Ziarniaki do badań pochodziły ze zbioru doświadczeń obserwacyjnych prowadzonych w 2000 i 2001 roku w SD Prusy k/Krakowa. Dla uzyskania warunków przyspieszonego starzenia ziarniaki przechowywano w wilgotności zbliżonej do 100% w temperaturze 41, 42, 43, 44, 45°C przez okres 48 i 72 h. Następnie wysiewano po 100 ziarniaków do kiełkowników Szmala w 4 powtórzeniach.

Zdolność kiełkowania oznaczono po 10 dniach oraz wykonano pomiary długości pierwszego liścia i najdłuższego korzenia normalnie wykształconych siewek. W tym samym terminie oznaczono zdolność kiełkowania i wigor ziarniaków kontroli, które przechowywano w temperaturze magazynowej.

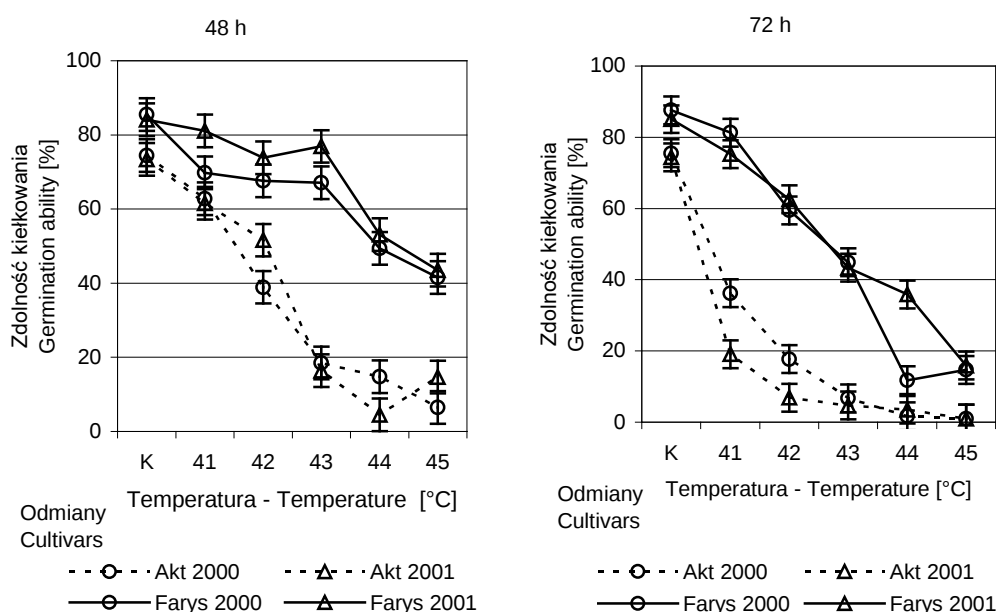
Wpływ okresu przechowywania w warunkach przyspieszonego starzenia na wigor ziarniaków oplewionych i nieoplewionych określono również metodą konduktometryczną. Badania przeprowadzono dla ziarniaków odmiany nieoplewionej Akt i rodów CHD 2980/96, STH 7243, POBW 481/87, a także odmiany oplewionej Farys, które zebrano w 2001 roku z doświadczeń obserwacyjnych pochodzących ze SD Prusy k/Krakowa. Ziarniaki odmiany oplewionej Farys zostały obłuskane. Ziarniaki do oceny metodą konduktometryczną przechowywano w wilgotności zbliżonej do 100% w temperaturze 44°C przez okres 0, 24, 48, 72 i 96 h. Elektroprzewodnictwo eksudatów zmierzono konduktometrem Elmetron CC-551. Zgodnie z metodyką ISTA (Hampton, TeKrone, 1995) oznaczenia wykonano dla każdej kombinacji w 4 powtórzeniach po 50 ziarniaków,

które zalewano 200 ml zdejonizowanej wody na okres 24 h. Po tym czasie oznaczono elektroprzewodnictwo eksudatów.

Badane wyniki opracowano statystycznie. Dla zdolności kiełkowania, długości pierwszego liścia i najdłuższego korzenia przeprowadzono dwuczynnikowe analizy wariancji, w których uwzględniono temperatury i odmiany. W metodzie konduktometrycznej badanymi czynnikami był okres przechowywania ziarniaków i odmiany.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza statystyczna wyników wykazała istotny wpływ zastosowanych temperatur i odmian na obniżenie zdolności kiełkowania (rys. 1) i wigoru określonego na podstawie długości pierwszego liścia i najdłuższego korzenia.

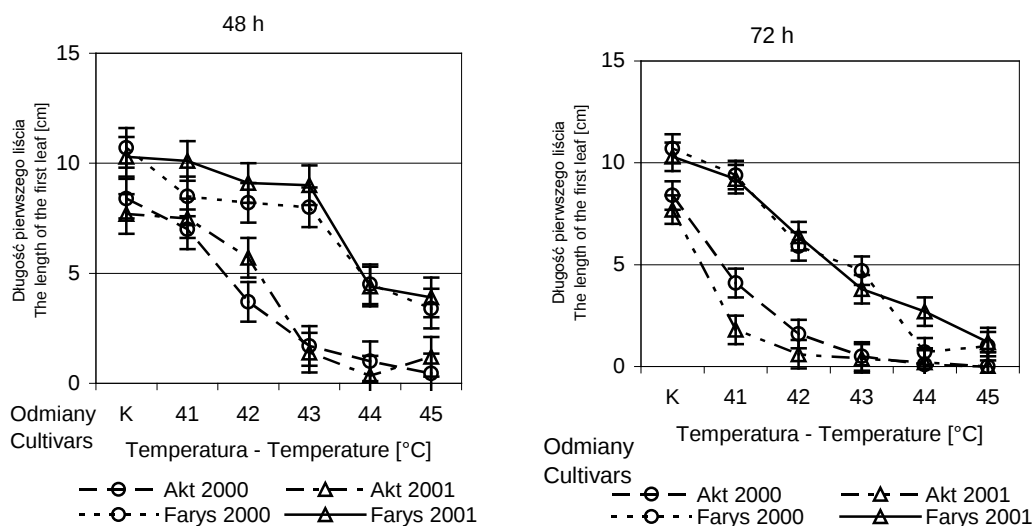


Rys. 1. Wpływ temperatury i czasu działania testu przyspieszonego starzenia na zdolność kiełkowania ziarniaków owsa nieoplewionego odmiany Akt i oplewionego odmiany Farys pochodzących ze zbioru w 2000 i 2001 roku

Fig. 1. The influence of temperature and of the duration of the accelerated ageing test on grain germinability of naked oat cv. Akt and husked oat cv. Farys harvested in 2000 and 2001

Średnia zdolność kiełkowania kontroli wynosiła 80,0%, natomiast ziarniaków przechowywanych przez okres 48 h w badanych temperaturach 41–45°C obniżyła się od 69,1 do 24,5%. Przedłużenie tego okresu do 72 h wpłynęło na większy spadek zdolności kiełkowania od 53,2 do 6,2%. Zaobserwowano również istotne różnice w reakcji ziarniaków oplewionych i nieoplewionych na warunki przyspieszonego starzenia. Zdol-

ność kiełkowania ziarniaków nieoplewionej odmiany Akt po 48 h obniżyła się do 33%, natomiast u oplewionej odmiany Farys spadek zdolności kiełkowania był niższy. Średnie wartości wahały się od 64,1–69,6%. Znacznie wyższy spadek zdolności kiełkowania obserwowano u ziarniaków przechowywanych przez okres 72 h w warunkach stresowych podwyższonej temperatury i wilgotności.



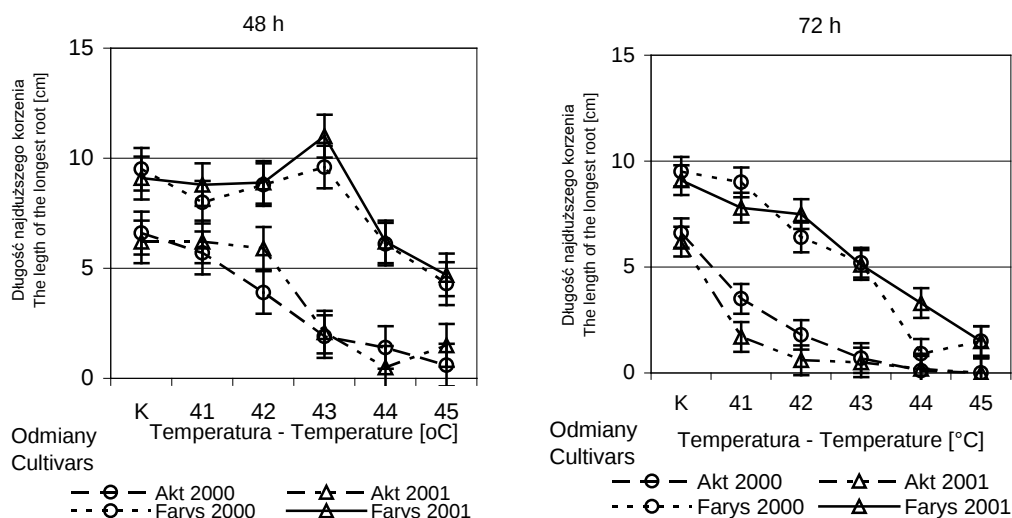
Rys. 2. Wpływ temperatury i czasu działania testu przyspieszonego starzenia na długość pierwszego liścia 10-dniowych siewek owsa nieoplewionego odmiany Akt i oplewionego odmiany Farys pochodzących ze zbioru w 2000 i 2001 roku.

Fig. 2. The influence of temperature and of the duration of the accelerated ageing test on the length of the first leaf in 10-day old seedlings of naked oat cv. Akt and husked oat cv. Farys harvested in 2000 and 2001

Średnia zdolność kiełkowania ziarniaków odmiany Akt wahała się od 13,6 do 18,0%, natomiast odmiany Farys od 49,7 do 53,3%. Wyniki te są zgodne z badaniami White i wsp. (1997), którzy stwierdzili u nieoplewionych odmian owsa i jęczmienia przechowywanych w podwyższonej temperaturze i wilgotności większy spadek zdolności kiełkowania w porównaniu do odmian oplewionych. Za jedną z przyczyn obniżenia zdolności kiełkowania autorzy uważają większe porażenie ziarniaków nieoplewionych przez choroby grzybowe. Podobne problemy występują u tymotki łąkowej. W obrębie odmian występują genotypy o zróżnicowanej skłonności do utraty plewek podczas omłotu. Według Binka i Moś (1993) nieoplewione ziarnaki tymotki łąkowej charakteryzują się niższą zdolnością kiełkowania w porównaniu do zdolności kiełkowania ziarniaków oplewionych niezależnie od odmiany, roku zbioru i okresu przechowywania.

Podobną tendencję spadku wigoru oznaczonego na podstawie długości pierwszego liścia i najdłuższego korzenia pod wpływem wzrostu temperatury i przedłużającego się okresu przechowywania w wysokiej wilgotności zaobserwowano u ziarniaków badanych

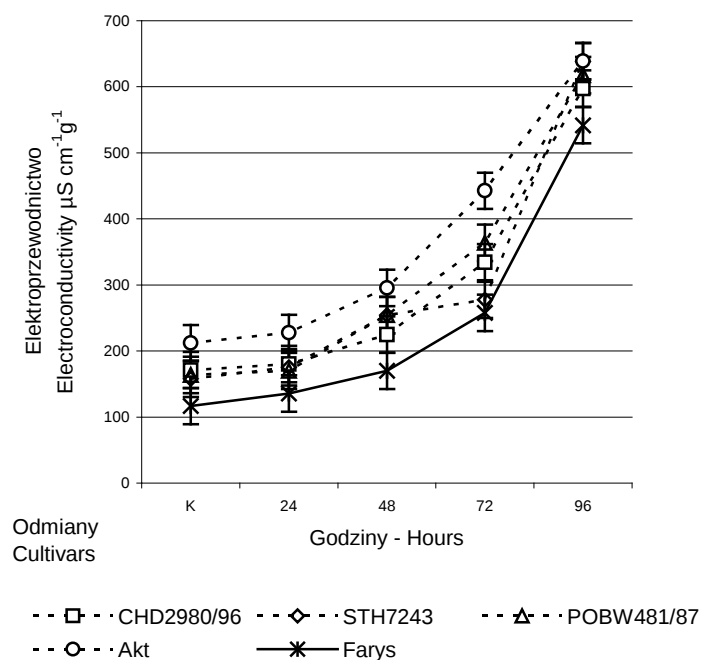
odmian. (rys. 2, 3) Reakcja na warunki stresowe u ziarniaków nieoplewionych odmiany Akt była znacznie silniejsza w porównaniu do ziarniaków odmiany oplewionej Farys. Istotne różnice zdolności kiełkowania i wigoru wynikające z wpływu roku zbioru zaobserwowano tylko po 72 h testu przyspieszonego starzenia u odmiany Akt. Ziarniaki pochodzące ze zbioru w 2001 roku istotnie silniej zareagowały na warunki przyspieszonego starzenia spadkiem zdolności kiełkowania w temperaturze 41°C do 19,0%, podczas gdy ziarniaki tej samej odmiany pochodzące ze zbioru w 2000 roku charakteryzowały się zdolnością kiełkowania 36,2%. U ziarniaków oplewionej odmiany Farys nie stwierdzono wpływu roku zbioru na zdolność kiełkowania i wigor.



Rys. 3. Wpływ temperatury i czasu działania testu przyspieszonego starzenia na długość najdłuższego korzenia 10- dniowych siewek owsa nieoplewionego odmiany Akt i oplewionego odmiany Farys pochodzących ze zbioru w 2000 i 2001 roku

Fig. 3. The influence of temperature and of the duration of the accelerated ageing test on the length of the longest root in 10-day old seedlings of naked oat cv. Akt and husked oat cv. Farys harvested in 2000 and 2001

W ocenie wigoru metodą konduktometryczną uwzględniono 3rody nieoplewione (CHD 2980/96, STH 7243, POBW 481/87) i odmianę Akt oraz oplewioną odmianę Farys, której ziarniaki obłuskano. Analiza wariancji wykazała istotny wpływ okresu działania testu przyspieszonego starzenia, odmiany oraz współdziałania badanych czynników na wartości elektroprzewodnictwa eksudatów (rys. 4).



Rys. 4. Elektroprzewodnictwo eksudatów ziarniaków owsa nieoplewionego Akt i rodów: CHD 2980/96, STH 7243, POBW 181/87 oraz obłuskanego odmiany Farys po zastosowaniu testu przyspieszonego starzenia w temperaturze 44°C przez okres 24–96 h

Fig. 4. Electroconductivity of exudates in the grains of naked oat cv. Akt, husked oat cv. Farys and CHD 2980/96, STH 7243, POBW 181/87 strains after exposure to 44° for different time in the accelerated ageing test

Średnie wartości elektroprzewodnictwa wahały się od 144,7 do 493,4 $\mu\text{S cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. Nie stwierdzono istotnych różnic w wypływie eksudatów pomiędzy kontrolą i ziarniakami poddanymi testowi AA przez okres 24 h. Tak krótki okres przechowywania ziarniaków w temperaturze 44°C i wilgotności zbliżonej do 100% spowodował ich pobudzenie, dlatego nie zwiększył się wypływ elektrolitów. Podobne wyniki, a nawet zmniejszenie wycieku elektrolitów uzyskali Moś i wsp. (2000) u ziarniaków z porostem ukrytym u pszenżyta ozimego oraz Parera, Cantliffe (1994) u pobudzonych ziarniaków kukurydzy. Najwyższe wartości elektroprzewodnictwa eksudatów obserwowano u ziarniaków poddanych działaniu warunków stresowych przez okres 96 h. Istotne współdziałanie badanych czynników wskazuje na niejednakową reakcję odmian i rodów na okres działania testu przyspieszonego starzenia. Najniższym wypływem eksudatów we wszystkich kombinacjach, mimo usunięcia plewek bezpośrednio przed poddaniem ziarniaków testowi przyspieszonego starzenia charakteryzowała się odmiana Farys. Najwyższe wartości elektroprzewodnictwa obserwowano u odmiany Akt. U pozostałych rodów

o nieoplewionych ziarniakach wraz z przedłużaniem okresu działania testu AA obserwowano różnicowany wzrost wartości elektroprzewodnictwa.

WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki wykazały zróżnicowaną reakcję odmian oplewionych i nieoplewionych na warunki przyspieszonego starzenia.
2. Pod wpływem warunków przyspieszonego starzenia zdolność kiełkowania odmiany nieoplewionej Akt obniżyła się średnio o 32 do 40%, a wigor oznaczony metodą konduktometryczną średnio o 50 do 105 $\mu\text{S cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ w porównaniu do odmiany oplewionej Farys.
3. Przeprowadzone badania wskazują na mniejszą przydatność do przechowywania ziarniaków odmian nieoplewionych.
4. Zastosowanie temperatury 42 do 44°C i czasu 48 h może być zalecane dla stosowania testu przyspieszonego starzenia zarówno dla ziarniaków owsa form oplewionych jak i nieoplewionych.

LITERATURA

- Binck A., Moś M. 1993. Analiza źródeł zmienności zdolności kiełkowania ziarniaków tymotki łąkowej. Biul. IHAR. 188: 249 — 253.
- Hampton J. G., TeKrony D. M. 1995. Handbook of vigour test methods. ISTA, Zurich, Switzerland.
- Moś M., Binck A., Wójtowicz T. 2000. Estimation of seed vigour in winter triticales using the conductivity method. Acta Agr. et Silv. Ser. Agraria. XXXVIII: 27 — 33.
- Nita Z., Ormowska-Job W. 1996. Hodowla owsa nagoziarnistego w Zakładzie Doświadczalnym HAR w Strzelcach. Biul. IHAR 197: 141 — 145.
- Parera C. A., Cantliffe D. J. 1994. Presuming seed treatments of enhance superseed sweet corn seed and seedling quality. Hort. Sci. 29: 277 — 278.
- Peltonen-Sainio P., Muurinen S., Vilppu M., Rajala A., Gates F., Kirkkari A. M. 2001. Germination and grain vigour of naked oat in response to grain moisture at harvest. J. Agric. Sci. 137: 147 — 156.
- Sinha R. N., White N. D. G., Mills J. T., McKenzie R. I. 1979 a. Storability of farm-stored hull-less oats in Manitoba Can. J. Plant Sci. 59: 949 — 957.
- Sinha R. N., White N. D. G., Wallace H. A. H., McKenzie R. I. 1979 b. Effect of moisture content on viability and infestation of hull-less Terra oats in storage. Can. J. Plant Sci. 59: 911 — 916.
- Valentine J., Hale O. D. 1990. Investigations into reduced germination of seed of naked oats. Plant Varieties and Seeds 3: 21 — 30.
- White N. D. G., Hulasare R. B., Jayas D. S. 1999. Effects of storage conditions on quality loss of hull-less and hulled oats and barley. Can. J. Plant Sci. 79: 475 — 482.

JAN MOUDRÝ
JAN MOUDRÝ jr.
ZDENĚK ŠTĚRBA
JAN BÁRTA

University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice

Comparison of yield and panicle productivity of hulled (*Avena sativa* L.) and naked (*Avena nuda* L.) oats*

Porównanie plonu i produktywności wiechy u owsa oplewionego (*Avena sativa* L.) i nagiego (*Avena nuda* L.)

To evaluate oat yield and determine grain yield components, three cultivars of hulled oat and three cultivars of naked oat were tested in field trials in the years 1999–2001. The experiments were carried out at four locations. The yield of naked oats reached 74% of that of hulled oats, but the production of nude grains was higher by 23% in naked oats. The productivity of panicles is the crucial trait affecting oat yield. Hulled cultivars, as compared with naked oats, produced a greater number of spikelets and a greater number of grains per panicle, respectively by 4.2 and 6.2 on average. The weight of 1000 grains produced by hulled cultivars was higher by 14%, but the percentage of the husks covered about 25% of the whole grain mass. The percentage of nude grains in the naked cultivars was higher (85%) than that in the hulled cultivars (50%).

Key words: hulled oats, naked oats, yield, panicle, productivity

W latach 1999–2001 przeprowadzono polowe doświadczenia, w których porównano plon 3 odmian owsa oplewionego i 3 odmian owsa nieoplewionego oraz określono rolę poszczególnych elementów plonotwórczych. Ocenę prowadzono w czterech miejscowościach. Owies nieoplewiony plonował średnio na poziomie 74% plonu owsa oplewionego, jednakże plon czystego ziarna owsa nieoplewionego był wyższy o 23% od plonu ziarna owsa oplewionego po obłuszczeniu. Zasadniczy wpływ na plon ziarna miała wydajność wiech. Owies oplewiony charakteryzował się większą liczbą kłosek i większą liczbą ziaren w wieszce niż owies nieoplewiony, średnio — odpowiednio — o 4,2 i 6,2. Ciężar 1000 ziaren owsa oplewionego był większy o 14%, jednakże zawartość łuski wynosiła w nich ok. 25% ogólnej masy ziarna. Stąd procentowy udział czystego ziarna był wyższy w plonie owsa nieoplewionego (85%) niż w plonie owsa oplewionego (50%).

Słowa kluczowe: owies oplewiony, owies nieoplewiony, plon, wiecha, wydajność

* This project was supported by grant: MSM 122200002/2

INTRODUCTION

The main difference between naked and hulled oats is that in the separation of grains and hulls during threshing. Moreover, naked oats may be used in monogastric feeding without the necessity of grain husking. In the Czech Republic, the main areas of utilization of naked oats are food industry and feeding (feed mixtures for breeding and young animals).

The absence of husks, which in hulled cultivars cover about 25% of the whole grain weight, is the reason for the lower yields of naked oats. The net yield of naked grain obtained with both kinds of oat is rather similar. The absence of husks is the feature that is linked with the oat ability to produce a higher number of florets, which makes possible to assume a higher potential yield. However, oat grains are limited in their development in a panicle, which is due to the considerable reduction of florets. The effect of a great number of florets upon the grain uniformity is undesirable. Insufficiently developed grains are more readily infested by fungal diseases, and the infection results in the appearance of „black“ or „rotten“ grains. The presence of such grains decreases both the sensory and hygienic/medicinal quality of oat food. On the other hand, characteristic of hulled oats is a considerable microbial activity among the loosed hulls. The fungi representing the genus *Fusarium* produce a wide range of toxic metabolites. They are the most harmful microorganisms among those occurring on the grains.

The studies on the oat panicle productivity have so far been conducted, among others, by Peltonen and Sainio (1991), Moudrý and Nýdl (1992) and Chapko and Brienkmann (1991). In this work, the yields of naked oats and hulled oats grown at two locations in Austria and in two locations in the Czech Republic are compared. Moreover, the yield components have been determined.

MATERIALS AND METHODS

Three cultivars of hulled oat (*Avena sativa* L. — Auron, Edmund, Expander) and three cultivars of naked oat (*Avena nuda* L. — Abel, Izak, Salomon) were tested in field trials in the years 1999–2001 at two experimental locations in Austria (Lambach and Freistadt) and at two locations in the Czech Republic (Humpolec and České Budějovice). After harvest, the yield of grain and three yield elements (panicle structure, occurrence of black and rotten grains) were evaluated. The methods of evaluation were as reported by Moudrý (2002).

RESULTS AND DISCUSSION

The yield of grain of naked oat cultivars (4.3 t/ha on average) reached 74% of that of hulled cultivars. However, the net production of oat grain (after removing the hulls to obtain “oat rice”) was higher with naked oat cultivars by approx. 23%. This was because of the higher rate of yield recovery (85% in naked oats vs. 50% in hulled oats). Thus, as regards the yield of oat rice, the naked oat cultivars were found to be more suitable than the hulled cultivars for cultivation under growing conditions of Austria and the Czech Republic.

The higher grain yields of hulled cultivars, as compared with those of naked cultivars, were found to be determined by all the three yield components. The density of hulled oat growth (15 panicles/m²) was higher by 6% than that of naked oats. The coefficient of productive tillering in oats was, in general, very low (1.18 panicles per plant), and there were only slight differences between cultivars. The lower density of naked oats was due to the low rate of field germination and a relatively high sensitivity to damage. In the process of differentiation of shoot apex, the naked oat plants constituted longer panicles than did hulled oat plants, whereas the differentiation of levels, branches and spikelets was more intensive in hulled oats. The number of spikelets per panicle was in naked oats lower than in hulled oats by 4.2 on average. The low number of differentiated spikelets was compensated by a higher level of their productivity. The number of spikelets was found to be the most important component of the panicle structure, of those influencing the yield of grains. A number of grains per panicle produced by hulled cultivars (6.2) was greater (by 10%) than that produced by naked oats. Among the evaluated cultivars, a hulled cv. Expander was the most productive one (73.8 grains per panicle), whereas a naked cv. Salomon produced the smallest number of grains (54.7). However, a high number of grains per panicle resulted in the decreasing of their weight. The lowest TGW factor (a thousand grains weight) was recorded with cv. Expander, i.e. with the cultivar that produced the greatest number of grains per panicle. On the contrary, the TGW for cv. Salomon had the highest value. In general, the TGW for hulled cultivars (3.8 g) was by 14% higher than that for naked cultivars. However, after taking into account the share of the hulls (25%) in the hulled oat grain, the net production was assessed to be higher in naked oats.

Table 1

Correlation matrix between yield parameters in a husked oat panicle
Macierz korelacji między parametrami plonu wiechy owsa oplewionego

	DL	PP	PV	PKL	PZ	PPK	HZ	PZ/PKL
DL		0,156**	0,332**	0,209**	0,359**	0,278 **	0,083**	0,062
PP	0,156**		0,166**	0,421**	0,319**	-0,238**	0,011	-0,035
PV	0,332**	0,167**		0,565**	0,487**	0,046	0,095**	0,007
PKL	0,209**	0,421**	0,565**		0,758**	-0,197**	0,082**	-0,116**
PZ	0,359**	0,320**	0,487**	0,758**		-0,036	0,112**	0,130**
PPK	0,278**	-0,238**	0,046	-0,197**	-0,036		0,022	0,049
HZ	0,083**	0,011	0,095**	0,082**	0,112**	0,0223		0,018
PZ/PKL	0,062*	-0,035	0,0068	-0,116**	0,130**	0,049	0,018	

DL — Length of panicle, PP — Number of whorls, PV — Number of branches

DL — Długość wiechy, PP — liczba baldaszków, PV — Liczba rozgałęzień

PKL — Number of spikelets, PZ — Number of grains, PPK — Number of dry spikelets

PKL — Liczba kłosek, PZ — liczba ziaren, PPK — Liczba kłosek suchych

HZ — Weight of grains per panicle

HZ — Ciężar ziaren z jednej wiechy

The development of particular yield-affecting elements and their compensation were significantly influenced by climatic conditions. During the initial differentiation of oat panicles, a sufficient amount of rainfall and lower temperatures in April and May were recorded. The crucial element affecting the panicle productivity, i.e. a number of spikelets, was mainly influenced by the year of cultivation, but also by oat cultivar and the trial

location. The hulled cultivars, as compared with the naked ones, showed a lower variation in panicle productivity.

The main factor affecting the occurrence of black grains were climatic conditions. The influence of both the trial location and cultivar was also significant. The higher number of black grains was recorded with cv. Izak (7.1%), whereas the lowest one with cv. Abel. A relatively weak positive correlation ($r = 0.341^{***}$) between the number of grains per panicle and the occurrence of black grains was found.

Table 2

Correlation matrix between yield parameters in a naked oat panicle
Macierz korelacji między parametrami wiechy owasa nagiego

	DL	PP	PV	PKL	PZ	PCZ	HZ	PZ/PKL
DL		0,467**	0,583**	0,675**	0,474**	0,323**	0,048	-0,100**
PP	0,467**		0,448**	0,461**	0,490**	0,248**	0,074**	0,198**
PV	0,583**	0,448**		0,735**	0,565**	0,363**	0,051	-0,034
PKL	0,675**	0,461**	0,735**		0,724**	0,336**	0,067*	-0,116**
PZ	0,474**	0,490**	0,565**	0,724**		0,341**	0,094**	0,577**
PPK + PCZ	0,323**	0,248**	0,363**	0,336**	0,341**		0,008	0,116**
HZ	0,048	0,074**	0,051	0,067*	0,094**	0,008		0,057*
PZ/PKL	-0,100**	0,198**	-0,034	-0,116	0,577**	0,116**	0,057*	

DL — Length of panicle, PP — Number of whorls, PV — Number of branches

DL — Długość wiechy, PP — Liczba baldaszków, PV — Liczba rozgałęzień

PKL — Number of spikelets, PZ — Number of grains, PCZ — Number of black grains

PKL — Liczba kłosek, PZ — Liczba ziaren, PCZ — Liczba szerniałych ziaren

HZ — Weight of grains per panicle; HZ — Ciężar ziaren z jednej wiechy

REFERENCES

- Burrows V. D. et al. 2001. Groat yield of naked and covered oat. *Can. J. Plant Sci.* 81: 727 — 729.
- Chapko L. B., Brienkmann M. A. 1991. Interrelationships between panicle weight, grain yield, and grain yield components in oat. *Crop Sci.* 31: 878 — 882.
- Moudrý J. jr. 2002. Posouzení výnosu a vybraných kvalitativních parametrů bezpluchého a pluchatého ovsa, diplomová práce. ZF JU České Budějovice.
- Moudrý J., Nýdl V. 1992. Příspěvek k modelování struktury výnosových prvků bezpluchého a pluchatého ovsa pro výnos 4–8 (10) t·ha⁻¹. *Sborník Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta České Budějovice, řada fyto technická. Roč. 9/ 1: 27 — 42.*
- Moudrý J., Nýdl V., Voženílkova B. 1996. Occurrence of black and rotten grains in naked oat. *Rostl. Výroba* 42, no. 11: 503 — 508.
- Peltonen-Sainio, P. 1994. Yield component differences between naked and conventional oat. *Agron. J.* 86: 510 — 513.
- Saastamoinen M. 2000. Effect of environmental factors on grain yield and quality of oats. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*: 129 — 137.

RYSZARD WEBER¹**BORYS HRYŃCZUK**¹**WŁODZIMIERZ KITA**²¹ Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Zakład Technik Uprawy Roli i Nawożenia, Puławy² Katedra Fitopatologii Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Wpływ sposobu uprawy roli na plonowanie oraz wartość przedplonową owsa i pszenicy jarej dla pszenicy ozimej

Influence of the mode of tillage on yielding and forecrop value of oats and spring wheat going before winter wheat

Na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego w latach 1999–2001 badano wpływ sposobu uprawy roli na plonowanie i działanie następce owsa w porównaniu z pszenicą jară. W warunkach uprawy pługowej, uproszczonej i siewu bezpośredniego uzyskano wyższe plony pszenicy jarej niż owsa w 2000 roku. Natomiast zwiększone opady atmosferyczne w 2001 roku spowodowały istotnie wyższe plony owsa niż pszenicy na trzech analizowanych sposobach uprawy roli. Odmiany pszenicy ozimej na stanowisku po owsie charakteryzowały się wyższym plonem w porównaniu do obiektów po pszenicy jarej. Wykazano niższy indeks porażenia roślin grzybami warunkującymi kompleks chorób podstawy źdźbła po owsie niż po przedplonie pszenicy jarej.

Słowa kluczowe: choroby podstawy źdźbła, przedplon, owies, pszenica, uprawa pługowa, siew bezpośredni

Influence of the mode of tillage on yielding and after-effect of oats as compared with spring wheat was investigated on soil of very good rye complex in the years 1999–2001. In 2000, spring wheat yielded higher than oats at all three modes of tillage (traditional ploughing, simplified tillage, direct sowing). Increased precipitation in 2001 brought significantly higher yields of oats than wheat grown at all the three modes of tillage. Varieties of winter wheat in the stand after oats showed higher yields as compared to those harvested after spring wheat. The infection of plants with fungi causing a complex of culm base diseases was found to be lower after oats than after spring wheat forecrop.

Key words: culm base diseases, forecrop, oat, direct sowing, plough tillage, wheat

WSTĘP

Duże koszty uprawy konwencjonalnej spowodowały, że w okresie ostatnich lat coraz większą uwagę poświęca się uproszczonym technologiom produkcji roślinnej. Skrajnym uproszczeniem w uprawie jest siew bezpośredni, który nie zawsze pozwala na uzyskiwanie

tak wysokich plonów jak w systemie orkowym, jest jednak na tyle energooszczędny, że może być atrakcyjny pod względem ekonomicznym (Neubauer, 1999; Dzień i Wereszczaka, 1999). Wyniki badań z obszaru zachodniej Europy wskazują jednak, że ten sposób uprawy przy optymalnej agrotechnice, nawet na glebach lekkich, umożliwia uzyskanie w pełni opłacalnych plonów zbóż (Mittler, 2000; Ellmer i in., 2000). Obecnie zarówno w Polsce, jak i w Europie następuje stałe zwiększanie się arealu uprawy zbóż. Stwarza to niebezpieczeństwo znacznych spadków plonów w przypadku uprawy pszenicy, jęczmienia, pszenżyta lub owsa przez okres kilku lat na tym samym polu. Analizując w uprawie zbóż wartość przedplonową poszczególnych roślin uprawnych stwierdzono, że zboża są na ogół gorszymi przedplonami w porównaniu do rzepaku, ziemniaków bobiku lub grochu. Stosunkowo najlepsze efekty uzyskuje się przy uprawie pszenicy po owsie. (Smagacz, 1994; Rudnicki i Wasilewski, 2000). Pozytywny wpływ owsa uwiadamia się również w mieszankach z roślinami strączkowymi lub innymi zbożami. Niższe plonowanie zbóż w płodozmianach o znacznym ich udziale związane jest z większym nasileniem chorób grzybowych, a szczególnie chorób podstawy źdźbła (Płasowska, 1997). Stwierdzono, że porażenie roślin przez *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Fusarium* spp., *Pseudocercospora herpotrichoides* oraz *Rhizoctonia* spp. zależało w dużym stopniu od przedplonu, a owies jako roślina fitosanitarna w znacznym stopniu ograniczał rozwój tych grzybów. (Lemańczyk, 2001; Kurowski i in., 1991). Również różnogatunkowe mieszanki zbóż z owsem ograniczały rozwój patogenów grzybowych wywołujących zarówno choroby korzeni, podstawy źdźbła jak i części nadziemnych roślin (Wenda-Piesik, 1997). W Polsce powierzchnia uprawy owsa stale maleje pomimo jego wysokiej wartości odżywczej i energetycznej. W przyszłości działanie fitosanitarne owsa szczególnie w płodozmianach zbożowych powinno się przyczynić do zwiększenia arealu uprawy tego gatunku. Dlatego celem pracy jest ocena plonowania owsa oraz analiza jego wartości przedplonowej na trzech zróżnicowanych wariantach uprawy roli.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Zakładzie Technik Uprawy Roli i Nawożenia IUNG Jelcz Laskowice w latach 1999–2001. Doświadczenia założono metodą podbloków w 4 powtórzeniach na glebie kompleksu żytanego bardzo dobrego. Powierzchnia poletka do zbioru przy uprawie przedplonów wynosiła 800 m². W doświadczeniach zastosowano dwa przedplony — owies odmiana Bajka i pszenica jara odmiana Jasna, które wysiano po życie. Na polach przed wysiewem przedplonów zastosowano następujące zabiegi agrotechniczne:

1. Uprawa płuzna:

- późniwna — gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy,
- podstawowa — orka pługiem na głębokość 25 cm + brona,
- przedsiewna — agregat uprawowy (kultywator + wał strunowy),
- herbicydy w zależności od potrzeb.

2. Uprawa uproszczona:

- późniwna — gruber na głębokość 15 cm + wał strunowy,
- przedsiewna — brona wirnikowa + wał strunowy,

— herbicydy w zależności od potrzeb.

3. Siew bezpośredni, siewnik Great Plains

— (Podwójne redlice wysiewające talerzowe z pofalowanym krojem tarczowym przed redlicami, odchwaszczenie pola herbicydami).

Po wymienionych przedplonach, przy zastosowaniu trzech wariantów uprawy roli, wysiano 7 odmian pszenicy ozimej. Powierzchnia poletka każdej odmiany wynosiła 110 m². Badano wysokość plonowania genotypów w zależności od przedplonu i sposobu uprawy roli.

W okresie dojrzałości mleczno-woskowej przeprowadzono ocenę porażenia roślin przez kompleks chorób podstawy źdźbła, analizując oddzielnie odmiany pszenicy po owsie i pszenicy jarej. Procent roślin chorych oraz stopień ich porażenia oceniano pobierając 100 roślin zebranych losowo po przekątnej z poletka. Ocenę stopnia porażenia podstawy źdźbła przeprowadzono w skali 5-stopniowej biorąc pod uwagę źdźbło główne rośliny. Źdźbła pobrane z każdego analizowanego obiektu podzielono na zdrowe i porażone (5 odrębnych grup) według skali porażenia Poncheta (1959). W celu obliczenia wskaźnika porażenia zastosowano następujący wzór:

$$st. por. = \sum \left(\frac{P \times W}{N} \right)$$

gdzie:

st. por. — stopień porażenia

$\sum(P \times W)$ — suma iloczynów liczby porażonych roślin *P* w określonym stopniu *W*.
(od 1 do 5);

N — liczba wszystkich ocenianych roślin.

Podział taki uwypukla silne porażenie, które zdaniem szeregu autorów powoduje istotną zniżkę plonów. Na słabo zainfekowanych roślinach (stopień 1, 2 i 3) występowały pojedyncze mniej lub bardziej rozległe smugi lub plamy, nieobejmujące jednak całego źdźbła. Na źdźbłach silnie porażonych (4 i 5 stopień skali), występowała znaczna liczba plam i smug, które obejmowały całą powierzchnię podstawy źdźbła, lub powodowały całkowite jego zniszczenie. Ocenę zróżnicowanego plonowania owsa i pszenicy oraz wskaźnika i procentu porażenia podstawy źdźbła, przeprowadzono przy pomocy analizy wariancji dwuczynnikowej. Czynniki pierwszy w powyższej analizie stanowiły podbloki z zasiewami owsa lub pszenicy, wewnątrz których rozlosowano trzy warianty upraw. Warunki pogodowe w trzech latach przedstawianych badań były zróżnicowane (tab. 1). W roku 1999 wystąpiły minimalne opady w fazie strzelania w źdźbło. Rok 2000 charakteryzował się znacznymi niedoborami opadów w okresie krzewienia pszenicy i dojrzałości mleczno-woskowej. Natomiast w 2001 roku rozkład opadów był bardziej sprzyjający plonowaniu owsa niż w dwu poprzednich latach.

Tabela 1

Średnie opady (mm) i temperatura (°C) w okresie wegetacji pszenicy i owsa
Mean precipitation (mm) and temperature (°C) in the growing seasons of wheat and oat

Czynnik Factor	Miesiąc Month					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Opady — średnie z wielolecia Many-years' mean precipitation	30,3	36,1	63,7	70,8	77,4	69,9
Odchylenia od średnich (mm) 1999 Deviations from means (mm)	+27,4	-20,3	-18,1	+8,3	+10,6	+17,2
Odchylenia od średnich (mm) 2000 Deviation from means (mm)	+46,4	-18,9	+12,8	-32,7	-60,0	+113,7
Odchylenia od średnich (mm) 2001 Deviations from means (mm)	+30,0	+4,8	+5,1	+0,4	+63,4	+10,1
Temperatura — średnie z wielolecia Many-years' mean temperature	3,1	8,0	13,3	16,6	17,8	17,3
Odchylenia od średnich (°C) 1999 Deviations from means	+1,9	+1,6	+0,7	0,0	+2,1	+0,4
Odchylenia od średnich (°C) 2000 Deviations from means	+1,6	+3,8	+2,3	+0,3	-0,1	+2,3
Odchylenia od średnich (°C) 2001 Deviations from means	+0,1	+0,3	+1,5	+1,5	+1,4	+1,3

WYNIKI I DYSKUSJA

W roku 1999 plony owsa i plony pszenicy jarej przy trzech technologiach uprawy nie różniły się w stopniu istotnym. Niedobory opadów w kwietniu i maju w znacznym stopniu ograniczyły zdolność plonotwórczą owsa (tab. 2).

Tabela 2

Plonowanie owsa i pszenicy jarej w zależności od sposobu uprawy roli (t/ha)
Yields of oat and spring wheat in depending on tillage systems (t/ha)

Sposoby uprawy Tillage systems	Plony owsa Yields of oat			Plony pszenicy Yields of spring wheat		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Konwencjonalna plough tillage	3,17	2,90	4,35	3,36	3,62	3,63
Uproszczona Simplified tillage	3,39	3,05	5,35	3,38	3,75	3,46
Zerowa direct sowing	3,46	3,34	4,76	3,19	4,13	3,66
NIR — LSD	r.n. — n.s.	0,27	0,84	r.n — n.s.	0,36	r.n — n.s.
NIR — LSD interakcja uprawy × gatunki zbóż 1999 rok — r.n.; 2000 rok — 0,67; 2001 rok — 0,97						
NIR — LSD for interactions tillage × crop species: 1999 — n.s.; 2000 — 0.67; 2001 — 0.97						

Można przypuszczać, że przesunięcie niedoborów opadów na czerwiec i lipiec w 2000 roku spowodowało zróżnicowane plonowanie owsa i pszenicy na korzyść uprawy zerowej. Wyższe plony owsa i pszenicy jarej w warunkach siewu bezpośredniego były prawdopodobnie spowodowane zwiększoną wilgotnością warstwy próchnicznej. W wielu publikacjach podkreśla się wyższą zdolność magazynowania wody w uprawach

uproszczonych w porównaniu do konwencjonalnej metody (Bischoff i Richter, 2002; Schillinger, 2001). Dlatego rośliny rozwijające się w warunkach bezpługnej uprawy roli przy niedoborach opadów atmosferycznych mogą odznaczać się wyższym plonowaniem niż przy tradycyjnych metodach uprawy. Zdolność plonotwórcza owsa na glebach kompleksu żytniego bardzo dobrego ujawniła się w 2001 roku. Plony owsa zdecydowanie wyższe od pszenicy w analizowanym roku były uwarunkowane wysokimi opadami deszczu w okresie marca, kwietnia oraz lipca. W warunkach uprawy uproszczonej uzyskano plony istotnie wyższe w porównaniu do metody tradycyjnej i siewu bezpośredniego. Warunki wilgotnościowe sprzyjające plonowaniu owsa nie w pełni zaspokoiły wymagania pszenicy jarej dysponującej mniej ekspansywnym systemem korzeniowym. Pszenica plonowała słabiej i nie ujawniły się różnice związane z sposobem uprawy.

Odmiany pszenicy uprawiane na stanowisku po owsie wykazywały wyższe plony przy trzech sposobach uprawy roli w porównaniu do wyników uzyskanych po przedplonie pszenica jara (tab. 3).

Tabela 3

Wartości średnie (2000–2001) plonów pszenicy ozimej w kg/poletko w zależności od sposobu uprawy i przedplonu
Mean yields (2000–2001) of winter wheat (kg per field) in dependence on tillage systems and forecrops

Odmiany Varieties	Przedplon owies Forecrop — oat			Przedplon pszenica Forecrop — wheat			Średnia Mean
	uprawa płużna plough tillage	uprawa uproszczona simplified tillage	siew bezpośrednie direct sowing	uprawa płużna plough tillage	uprawa uproszczona simplified tillage	siew bezpośredni direct sowing	
Elena	65	55	53	56	49	53	55,1
Kobra	72	48	58	68	54	56	59,5
Maltanka	63	53	50	60	47	55	54,7
Aleta	62	54	57	59	45	52	55,2
Mikon	66	60	57	66	42	46	56,4
Izolda	66	55	58	63	52	56	58,4
Sakwa	68	53	59	60	47	51	56,5
NIR — LSD	uprawy; tillages — 3,12			uprawy; tillages — 5,23			NIR — LSD 2,42
	odmiany; varieties — 4,06			odmiany; varieties — 6,32			
	odmiany × uprawy			odmiany × uprawy			
	tillages × varieties — 8,21			tillages × varieties — 8,42			

Badane genotypy odznaczały się wyższym plonowaniem na uprawie pługnej. Kobra i Izolda plonowały lepiej w stosunku do pozostałych odmian biorąc pod uwagę trzy sposoby uprawy roli oraz dwa przedplony. Natomiast Mikon, Aleta i Sakwa charakteryzujące się wyższymi plonami po owsie wykazywały znaczne spadki plonu na uprawach bezpługnych gdzie przedplonem była pszenica jara. Odmiany te odznaczały się znaczną zmiennością plonowania w zależności od badanych przedplonów. Natomiast Kobra i Izolda wykazywały wyższą stabilność plonowania niezależnie od stanowiska, po którym wysiewano powyższe obiekty.

Wskaźnik porażenia odmian pszenicy ozimej grzybami powodującymi kompleks chorób podstawy źdźbła wykazywał również znaczne zróżnicowanie w zależności od przedplonu

(tab. 4 i 5). Niższe wartości tej cechy zanotowano na stanowisku po owsie, co potwierdza ogólnie znany fakt fitosanitarnego działania tego gatunku. W 2000 roku po obu badanych przedplonach najniższe porażenie odmian stwierdzono na poletkach gdzie stosowano uprawę uproszczoną. Ten sposób uprawy sprzyja szybszemu rozkładowi resztek poźniwnych w porównaniu do wariantu konwencjonalnego lub siewu bezpośredniego (Schmit i in., 1999).

Tabela 4

Przedplon owies. Wskaźnik porażenia pszenicy ozimej kompleksem chorób podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli
Forecrop oat. Infection indices of wheat varieties with complex of stem base diseases in dependence on the mode of tillage

Odmiany Varieties	Sposoby uprawy Mode of tillage					
	uprawa płużna plough tillage		uprawa uproszczona simplified tillage		siew bezpośredni direct sowing	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
wskaźnik porażenia pszenicy — infection indices of wheat						
Elena	0,84	2,96	0,34	2,16	0,58	2,78
Kobra	0,72	2,14	0,26	2,62	0,28	2,10
Maltanka	2,13	1,82	0,54	2,00	0,84	2,74
Aleta	0,7	2,36	0,54	2,40	0,38	2,04
Mikon	1,22	1,76	0,28	1,84	0,90	1,74
Izolda	1,24	1,76	0,10	1,94	0,82	2,14
Sakwa	0,54	1,72	0,22	2,82	1,38	2,80
Średnia Mean	1,056	2,07	0,33	2,25	0,74	2,33

NIR — 2000 rok; Sposoby uprawy; LSD — 2000 for modes of tillage = 0.317

NIR — 2000 rok; Interakcja (sposoby uprawy × odmiany) — LSD — 2000 for interaction: modes of tillage × varieties) = 0.576

NIR — 2001 rok; Sposoby uprawy; LSD — 2001 for modes of tillage = różnice nieistotne; n.s.

NIR — 2001 rok; Interakcja (sposoby uprawy × odmiany); LSD — 2001 for interaction: modes of tillage × varieties) = 1.039

Niskie wskaźniki porażenia kompleksem chorób podstawy źdźbła były spowodowane małymi opadami deszczu w okresie wegetacji pszenicy. Nieco wyższy stopień porażenia chorobami podsuszkowymi odmian pszenicy w uprawie tradycyjnej po owsie może wynikać z efektu konserwującego uprawy płużnej (Weber i in., 2001), która nagromadzone na powierzchni resztki poźniwne wprowadza w głąb gleby. Stała temperatura oraz wilgotność w dolnych warstwach gleby utrzymuje formy przetrwalnikowe grzybów w dobrej kondycji. Następna orka wynosi patogeny na powierzchnię, gdzie w przypadku zasiewu zbóż, uzyskują one optymalne warunki rozwoju (Heyland, 1988). Wyższe opady w 2001 roku wywarły znaczny wpływ na porażenie roślin grzybami zasiedlającymi podstawę źdźbła badanych odmian. Szczególnie duże nasilenie grzybów wywołujących kompleks chorób podstawy źdźbła we wszystkich wariantach uprawy spowodowało brak różnic w wielkości wskaźnika porażenia zarówno na stanowisku po owsie jak i po pszenicy jarej. Różnice w stopniu porażenia pomiędzy poszczególnymi odmianami związane były z nierównomiernym rozmieszczeniem resztek poźniwnych i różną odpornością badanych genotypów. Analiza mikologiczna z 1999 roku wykazała, że owies i pszenica były

w największym stopniu zasiedlone przez grzyby z rodzaju *Fusarium* (Weber i in., 2001). Grzyby te były głównym powodem znacznego porażenia źdźbeł odmian pszenicy na stanowisku po owsie.

Tabela 5

Przedplon pszenica. Wskaźnik porażenia pszenicy ozimej kompleksem chorób podstawy źdźbła w zależności od sposobu uprawy roli
Forecrop wheat. Infection indices of winter wheat varieties with complex of stem base diseases depending on the tillage system

Odmiany Varieties	Sposoby uprawy roli Tillage system					
	uprawa płuzna plough tillage		uprawa uproszczona simplified tillage		siew bezpośredni direct sowing	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
wskaźnik porażenia pszenicy — infection indices of wheat						
Elena	0,34	2,6	0,66	2,9	1,72	2,3
Kobra	0,48	2,42	0,42	2,5	0,68	2,9
Maltanka	0,78	1,72	1,16	2,34	2,18	3,2
Aleta	0,88	2,98	0,64	2,72	1,6	2,5
Mikon	1,48	2,82	1,04	3,34	1,9	1,64
Izolda	0,84	1,46	0,66	2,66	1,94	1,96
Sakwa	0,9	2,38	0,36	2,76	1,5	2,9
Średnia Mean	0,814	2,34	0,705	2,89	1,64	2,48

NIR — 2000 rok; Sposoby uprawy; LSD — 2000 for modes of tillage = 0.292

NIR — 2000 rok; Interakcja (sposoby uprawy × odmiany) — LSD — 2000 for interaction: modes of tillage × varieties = 0.785

NIR — 2001 rok; Sposoby uprawy; LSD — 2001 for modes of tillage = różnice nieistotne; n.s.

NIR — 2001 rok; Interakcja (sposoby uprawy × odmiany); LSD — 2001 for interaction: modes of tillage × varieties = 1.34

WNIOSKI

1. Na stanowisku po owsie w porównaniu do pszenicy jarej zanotowano niższe porażenie odmian pszenicy we wszystkich wariantach uprawy roli.
2. Plony owsa były w znacznym stopniu uzależnione od wysokości opadów deszczu w okresie wegetacji roślin.
3. Kompleks żytni bardzo dobry w latach o wyrównanych średnich opadach deszczu w okresie wegetacji sprzyja wyższemu plonowaniu owsa niż pszenicy jarej.
4. Ograniczenie intensywności uprawy roli nie powodowało obniżenia plonów owsa i pszenicy jarej w odróżnieniu od uprawianych po nich odmian pszenicy ozimej reagujących niższym plonowaniem.

LITERATURA

- Bischoff J., Richter R. 2002. Pflugverzicht macht sich bezahlt. Neue Landwirtschaft 1: 30 — 33.
- Ellmer F., Peschke H., Köhn W., Chmielewski F. M., Baumecker M. 2000. Tillage and fertilizing effects on sandy soils. Review and selected results of long-term experiments at Humboldt University Berlin. J. Plant Soil Sci. 163: 267 — 272.

- Dzienia S., Wereszczaka J. 1999. Efektywność systemów uprawy roli pod pszenicę ozimą na glebie kompleksu pszennego dobrego. Fol. Univ. Agric. Stetin. 195, Agricultura 74: 171 — 180.
- Heyland K. 1988. Pflügen oder Pfluglosarbeiten aus pflanzenbäulicher Sicht. Integrierter Pflanzenbau — Bodenbearbeitung 3: 61 — 66.
- Kurowski T., Czajka W., Zawiaślak K., Hruszka M., Sadowski T. 1991. Stan sanitarny pszenicy ozimej uprawianej w płodozmianach zbożowych i monokulturze. Synteza i perspektywy nauki o płodozmianach V seminarium płodozmianowe ART. Olsztyn, VSZ Brno. II: 23 — 38.
- Lemańczyk G. 2001. Health status of stem base of winter wheat cultivated after lupine and its mixtures and associated fungal communities. Phytopathol. Pol. 21: 129 — 141.
- Mittler S. 2000. Ökoviabilität von Winterweizen unter Standortbedingungen Nordostdeutschlands Dissertation Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin: 1 — 155.
- Neubauer W. 1999. Die Bodenerosion nachhaltig stoppen. — Pfluglose Bodenbearbeitung lohnt auch auf Sandböden. D.L.Z. Agrarmagazin, 8: 44 — 48.
- Ponchet J. 1959. La maladie du piétin-verse des céréalis: *Cercospora herpotrichoides* From. Importance agronomique, biologie, épiphytologie, Ann. des Épiphyties 1: 45 — 98.
- Pląsowska E. 1997. Effect of communities of soil fungi on the growth of some pathogens which cause foot — rot complex in wheat cultivated after different forecrops. Phytopathol. Pol. 13: 109 — 132.
- Rudnicki F., Wasilewski P. 2000. Znaczenie mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych w ograniczaniu ujemnych skutków dużego udziału zbóż w zmianowaniu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. Rośliny fitosanitarne oraz różne sposoby regeneracji stanowisk w płodozmianach. 470: 127 — 136.
- Schillinger W.F. Minimum and delayed conservation tillage for wheat — fallow farming. Soil Sci. Soc. Am. J. 2001, 65: 1203 — 1209.
- Schmit W., Doil D., Nitzsche O. 1999. Erfahrungen mit Pflugloser Bestellung in Sachsen. Neue Landwirtschaft. 5: 2 — 6.
- Smagacz J. 1994. Porównanie wydajności zbóż jarych po różnych przedplonach. Fragm. Agron. 3 (43): 35 — 39.
- Weber R., Hryńczuk B., Runowska-Hryńczuk B., Kita W. 2001. Influence of the mode of tillage on diseases of culm base in some winter wheat varieties, oats, and spring wheat. J. Phytopathology 149: 185 — 188.
- Wenda Piesik A., Lemańczyk G. 1997. Health status of lower stem and roots of spring barley and oat cultivated in pure stand in mixture with leguminos plant. J. Appl. Genet. 38B: 87 — 96.

STANISŁAW DERYŁO
KAZIMIERZ SZYMANKIEWICZ
ZOFIA GROTKOWSKA
JOANNA STACHOWSKA

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza, Lublin

Zachwaszczenia owsa siewnego w płodozmianie i wielogatunkowej monokulturze zbożowej

Weed infestation of oats at a rotation and at a multispecies monoculture of small grain crops

Ścisłe badania polowe przeprowadzono w latach 1998–2000 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk, należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Założono je na glebie bielicznej wytworzonej z piasków słabo gliniastych, zaliczonej do kompleksu żytnej dobrej. Badania obejmowały zachwaszczenie łanu owsa siewnego w różnych fazach rozwojowych: strzelania w źdźbło, kłoszenia i dojrzałości woskowej ziarna, uprawianego w płodozmianie i wielogatunkowej monokulturze zbożowej na tle zróżnicowanego poziomu agrotechniki. Chwastami dominującymi w płodozmianie i wielogatunkowej monokulturze zbożowej były gatunki krótkotrwałe, w tym głównie: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Polygonum convolvulus* i *Galium aparine*. Stanowiły one od 79,9% do 78,6% ogólnej masy chwastów. Największą liczbę chwastów w łanie owsa, zarówno w płodozmianie (31,3 szt./m²), jak i monokulturze (27,6 szt./m²) stwierdzono w fazie kłoszenia. Wyższy poziom agrotechniki istotnie obniżył wskaźniki zachwaszczenia w postaci redukcji liczby chwastów odpowiednio ponad 3,0 i 3,8-krotnie oraz ich biomasy 3,8 i 4,6-krotnie.

Słowa kluczowe: dynamika zachwaszczenia, monokultura, owies, płodozmian, poziom agrotechniki

The field experiments were conducted in the Experimental Farm Uhrusk, a part of Agricultural University in Lublin, in the years 1998–2000. They were set on podzolic soil formed from coarse loamy sand and classified as a good rye soil complex. The studies concerned weed infestation of oats canopy at various developmental phases shooting, earing and wax maturity on plots in a pea-oat-rye rotation or multispecies grain crops monoculture, at two agrotechnical levels. The weeds dominating in the crop rotation and multispecies grain crops monoculture proved to be short-lived species, mainly: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Polygonum convolvulus* and *Galium aparine*. They made from 78.6% to 79.9% of total weed mass. The highest weed number in oats canopy, at both the crop rotation and the monoculture was recorded at the earing phase (31.2 and 27.6 plants per m², respectively). The higher agrotechnical level had a significant influence on decrease of the infestation indices. Weed number was reduced by over 3.0 and 3.8 times, and their biomass — 3.8 and 4.6 times, respectively for the rotation and the monoculture.

Key words: crop rotation, level of agrotechny, monoculture, oats, weed infestation dynamics

WSTĘP

W Polsce w ostatnich latach obserwuje się zmniejszenie uprawy powierzchni owsa. W 2000 roku uprawiano 556 tys. ha owsa, co stanowi blisko 6,4% ogólnej powierzchni zasiewów zbóż (Rocznik Statystyczny, 2000). Jednakże mimo malejącej powierzchni jego uprawy w ostatnich latach uwidoczniło się szereg nowych cennych walorów owsa. Roślina ta stała się przedmiotem wszechstronnych badań w krajach Europy Zachodniej i w Polsce. Duże zainteresowanie owsem wynika z jego wyższej wartości odżywczej niż innych zbóż (Dzieżyc, 1993; Gąsiorowski, 1999; Pawłowski i Fordoński, 1999; Zawislak i Adamiak, 1998). Ponadto owies jest rośliną o stosunkowo niewielkich wymaganiach glebowych i ciepłych (Adamiak, 1982; Dzieżyc, 1993; Niewiadomski i in., 1980; Pawłowski i Deryło, 1988). Jest on jedną z niewielu roślin w płodozmianach zbożowych charakteryzujących się dużą konkurencyjnością wobec chwastów, a dodatkowo jest rośliną fitosanitarną (Adamiak, 1994; Adamiak i Zawislak, 1997; Michalski, 1993; Niewiadomski i in., 1980; Pawłowski i Wesołowski, 1989; Pawłowski i Deryło, 1988; Zawislak, 1997; Zawislak i Adamiak, 1997). Wymienione cenne zalety owsa w obecnej sytuacji są bardzo istotne, gdyż chemiczne efektywne technologie zwalczania chwastów stały się ostatnio kontrowersyjne i ograniczane.

Celem niniejszej pracy było określenie dynamiki zachwaszczenia owsa siewnego na glebie lekkiej uprawianego w płodozmianie i wielogatunkowej monokulturze zbożowej na tle zróżnicowanego poziomu agrotechniki.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1998–2000 w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Zlokalizowano je na glebie bielcowej, lekko kwaśnej, wytworzonej z piasków słabo gliniastych (kompleks żytni dobry), o miąższości poziomu orno-próchnicznego ok. 20 cm, odznaczającej się dobrą zasobnością w fosfor i potas oraz słabą w magnez. Eksperyment założono metodą losowanych podbloków (split-splot) w czterech powtórzeniach. Obiektem badań był owies siewny odm. Jawor, uprawiany na dwóch poziomach agrotechniki — wysokim i niskim. Owies wysiewano w następującym płodozmianie: lędźwian siewny — owies — żyto ozime oraz wielogatunkowej monokulturze zbożowej: pszenżyto jare — owies — żyto ozime. Nawożenie mineralne wyrażone w czystym składniku poszczególnych makroelementów w kg/ha dla poszczególnych roślin wynosiło: owies siewny: N-60, P-70 i K-80; lędźwian siewny: N-20, P-70 i K-100; pszenżyto jare: N-70, P-70, K-80; żyto ozime: N-70, P-70 i K-80.

Zachwaszczenie ładu owsa siewnego określono metodą botaniczno-wagową corocznie na każdym poletku w fazach rozwojowych owsa: krzewienie, strzelanie w źdźbło i dojrzałości młecznej na dwóch losowo wybranych powierzchniach próbnym wyznaczonych ramką o wymiarach 1 m × 0,5 m.

Wysoki poziom agrotechniki polegał na przeprowadzeniu pełnego zespołu uprawek późniwnych, składający się z podorywki i 2-krotnego bronowania broną średnią

w odstępach 2-tygodniowych. W zespole uprawy przedsiewnej zastosowano bronę średnią i agregat przedsiewny. Ponadto w zespole pielęgnacji i ochrony roślin uwzględniono pestycydy w następujących dawkach w przeliczeniu na 1 ha; zaprawa nasienna — Funaben T 300 g/100kg nasion, Chwastox D — 4 l, Owadofos pł. 30 — 1 l, Fastac EC — 0,1 l, Calixin — 0,75 l. Niski poziom agrotechniki uwzględniał tylko zredukowany zespół uprawek poźniowych, ograniczający się do brony talerzowej i przedsiewnych — brona średnia oraz pielęgnacji mechanicznej roślin w fazie 4–5 liści i 1-krotne bronowanie.

Warunki pogodowe wg Stacji Meteorologicznej w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk dla okresu wielolecia charakteryzowały się średnią temperaturą roczną 7,2°C oraz roczną sumą opadów 541,1 mm. Szczegółowe kształtowanie się temperatur i opadów w poszczególnych latach i sezonach wegetacyjnych podano w tabeli 1. Ogólnie można stwierdzić, że pierwszy i trzeci rok badań (1998 i 2000) były korzystniejsze dla plonowania owsa, ponieważ suma i rozkład opadów oraz temperatury powietrza w fazach krytycznych roślin były bardziej sprzyjające dla wzrostu i rozwoju roślin.

Tabela 1

Suma opadów i średnia temperatura powietrza w Gospodarstwie Doświadczalnym Uhrusk, w latach 1997–2000

Sum of precipitation and mean air temperature at the Experimental Station Uhrusk, in 1997–2000

Rok Year	Opady Precipitation (mm) Temperatura Temperature (°C)	Miesiące Months												Roczny opad Annual Precipitation
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1998	opady	16,4	49,6	31,1	50,3	41,8	117,5	87,8	77,6	75,6	77,8	40,6	22,9	689,0
	temperatura	-0,4	2,3	1,0	9,9	14,1	18,0	18,1	16,4	12,9	7,2	-2,6	-4,1	7,7
1999	opady	21,8	66,4	32,0	126,2	31,0	50,8	85,9	45,4	53,4	44,8	41,2	31,8	630,7
	temperatura	-2,7	-1,9	3,8	9,8	11,9	19,9	20,9	17,9	15,3	7,8	0,9	-0,7	8,5
2000	opady	18,0	21,0	21,2	37,9	60,5	72,5	76,0	57,9	55,1	45,3	41,8	27,3	534,7
	temperatura	-4,6	-3,	1,1	7,3	13,3	16,5	17,9	17,3	12,9	7,7	2,5	-1,7	7,2
Średnia 1969–1990	opady	18,3	20,6	21,5	37,5	59,5	73,2	81,5	62,0	53,3	44,1	44,3	28,6	544,4
Mean 1969–1990	temperatura	-4,8	-3,3	1,0	7,3	13,4	16,4	17,8	17,1	12,9	7,8	2,5	-1,6	7,2

WYNIKI BADAŃ

Zachwaszczenie łąnu owsa siewnego modyfikowały zarówno fazy rozwojowe rośliny jak i poziom agrotechniki (tab. 2). Średnio w rotacji (1998–2000) na obiektach z pełną agrotechniką znaleziono 10,0 szt./m² chwastów, co stanowi zaledwie 24,4% chwastów stwierdzonych na poletkach z agrotechniką uproszczoną. To odchwaszczające oddziaływanie zaistniało zarówno w systemie uprawy płodozmianowej jak i monokulturowej. Zmniejszenie liczebności chwastów na tych obiektach wynosiło odpowiednio o 68,4% i 74,0%.

Tabela 2

Liczba chwastów w szt./m² w łanie owsa siewnego średnio z lat 1998–2000
Weed number in oats canopy, mean from 1998–2000

Faza rozwojowa owsa Developmental phase of oats	Płodozmian Crop rotation			Monokultura zbożowa Grain crops monoculture			Średnio Mean		
	a ^x	b ^{xx}	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
I. Strzelanie w źdźbło I. Shooting	7,3	28,4	17,8	11,1	34,8	23,0	9,2	31,4	20,3
II. Kłoszenia II Earing	14,9	47,7	31,3	12,0	43,4	27,6	13,4	45,6	29,5
III. Dojrzałości woskowej ziarna III. Wax maturity	11,5	30,4	21,0	4,1	26,9	15,5	7,6	28,6	18,1
Średnio Mean	11,2	35,4	23,3	9,1	35,0	22,0	10,0	35,2	—
NIR(p = 0,05) pomiędzy: LSD(p = 0.05) between:									
fazami phases			6,3			4,6			4,4
agrotechnika agrotechnic levels			6,2			6,0			6,2
systemami system of rotation			—			—			r.n.
we współdziałaniu: fazy × agrotechnika in interaction: phases × agrotechnics			8,2			13,6			11,2
fazy × systemy phases × systems									5,2

a^x — Agrotechnika pełnaa^x — Full agrotechnicsb^{xx} — Agrotechnika uproszczonab^{xx} — Simplified agrotechnics

Porównując liczebność chwastów w łanach owsa siewnego w badanych fazach rozwojowych wynika, że najwięcej ich wystąpiło w fazie kłoszenia o 34,9% w porównaniu do pozostałych faz rozwojowych, tj. strzelania w źdźbło i dojrzałości mleczej, które nie różniły się pod tym względem między sobą. Również zachwaszczenie łanu owsa w płodozmianie i monokulturze było największe w fazie kłoszenia i wynosiło 31,1 szt./m². Warto podkreślić, iż liczebność chwastów w płodozmianie w fazie kłoszenia była o 38,0% większa niż w fazie strzelania w źdźbło i dojrzałości mleczej, zaś w monokulturze o 30,3%. Owies uprawiany w monokulturze charakteryzował się najniższym zachwaszczeniem łanu w fazie dojrzałości mleczej, które wynosiło 15,5 szt./m² chwastów.

W rotacji płodozmian, niezależnie od fazy rozwojowej rośliny uprawnej i poziomu agrotechniki, zachwaszczenie owsa kształtowało się na tym samym poziomie i wynosiło średnio 22,6 szt./m² chwastów.

Analogicznie jak liczba chwastów, również ich powietrznie sucha masa była istotnie różnicowana przez badane czynniki doświadczalne (tab. 3). Wyższy poziom agrotechniki (pełny) ograniczył ponad 4-krotnie biomasę chwastów, zaś w ocenianych fazach rozwojowych owsa była ona najmniejszą w fazie strzelania w źdźbło o 69,0%. Porównując badane systemy następstwa roślin, płodozmienny i monokulturowy, należy stwierdzić, iż

wyższy poziom agrotechniki przyczynił się do obniżenia powietrznie suchej masy chwastów odpowiednio o 73,9% i 78,3%.

Tabela 3

Powietrznie sucha masa chwastów w g/m² w łanie owsa siewnego średnio z lat 1998–2000**Air dry weed matter in oats canopy, mean from 1998–2000**

Faza rozwojowa owsa Developmental phase	Płodozmian Crop rotation			Monokultura zbożowa Grain crop monoculture			Średnio Mean		
	a ^x	b ^{xx}	średnio mean	a	b	średnio mean	a	b	średnio mean
I. Strzelanie w źdźbło I. Shooting	0,5	3,0	1,7	1,7	5,0	3,3	1,1	4,0	2,5
II. Kłoszenia II. Earing	3,6	10,7	7,1	3,2	14,1	8,6	3,4	12,4	7,9
III. Dojrzałości woskowej ziarna III. Wax maturity	2,9	12,8	7,8	2,0	12,7	7,3	2,4	12,8	7,6
Średnio Mean	2,3	8,8	5,5	2,3	10,6	6,4	2,3	9,7	—
NIR(p = 0,05) pomiędzy: LSD(p = 0.05) between:									
fazami phases			4,8			3,9			2,6
agrotechniką agrotechnics levels			3,5			5,0			4,5
systemami systems of rotation			—			—			r.n.
we współdziałaniu: fazy × agrotechnika in interaction: phases × agrotechnics			4,1			5,6			3,2
fazy × systemy phases × systems									r.n.

a^x — Agrotechnika pełna

a^x — Full agrotechnics

b^{xx} — Agrotechnika uproszczona

b^{xx} — Simplified agrotechnics

Jak informują różne opracowania, owies skuteczniej aniżeli inne zboża jare broni się przed chwastami. Niemniej w początkowych fazach rozwojowych — krzewienia i strzelania w źdźbło sprzyja wszechstronnym wschodom chwastów, gatunków wczesnie kiełkujących w niskich temperaturach (Adamiak, Zawislak, 1991; Zawislak, Adamiak, 1970).

Uprawa owsa w płodozmianie, niezależnie od fazy rozwojowej jego roślin, sprzyjało kształtowaniu się zbiorowisk chwastów, które osiągnęły 23,2 osobników na 1 m², reprezentowanych przez 35 gatunki (tab. 2 i 4). Jego skład florystyczny w głównej mierze tworzyły chwasty krótkotrwałe, jak: *Chenopodium album*, *Polygonum convolvulus*, *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Stellaria media*, *Galium aparine* i *Agropyron repens*. Powyższe gatunki zaliczono do chwastów dominujących, gdyż stanowiły one ponad 83% ogólnej liczby chwastów. Wprowadzenie pełnej agrotechniki zmniejszyło ponad 3-krotnie zachwaszczenie ładu owsa. Dodatkowo ograniczyło liczbę gatunków o 6 oraz większość chwastów dominujących, takich jak:

Chenopodium album, *Polygonum convolvulus*, *Viola arvensis*, *Stellaria media* i *Galium aparine*.

Skład jakościowy zbiorowiska chwastów w badanych fazach rozwojowych — strzelanie w źdźbło, kłoszenia i dojrzałości mleczej był wyraźnie ustabilizowany, a szczególnie w grupie chwastów dominujących (tab. 4). W fazie strzelania w źdźbło wystąpiło 6 gatunków chwastów (*Chenopodium album*, *Viola arvensis*, *Apera spica-venti*, *Stellaria media*, *Galium aparine* i *Polygonum convolvulus*) zaliczonych do panujących, gdyż dominowały one we wszystkich fazach rozwojowych owsa, aż do momentu zbioru. W fazie strzelania w źdźbło powyższe gatunki stanowiły 92,7%, kłoszenia — 59,7% oraz dojrzałości mleczej — 45,2% w stosunku do ogólnego zachwaszczenia. Należy zaznaczyć, że *Agropyron repens* w fazie dojrzałości mleczej owsa stanowił ponad 21% ogólnej liczby chwastów.

Wprowadzenie pełnej agrotechniki owsa siewnego, przyczyniło do zróżnicowania jakościowego fitocenozy chwastów oraz zmniejszenia ich zarówno ilościowego jak i jakościowego (tab. 4). W fazie strzelania w źdźbło, na obiektach z pełną agrotechniką stwierdzono prawie czterokrotnie mniejszą liczebność chwastów w porównaniu z agrotechniką uproszczoną oraz zredukowanie flory zachwaszczającej o 5 gatunków (*Capsella bursa-pastoris*, *Fumaria officinalis*, *Myosotis arvensis*, *Melandrium album* i *Anthemis arvensis*). Również w fazie kłoszenia na obiektach z pełną agrotechniką, liczebność chwastów uległa ograniczeniu ponad 3-krotnie, a ponadto wyeliminowane zostały 3 gatunki chwastów (*Veronica arvensis*, *Melandrium album* i *Cerastium arvense*).

W fazie dojrzałości mleczej owsa siewnego, w jego łanie znaleziono najliczniejszą liczbę gatunków — 27, a ponadto stwierdzono wzrost liczebności chwastów wieloletnich, szczególnie *Agropyron repens*. Obiekty z pełną agrotechniką, podobnie jak we wcześniejszych fazach rozwojowych owsa, były o ponad 2,5 razy mniej opanowane przez chwasty, a dodatkowo zostało zredukowanych 8 gatunków (*Polygonum aviculare*, *Myosotis arvensis*, *Melandrium album*, *Sonchus asper*, *Euphorbia helioscopia*, *Erodium cicutarium*, *Lamium purpureum* i *Cirsium arvense*). Również pozostałe chwasty występowały w znacznie mniejszym nasileniu.

Uprawa owsa siewnego w wielogatunkowej monokulturze zbożowej, niezależnie od fazy rozwojowej rośliny, spowodowała pojawienie się zbiorowiska chwastów złożonego z 22 osobników na 1 m² i reprezentowanych przez 32 gatunki (tab. 5). Najliczniejszy udział w zbiorowisku brało 6 gatunków krótkotrwałych (*Chenopodium album*, *Viola arvensis*, *Apera spica-venti*, *Stellaria media*, *Galium aparine* i *Echinochloa crus-galli*). Stanowiły one 79,5% ogółu występującego zagęszczenia chwastów.

Najmniejszą liczbę chwastów w ocenianych fazach rozwojowych owsa, stwierdzono w dojrzałości woskowej — 15,5 sztuk na 1 m². W pozostałych fazach nastąpił wyraźne zwiększenie zachwaszczenia i odpowiednio wynosiło ono w fazie strzelania w źdźbło o 32,5% i kłoszenia o 42,8%.

Tabela 4

Skład gatunkowy i liczba chwastów w lanie owsa uprawianego w płodozmianie średnio z lat 1998–2000
Species composition and weed number in oats canopy cultivated in the crop rotation, mean from 1998–2000

Lp. No.	Gatunki Species	Faza rozwojowa owsa — Developmental phase									Średnio Mean		
		strzelanie w źdźbło shooting			kłoszenia earring			dojrzałości woskowej ziarna wax maturity					
		a ^x	b ^{xx}	$\bar{X}$	a	b	$\bar{X}$	a	b	$\bar{X}$	a	b	$\bar{X}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Krótkotrwałe — Short-lived species													
1	<i>Apera spica—venti</i>	3,4	2,9	3,2	4,4	2,6	3,5	0,1	0,1	0,1	2,6	1,9	2,3
2	<i>Viola arvensis</i>	1,8	5,4	3,6	1,1	1,8	1,5	0,5	1,2	0,8	1,1	2,8	2,0
3	<i>Chenopodium album</i>	0,5	11,0	5,8	0,8	26,5	13,7	0,3	5,6	3,0	0,5	14,4	7,4
4	<i>Stellaria media</i>	0,6	3,4	2,0	1,3	1,8	1,6	0,1	1,3	0,6	0,7	1,8	1,2
5	<i>Polygonum convolvulus</i>	0,3	1,1	0,7	4,4	9,9	7,2	2,5	6,7	4,6	2,4	5,9	4,1
6	<i>Galium aparine</i>	0,3	2,1	1,2	0,2	2,0	1,2	0,4	0,4	0,4	0,3	1,5	0,9
7	<i>Lamium amplexicaule</i>	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	—	—	—	0,1	0,1	0,1
8	<i>Polygonum aviculare</i>	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	—	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
9	<i>Echinochloa crus—galli</i>	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	0,5	0,4	0,2	0,3
10	<i>Consolida regalis</i>	0,0	0,3	0,2	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
11	<i>Veronica persica</i>	0,0	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,7	0,5	0,1	0,4	0,2
12	<i>Capsella bursa—pastoris</i>	0,0	0,5	0,2	0,0	—	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1
13	<i>Fumaria officinalis</i>	—	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1
14	<i>Veronica arvensis</i>	0,0	0,2	0,1	—	0,7	0,4	0,1	0,2	0,1	0,0	0,4	0,2
15	<i>Myosotis arvensis</i>	—	0,1	0,0	0,4	0,2	0,3	—	0,5	0,2	0,1	0,3	0,2
16	<i>Melandrium album</i>	—	0,1	0,0	—	0,2	0,1	—	0,1	0,0	—	0,1	0,1
17	<i>Avena fatua</i>	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,2	1,8	0,3	1,1	0,7	0,1	0,4
18	<i>Equisetum arvense</i>	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0	0,0
19	<i>Anthemis arvensis</i>	—	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0
20	<i>Trifolium arvense</i>	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—	1,4	0,0	0,0	0,0
21	<i>Lycopsis arvensis</i>	0,0	0,1	0,0	—	0,0	0,0	2,1	0,7	1,4	0,7	0,3	0,5
22	<i>Cerastium arvense</i>	—	—	—	—	0,2	0,1	—	—	—	—	0,1	0,0
23	<i>Anagallis arvensis</i>	—	—	—	0,1	0,1	0,1	1,3	2,1	1,7	0,5	0,7	0,6
24	<i>Vicia hirsuta</i>	—	—	—	0,0	—	0,0	—	—	—	0,0	—	0,0
25	<i>Amaranthus retroflexus</i>	—	—	—	0,1	0,3	0,2	0,3	0,9	0,6	0,1	0,4	0,2
26	<i>Veronica tryphyllos</i>	—	—	—	0,1	—	0,1	—	—	—	0,1	—	0,0
27	<i>Sonchus asper</i>	—	—	—	—	—	—	—	0,4	0,2	—	0,1	0,1
28	<i>Euphorbia helioscopia</i>	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,1	—	0,1	0,1
29	<i>Erodium cicutarium</i>	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,1	—	0,1	0,1
30	<i>Lamium purpureum</i>	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	—	0,0	0,0
31	<i>Plantago pauciflora</i>	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
32	<i>Lapsana communis</i>	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

c.d. Tabela 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
II. Wieloletnie — Perennial species													
33	<i>Cirsium arvense</i>	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,7	—	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3
34	<i>Agropyron repens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	8,8	4,6	0,1	2,9	1,5
35	<i>Sonchus arvensis</i>	—	—	—	—	—	—	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Liczba chwastów I + II		7,3	28,4	17,8	14,9	47,7	31,3	11,5	30,4	21,0	11,2	35,4	23,3
Number of weeds													
Liczba gatunków		18	23	22	19	21	24	19	27	27	27	33	35
Number of species													

0,0 — Gatunek wystąpił < 0,1

0,0 — Species occurrence < 0.1

Tabela 5

Skład gatunkowy i liczba chwastów w lanie owsa uprawianego w monokulturze zbożowej średnio z lat 1998–2000
Species composition and weed number in oats canopy cultivated in grain crops monoculture, mean from 1998–2000

Lp. No.	Gatunki Species	Faza rozwojowa owsa — Developmental phases									Średnio Mean		
		strzelanie w źdźbło shooting			kłoszenia earring			dojrzałości woskowej ziarna wax maturity					
		a ^x	b ^{xx}	$\bar{X}$	a	b	$\bar{X}$	a	b	$\bar{X}$	a	b	$\bar{X}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Krótkotrwałe — Short-lived species													
1.	<i>Apera spica—venti</i>	5,4	4,8	5,1	4,8	6,0	5,4	0,2	0,7	0,5	3,5	3,8	3,6
2.	<i>Viola arvensis</i>	2,9	7,9	5,4	3,3	4,2	3,8	0,6	4,2	2,4	2,3	5,4	3,8
3.	<i>Chenopodium album</i>	0,3	13,7	7,0	0,4	19,2	9,8	0,6	4,3	2,5	0,4	12,4	6,4
4.	<i>Stellaria media</i>	0,7	3,1	1,9	0,5	2,2	1,4	—	1,8	0,9	0,4	2,4	1,4
5.	<i>Galium aparine</i>	0,8	1,6	1,2	1,0	3,2	2,1	0,2	0,4	0,3	0,7	1,7	1,2
6.	<i>Polygonum convolvulus</i>	0,5	1,0	0,8	0,5	1,7	1,1	0,3	1,5	0,9	0,4	1,4	0,9
7.	<i>Myosotis arvensis</i>	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	—	1,2	0,6	0,1	0,5	0,3
8.	<i>Lamium amplexicaule</i>	0,1	0,4	0,2	0,0	0,7	0,4	—	—	—	0,0	0,4	0,2
9.	<i>Consolida regalis</i>	0,1	0,4	0,2	—	0,6	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2
10.	<i>Veronica arvensis</i>	0,1	0,2	0,1	0,2	1,0	0,6	0,3	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4
11.	<i>Polygonum aviculare</i>	0,0	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	—	—	—	0,1	0,2	0,2
12.	<i>Equisetum arvense</i>	0,0	0,1	0,1	—	0,2	0,1	—	—	—	0,0	0,1	0,0
13.	<i>Anthemis arvensis</i>	—	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0
14.	<i>Veronica persica</i>	0,0	0,1	0,1	—	0,2	0,1	0,4	1,1	0,8	0,1	0,5	0,3
15.	<i>Capsella bursa—pastoris</i>	—	0,3	0,2	—	—	—	0,1	—	0,0	0,0	0,1	0,0
16.	<i>Fumaria officinalis</i>	—	0,1	0,1	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0
17.	<i>Melandrium album</i>	—	0,2	0,1	—	0,2	0,1	—	0,2	0,1	—	0,2	0,1
18.	<i>Avena fatua</i>	—	0,1	0,0	—	—	—	—	—	—	—	0,0	0,0
19.	<i>Cerastium arvense</i>	0,0	0,0	0,0	—	0,3	0,2	—	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
20.	<i>Lycopsis arvensis</i>	—	0,1	0,0	—	—	—	—	0,4	0,2	—	0,2	0,1
21.	<i>Trifolium arvense</i>	—	0,1	0,0	—	—	—	—	0,1	0,0	—	0,1	0,1
22.	<i>Echinochloa crus—galli</i>	—	—	—	0,8	2,2	1,5	0,2	3,5	1,9	0,3	1,9	1,1
23.	<i>Vicia hirsuta</i>	—	—	—	—	0,2	0,1	—	—	—	—	0,1	0,1
24.	<i>Veronica tryphyllos</i>	—	—	—	—	0,0	0,0	—	—	—	—	0,0	0,0
25.	<i>Amaranthus retroflexus</i>	—	—	—	—	0,3	0,2	—	0,2	0,1	—	0,2	0,1
26.	<i>Sonchus asper</i>	—	—	—	—	—	—	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0
27.	<i>Anagallis arvensis</i>	—	—	—	—	—	—	0,1	2,5	1,3	0,0	0,8	0,4
28.	<i>Lamium purpureum</i>	—	—	—	—	—	—	—	0,3	0,1	—	0,1	0,1
29.	<i>Plantago pauciflora</i>	—	—	—	—	—	—	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0

c. d. Tabela 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
II. Wieloletnie — Perennial species													
30.	<i>Cirsium arvense</i>	0,0	0,1	0,1	0,2	0,5	0,3	—	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2
31.	<i>Agropyron repens</i>	—	—	—	—	—	—	0,3	3,2	1,7	0,1	1,1	0,6
32.	<i>Sonchus arvensis</i>	—	—	—	—	—	—	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Liczba chwastów I + II		11,1	34,8	23,0	12,0	43,4	27,6	4,1	26,9	15,5	9,0	35,0	22,0
Number of weed													
Liczba gatunków		15	22	22	11	20	20	15	23	24	22	32	32
Number of species													

0,0 — Gatunek wystąpił < 0,1

0,0 — Species occurrence < 0.1

Natomiast liczba gatunków zachwaszczających łany kształtowała się na zbliżonym poziomie: w fazie kłoszenia — wynosiła 20 gatunków, strzelania w źdźbło — 22 i dojrzałości mleczej — 24.

Wprowadzenie wyższego poziomu agrotechniki przyczyniło się do obniżenia ilościowego i gatunkowego chwastów we wszystkich fazach rozwojowych owsa (tab. 5). Zmniejszenie liczebności chwastów w poszczególnych fazach było następujące: strzelania w źdźbło — 3,1 razy, kłoszenia — 3,6 i dojrzałości mleczej o 6,6. Liczba gatunków chwastów w fazie kłoszenia była najniższa — 11, zaś w pozostałych, tj. strzelania w źdźbło i dojrzałości mleczej utrzymywała się na jednakowym poziomie i wynosiła 15 gatunków.

Wprowadzenie pełnej agrotechniki spowodowało wyraźne zmniejszenie dynamiki występowania niektórych gatunków chwastów we wszystkich fazach rozwojowych owsa. Istotnemu obniżeniu uległy, takie gatunki jak: *Chenopodium album*, *Viola arvensis*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media* i *Galium aparine*. Wyjątek pod tym względem stanowiła *Apera spica-venti*, gdyż nastąpiło wyraźne jej zwiększenie w zbiorowisku o ponad 10%. Natomiast w pozostałych fazach rozwojowych owsa — kłoszenia i dojrzałości mleczej — powyższy gatunek chwastu uległ znacznemu zmniejszeniu.

Należy podkreślić, iż wyższy poziom agrotechniki spowodował dodatkowo wyeliminowanie wielu gatunków chwastów we wszystkich fazach rozwojowych owsa. W pierwszej ocenianej fazie rozwojowej, tj. strzelania w źdźbło, znacznemu ograniczeniu uległy: *Anthemis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Melandrium album*, *Avena fatua*, *Lycopsis arvensis* i *Trifolium arvensis*; kłoszenia — *Consolida regalis*, *Equisetum arvense*, *Veronica persica*, *Melandrium album*, *Cerastium arvense*, *Vicia hirsuta* i *Amaranthus retroflexus*; dojrzałości mleczej — *Melandrium album*, *Cerastium arvense*, *Lycopsis arvensis*, *Trifolium arvensis*, *Amaranthus retroflexus* i *Lamium purpureum*.

Należy dodać, iż owies uprawiany w wielogatunkowej monokulturze zbożowej charakteryzował się mniejszym zachwaszczeniem zarówno liczbą chwastów i gatunków w porównaniu z systemem płodozmiennym (tab. 4 i 5).

WNIOSKI

1. Wyższy poziom agrotechniki istotnie obniżył zachwaszczenie łanu owsa siewnego i liczba chwastów zmalała 3-krotnie oraz ich biomasa ponad 4-krotnie.
2. System następstwa roślin — płodozmian lub monokultura nie różnicował kształtowania się zachwaszczenia łanu owsa.
3. Chwastami panującymi w obu systemach następstwa roślin były gatunki krótkotrwałe, jak: *Apera spica-venti*, *Viola arvensis*, *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Polygonum convolvulus* i *Galium aparine*.
4. Najwyższą liczebność chwastów w łanie owsa stwierdzono w fazie kłoszenia zarówno w płodozmianie jak i monokulturze zbożowej.
5. Najmniejsza dynamika chwastów zasiedlających łany owsa w płodozmianie uwidoczniła się w fazie strzelania w źdźbło, a w monokulturze zbożowej — w dojrzałości woskowej ziarna.

LITERATURA

- Adamiak J. 1982. Wpływ zmianowania i nawożenia na plonowanie owsa *Acta Univ. Agriculturae*, R. XXX, 3: 21 — 25.
- Adamiak J., Adamiak E. 1994. Reakcja owsa na udział zbóż w płodozmianie i monokulturę. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Roln.* 187 (35): 53 — 60.
- Adamiak E., Zawislak K. 1991. Fitocenozy chwastów owsa uprawianego w płodozmianie i wieloletniej monokulturze. Synteza i perspektywy nauki o płodozmianach ART. Olsztyn — VSZ Brno, cz. II.: 207 — 214.
- Dzieżyc J. 1993. Czynniki plonotwórcze — plonowanie roślin. PWN, Warszawa.
- Gąsiorowski H. 1999. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. *Żywność, TTŻ*, Kraków, 1 (18), Supl.: 193 — 196.
- Michalski T. 1993. Wpływ posiewnych zabiegów uprawowych na rozwój i plonowanie jęczmienia jarego, owsa i pszenżyta jarego. *Rocz. Nauk Roln.*, s. A., 110, z. 1-2: 139 — 147.
- Niewiadomski W., Adamiak J., Zawislak K. 1980. Tolerancja 9 ważniejszych gatunków uprawnych na wieloletni siew po sobie. *Zesz. Nauk. ART. Olsztyn*, 29: 271 — 281.
- Pawłowski F., Wesołowski M. 1989. Poziom agrotechniki a plonowanie i zachwaszczenie roślin w zmianowaniu na glebie lessowej. Cz. I. Plonowanie roślin., *Rocz. Nauk Roln.*, S.A., 108, z. 2: 95 — 101.
- Pawłowski M., Fordoński G. 1994. Wartość przedplonowa roślin strączkowych i owsa dla zbóż. *Acta Acad. Tech. Olst. Agricul.*, 59: 41 — 56.
- Pawłowski F., Deryło S. 1988. Plonowanie i wartość przedplonowa owsa w zmianowaniach o zróżnicowanej koncentracji zbóż. *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.*, z. 331: 101 — 109.
- Rocznik Statystyczny. 2000. Wydawn. Statystyczne, Warszawa.
- Zawislak K. 1997. Regulacyjna funkcja płodozmianu wobec chwastów w agrofitocenozach zbóż. *Acta Acad. Agricul. Tech. Olst., Agricultura*, 64: 81 — 99.
- Zawislak K., Adamiak E. 1998. Płodozmian i pestycydy jako czynniki integrowanej uprawy owsa. *Acta Agricul. Tech. Olst., Agricultura*, 66: 131 — 142.
- Zawislak K., Adamiak E. 1997. Efektywność plonochronna płodozmianu wobec chwastów w uprawie owsa. *Acta Akademia Agricul. Tech. Olst.*, 64: 89 — 99.

TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI**STANISŁAW WĘGRZYN**

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Zastosowanie analizy współczynników ścieżek do oceny współzależności elementów struktury plonu owsa jarego (*Avena sativa* L.)

The path-coefficient analysis of yield structure parameters in spring oat

Celem pracy była ocena bezpośredniego i pośredniego wpływu 6 cech: terminu wyrzucania wiech, wysokości roślin, odporności na rdzę koronową, odporności na wyleganie, masy 1000 ziaren i zawartości łuski na plon rodów owsa badanych w doświadczeniach odmianowych (wstępnych-zespołowych) w 1999 i 2000 roku. Ocenie poddano łącznie 50 obiektów (po 25 w każdym roku) w 4 miejscowościach. Analiza statystyczno-genetyczna obejmowała obliczenie współczynników zmienności, korelacji fenotypowo-genotypowych oraz analizę ścieżkową pomiędzy 6 cechami a plonem owsa. Stwierdzono, że wysoce istotna ujemna korelacja genetyczna pomiędzy plonem a wczesnością kłoszenia i dodatnia pomiędzy plonem a odpornością na porażenie rdzą koronową są uwarunkowane również silnymi efektami bezpośrednimi.

Słowa kluczowe: analiza przyczynowo-skutkowa, cechy struktury plonu, korelacje genetyczne, owies

The aim of the study was to estimate direct and indirect effects of six traits: date of heading, plant height, resistance to lodging and to crown rust, 1000 grain weight and content of hull on grain yield per plot in strains and cultivars of spring oat (*Avena sativa*) investigated in field trials in 1999 and 2000. The study was carried out on 50 forms (25 each year) in 4 localities. The statistical analysis comprised calculation of coefficient of variability, phenotypic and genotypic correlations and path-coefficient analysis of six traits and grain yield per plot. The genotypic correlation between grain yield and crown rust resistance was positive and highly significant in the both years of study ($rG_{(1999)} = 0.93^{**}$ and $rG_{(2000)} = 0.64^{**}$). Path-coefficient analysis showed very strong direct effect of crown rust on grain yield ($P_{37(1999)} = 1.439^{**}$ and $P_{37(2000)} = 0.607^{**}$). A negative genotypic correlation existed between date of heading and grain yield ($rG_{(1999)} = -0.73^{**}$ and $rG_{(2000)} = -0.48^{**}$), and also direct effects on yield were negative in the both years of study ($P_{(1999)} = -0.667^{**}$, and $P_{(2000)} = -0.819^{**}$).

Key words: genotypic correlation, path-analysis, spring oat, yield structure

WSTĘP

Wysoka plenność odmian owsa jest cechą złożoną, zależną od wielu czynników w tym cech struktury plonu, a także odporności na choroby i wyleganie. Cechy te są ze sobą silnie związane zarówno w sposób bezpośredni jak i również pośredni. Obserwacja i analiza wzajemnych powiązań pomiędzy tymi zależnościami pozwala dokonać właściwego wyboru plenniejszych form owsa unikając równocześnie pogorszenia innych cech.

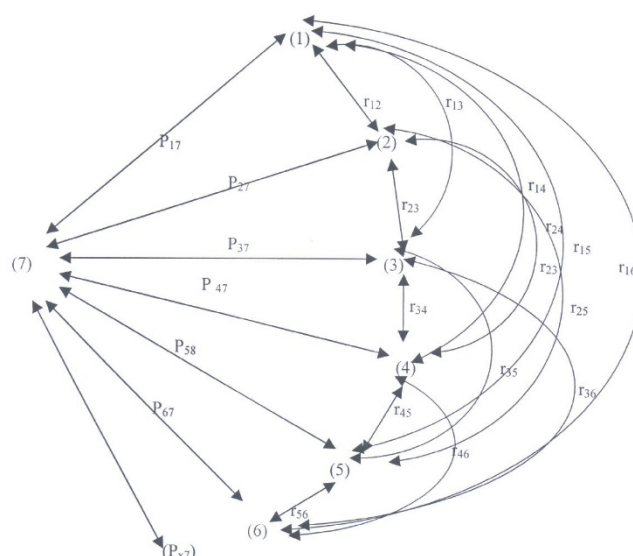
W dostępnej literaturze niewiele się spotyka opracowań dla owsa pod kątem oceny wzajemnych powiązań pomiędzy cechami. Korelacje fenotypowe pomiędzy 5 cechami struktury plonu u 28 odmian owsa opisał Sawicki (1984). Stwierdził wysokie istotne wartości współczynników korelacji pomiędzy plonem ziarna z poletka a plonem ziarna z wiechy i masą 1000 ziaren. W oparciu o obliczone współczynniki korelacje fenotypowej tzw. prostej oraz cząstkowej wielokrotnej Sawicki wyjaśniał wzajemne powiązania pomiędzy cechami struktury plonu, czyli współzależności. Wykorzystanie w selekcji linii owsa na wysoki plon ziarna bezpośrednie i pośrednie zależności plonu od innych cech proponuje Johnson (1983). Selekcję pośrednią w oparciu o komponenty plonu w celu zwiększenia produktywności ziarna zaleca również Takeda i Frey (1976), Eagles i Frey (1974) oraz Saad i wsp. (1979). Dla innych gatunków zbóż i roślin pojawiały się liczne opracowania wyjaśniające współzależności pomiędzy cechami. Autorzy polskich badań (Binek, 1983; Kadłubiec i in., 1983; Jedyński 2001; Gołaszewski i in., 1993, 1996; Węgrzyn i in., 1996) przeprowadzali analizę skutkowo-przyczynową wykorzystując współczynniki korelacji fenotypowych. (Gołaszewski i in., 1993) na 80 rodach wyselekcjonowanych z populacji żyta ozimego Kortowskie wskazują, że na plon ziarna z kłosa miały silny wpływ bezpośredni masa 1000 ziaren, liczba ziaren z kłosa, długość kłosa i wysokość rośliny. W innej pracy (Węgrzyn i in., 1996) badania objęły 154 rody i populacje żyta z kolekcji. Analiza ścieżkowa wykazała, że na wysokość plonu u żyta z poletka wysoki bezpośredni wpływ miało przezimowanie, (co jest zaskoczeniem, biorąc pod uwagę na ogół wysoką mrozoodporność żyta), natomiast bezpośrednio wpływy pozostałych cech: wysokości, rdzy brunatnej, masy 1000 ziaren okazały się osłabiane przez pośrednie wpływy innych cech. Także np. dla oceny zależności plonu od innych cech dla grochopeluszki (Gołaszewski i in., 1996) również wykazano dużą przydatność analizy przyczynowo-skutkowej do oceny wzajemnych powiązań pomiędzy cechami użytkowymi.

W literaturze zagranicznej (Dewey i in., 1959; Sidwell i in., 1976; Johnson i in., 1983) zaleca się, wykonywać analizę ścieżkową na podstawie genetycznych współczynników korelacji. W Polsce dla poznania wzajemnych zależności u żyta (Śmiałowski i in., 2002) wykorzystano do analizy ścieżkowej współczynniki korelacji genetycznych.

W niniejszej pracy celem jest poznanie bezpośrednich i pośrednich zależności między plonem a ważnymi cechami struktury plonu u owsa, oraz wynikającej stąd zależności przyczynowo-skutkowej ich wzajemnych powiązań w oparciu o genotypowe współczynniki korelacji. W przeprowadzonej analizie przyczynowo-skutkowej również ważnym celem będzie porównanie różnic pomiędzy wpływami bezpośrednimi i pośrednimi w 2 latach badań, co umożliwi sprawdzenie, jaki wpływ na obserwowane zależności mógł mieć odmienny zestaw badanych obiektów oraz środowisko.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystane zostały wyniki 2 letnich doświadczeń hodowlanych (wstępnych), w których ocenie poddano 50 rodów w tym 2 odmian wzorcowych owsa (badano w 1999 i 2000 roku odmienny zestaw 25 obiektów z 2 wspólnymi odmianami wzorcowymi) w 4 miejscowościach: Choryni, Polanowicach, Strzelcach i Wielopolu.



Współczynniki ścieżkowe obliczono wg następującego równania

The path coefficients were obtained by the following equations

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

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

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

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

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

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

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

P_{x7} — efekt resztowy, P_{x7} — residual factors

Rys. 1. Diagram zależności i współzależności pomiędzy plonem a badanymi cechami owsa jarego

Fig. 1. Path diagram for 6 independent characters of spring oat and the dependent character grain yield

Doświadczenia zakładano na poletkach o pow. 10 m² w 4 powtórzeniach. W trakcie doświadczeń wykonano pomiary wysokości roślin, odnotowano datę wyrzucania wiech, wykonano obserwacje odporności na wyleganie i choroby (rdzę karłową). Zebrany plon z poletka w kg przeliczono na dt/ha i w tej postaci użyto do dalszych obliczeń. Po zbiorze wykonano ocenę masy 1000 ziaren i zawartości łuski Na podstawie uzyskanych wyników obliczono współczynniki korelacji fenotypowej i genetycznych pomiędzy 7 wybranymi

cechami. Wyniki opublikowano w pracy pt. „Zmienność, zależność i genetyczne uwarunkowanie ważnych cech u rodów i odmian owsa (*Avena sativa*)” (Śmiałowski i in., 2002). Korelacje fenotypowe i genotypowe obliczono za pomocą programu komputerowego FEGEKOR 3 (TP) opracowanego przez prof. Węgrzyna w Zakładzie Roślin Zbożowych IHAR Kraków. Dla przeprowadzenia analizy przyczynowo-skutkowej, w której plon owsa był cechą wynikową (zmienna objaśniana) a cechami zmiennymi (wyjaśniającymi): termin kłoszenia, wysokość roślin, odporność na wyleganie i rdzę, masę 1000 ziaren, zawartość łuski wykorzystano współczynniki korelacji genetycznych obliczone w 1999 i 2000 roku (Śmiałowski i in., 2002). Analizę ścieżkową wykonano według metody opisanej przez Deweya i Lu (1959) (rys. 1).

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie wykonanych obserwacji i pomiarów 7 cech stwierdzono, że wysokim zróżnicowaniem charakteryzowała się odporność na rdzę koronową (tab. 1). Niskim zróżnicowaniem odznaczały się plon, masa 1000 ziaren. Pozostałe cechy podlegały silnym wahaniom sezonowym, szczególnie odporność na wyleganie oraz termin wyrzucania wiech (tab. 1).

Tabela 1

Średnie wartości, zakresy zmienności, współczynniki zmienności dla cech u rodów owsa badanych w doświadczeniach polowych w 1999 i 2000 roku
The means, minimum-maximum ranges, coefficients of variability for traits of strains and varieties investigated in field's experiments in 1999 and 2000

Cechy Traits	Rok 1999			Rok 2000		
	wartości cech traits' values		współczynniki zmienności coefficient of variability cv (%)	wartości cech traits' values		współczynniki zmienności coefficient of variability cv (%)
	średnie mean	zakresy range min-max		średnie mean	zakresy range min-max	
Liczba dni od 1.V do kłoszenia No. of days from 1 May. to heading	42,3	39–46	16,1	36,6	34–38	7,4
Wysokość roślin Plant height (cm)						
Rdza koronowa Crown rust (scale 1–9)	6,5	3,6–8,8	45,1	5,9	3,8–8,1	43,2
Wyleganie Lodging (scale 1–9)	4,2	3,7–9,0	25,4	8,2	6,5–9,0	10,1
Masa 1000 ziaren 1000 grain mass (g)	31,6	27–35	8,9	38,8	35–44	11,5
% łuski Content of hull	25,4	22–28	11,1	24,7	21–28	6,5
Plon ziarna Yield of grain (dt/ha)	65,7	58–69	9,8	57,5	51–62	8,7

Większą zmiennością charakteryzowały się rody badane w 1999 roku i również w tym roku współczynniki korelacji genetycznych odznaczały się wyższymi wartościami w stosunku do 2000 roku (tab. 2, 3).

Porównanie współczynników korelacji genetycznych w obu latach pomiędzy cechami: plonem i wczesnością kłoszenia ($rG_{(1999)} = -0,73^{**}$, $rG_{(2000)} = -0,48^{**}$), plonem i odpornością na rdzę koronową ($rG_{(1999)} = 0,93^{**}$, $rG_{(2000)} = 0,64^{**}$) oraz plonem i zawartością łuski w ziarnie ($rG_{(1999)} = -0,93^{**}$, $rG_{(2000)} = -0,34$) wskazuje, że niezależnie od badanego zestawu fenotypów charakteryzują się one zbliżonymi wartościami i kierunkami działań (tab. 2 i 3). Odmienne spostrzeżenia odnotowano dla innych zależności. Okazało się, że korzystna dodatnia korelacja pomiędzy plonem a wyleganiem w 1999 roku ($rG_{(1999)} = 0,45^*$) uległa niekorzystnej zmianie w 2000 roku, w którym polepszenie plenności u badanych rodów owsa odbyło się kosztem zmniejszenia odporności na wyleganie, o czym świadczą ujemny współczynniki korelacji pomiędzy plonem a wyleganiem ($rG_{(2000)} = -0,75^{**}$) (tab. 2 i 3).

Szczegółowe wyjaśnienie wzajemnych powiązań polegające na analizie przyczynowo-skutkowej omawianych zależności zostało przedstawione w tabeli 4 i 5. Wykonana analiza wskazuje, że wysoka plenność ziarna u nowych rodów owsa w bezpośredni sposób zależy od wysokiej odporności na rdzę koronową owsa ($P_{(37,1999)} = 1,439^{**}$, $P_{(37,2000)} = 0,607^{**}$) (tab. 4 i 5). Rody odporne na tę chorobę są plenniejsze od pozostałych. Druga ważna cecha: wczesność kłoszenia jest silnie, ale ujemnie skorelowana z plonem ziarna u owsa (tab. 2 i 3).

Tabela 2

Genotypowe współczynniki korelacji pomiędzy badanymi cechami owsa w 1999 roku
The genotypic correlation coefficients between the investigated traits of oat in 1999

Cechy Traits	Kłoszenie (liczba dni od 1.V do kłoszenia) Heading	Wysokość Plant height (cm)	Rdza koronowa Crown rust	Wyleganie Lodging	Masa 1000 ziaren 1000-grain mass	Zawartość łuski Content of hull (%)	Plon ziarna Yield of grain (dt/ha)
Liczba dni od 1.V do kłoszenia No. of days from 1 May. to heading	1,00	0,11	0,33	-0,46*	-1,26**	1,06**	-0,73**
Wysokość roślin Plant height (cm)		1,00	-0,21	-0,92**	0,45*	-0,20	-0,34
Rdza koronowa Crown rust (scale 1–9)			1,00	-0,03	0,35	-0,45*	0,93**
Wyleganie Lodging (scale 1–9)				1,00	-0,70**	0,53**	0,45*
Masa 1000 ziaren 1000 grain mass (g)					1,00	-0,99**	0,97**
% łuski Content of hull						1,00	-0,93**
Plon ziarna Yield of grain (dt/ha)							1,00

Tabela 3

Genotypowe współczynniki korelacji pomiędzy badanymi cechami owsa w 2000 roku
The genotypic correlation coefficients between the investigated traits of oat in 2000

Cechy Traits	Kłoszenie (liczba dni od 1.V do kłoszenia) Heading	Wysokość Plant height (cm)	Rdza koronowa Crown rust	Wyleganie Lodging	Masa 1000 ziaren 1000-grain mass	Zawartość łuski Content of hull (%)	Plon ziarna Yield of grain (dt/ha)
Liczba dni od 1.V do kłoszenia No. of days from 1 May. to heading	1,00	0,07	-0,001	1,13**	-0,09	0,68**	-0,48**
Wysokość roślin Plant height (cm)		1,00	0,42*	0,47**	-0,09	-0,34	0,25
Rdza koronowa Crown rust (scale 1-9)			1,00	0,18	-0,10	-0,11	0,64**
Wyleganie Lodging (scale 1-9)				1,00	-0,14	-0,34	-0,75**
Masa 1000 ziaren 1000-grain mass (g)					1,00	0,23	0,21
% łuski Content of hull						1,00	-0,34
Plon ziarna Yield of grain (dt/ha)							1,00

Zatem w zestawie badanych rodów przeważały również korzystne pełne formy owsa o krótszym okresie pomiędzy siewem a kłoszeniem. Analiza przyczynowo-skutkowa współzależności plonu od kłoszenia wskazuje na wysoki bezpośredni wpływ wczesności kłoszenia na plon ($P_{17,1999} = -0,667^{**}$, $P_{17,2000} = -0,819^{**}$), nieosłabiony efektami pośrednimi innych cech (tab. 4 i 5). Zatem poprawienie tej cechy odbyło się poprzez silne przełamanie niekorzystnych korelacji genetycznych w wytworzonym materiale. W tym przypadku nie zastosowano żmudnej metody selekcji pośredniej poprzez poprawianie jednej cechy za pomocą innych.

Bardzo ważną cechą u owsa, na którą w ostatnich latach położono szczególny nacisk w hodowli i uprawie jest niska zawartość łuski w ziarnie. Pomiedzy zawartością łuski a plonem ziarna stwierdzono ujemną, ale korzystną korelację genetyczną w obu latach badań ($r_{G(1999)} = -0,93^{**}$ i $r_{G(2000)} = -0,300$), co oznacza, że rody o wyższej plenności zawierały mniej łuski. Tej korzystnej korelacji genetycznej jednak nie potwierdza wykonana analiza przyczynowo-skutkowa. Obliczone wartości efektów bezpośrednich ($P_{67,1999} = 0,964^{**}$, $P_{67,2000} = 0,300$) okazały się dodatnie, a zatem z punktu widzenia hodowli niekorzystne. Uzyskany wynik tłumaczy obliczona analiza efektów pośrednich pomiędzy cechami. Wskazuje ona, że wymienione wcześniej korzystne współczynniki korelacji pomiędzy plonem a procentem łuski wynikają z wysokiej wartości efektów pośrednich pomiędzy procentem łuski a odpornością na rdzę koronową ($P_{1999} = -0,648$) (tab. 4) oraz % łuski a wczesnością kłoszenia ($P_{1999} = -0,707$ i $P_{2000} = -0,516$) (tab. 4 i 5). Omawiane efekty pośrednie silnie maskowały niekorzystne efekty bezpośrednie pomiędzy % łuski a plonem.

Tabela 4

Współczynniki korelacji, efekty bezpośredniego i pośredniego wpływu 6 cech na plon owsa w 1999 roku
Correlation coefficients, direct and indirect effects of the six traits on grain yield of oats in 1999

Cechy Traits	Współczynniki korelacji genetycznej pomiędzy plonem a cechami Coefficient of correlation	Efekty bezpośrednie pomiędzy plonem a cechami Direct effects between yield and the traits	Efekty pośrednie The indirect effects					
			kłoszenie (liczba dni od 1.V do kłoszenia) heading	wysokość plant height (cm)	rdza koronowa crown rust	wyleganie lodging	masa 1000 ziaren 1000-grain mass	zawartość łuski content of hull (%)
Kłoszenie Heading	-0,73**	-0,667**	—	0,078	0,475	-0,447	-1,191	1,022
Wysokość roślin (cm) Plant height	-0,34	0,708**	-0,073	—	-0,302	-0,894	0,415	-0,198
Rdza koronowa Crown rust (scale 1-9)	0,93**	1,439**	-0,220	-0,149	—	-0,029	0,323	-0,434
Wyleganie Lodging (scale 1-9)	0,45*	0,972**	0,307	-0,651	-0,043	—	-0,646	0,511
Masa 1000 ziaren 1000-grain mass (g)	0,97**	0,923**	0,860	0,319	0,504	-0,680	—	-0,954
% łuski Content of hull	-0,93**	0,964**	-0,707	-0,142	-0,648	0,515	-0,914	—

P_{x7} = 1,47

Zjawisko to wpłynęło na obniżenie zawartości łuski i zwiększenie plonu, czego odzwierciedleniem były ujemne, ale korzystne współczynniki korelacji genetycznej pomiędzy plonem ziarna a zawartością łuski. Należy przypuszczać, że wysoki plon i zawartość łuski u owsa oplewionego są silnie sprzężone genetycznie, których przełamanie jest bardzo trudne bez pogorszenia innych cech. Zatem w selekcji materiałów hodowlanych owsa prowadzonej w celu obniżenia procentu łuski w ziarnie należy umiejętnie wykorzystać związki pośrednie pomiędzy badanymi cechami, tj. odpornością na rdzę, wczesnością wyrzucania wiech, a także masą 1000 ziaren i plonem. Znajomość siły wzajemnych powiązań, czyli efektów bezpośrednich i pośrednich pozwoli ograniczyć zawartość łuski w ziarnie bez obniżania plenności ziarna. Na możliwości skutecznej selekcji pośredniej za pomocą innych cech u innych gatunków zbóż, a także roślin wskazują wcześniejsze badania Węgrzyna (1983), Kadłubca i wsp. (1989), Gołaszewskiego i wsp. (1993; 1996), Węgrzyna i wsp. (1996), Jedyńskiego, (2001), i Śmiałowskiego (2002). Wykonane badania współzależności cech u owsa wskazują na możliwości wykorzystania wyników analizy przyczynowo skutkowej do selekcji nowych materiałów hodowlanych w celu poprawy ich walorów użytkowych.

Tabela 5

Współczynniki korelacji i efekty bezpośredniego oraz pośredniego wpływu 6 cech na plon owsa w 2000 roku**Correlation coefficients, direct and indirect effects of the six traits on grain yield of oats in 2000**

Cechy Traits	Współczynniki korelacji genetycznej pomiędzy cechami a plonem Coefficient of correlation	Efekty bezpośrednie pomiędzy plonem a cechami Direct effects between yield and the traits	Efekty pośrednie The indirect effects					
			kłoszenie (liczba dni od 1.V do kłoszenia) heading	wysokość (cm) plant height	rdza koronowa crown rust	wyleganie lodging	masa 1000 ziaren 1000-grain mass	zawartość łuski content of hull (%)
Kłoszenie Heading	-0,48**	-0,819**	—	0,007	-0,0006	0,154	-0,009	0,189
Wysokość roślin Plant height (cm)	0,25	0,100	-0,057	—	0,255	0,064	-0,009	-0,102
Rdza koronowa Crown rust (scale 1-9)	0,64**	0,607**	0,0008	0,042	—	0,024	-0,001	-0,033
Wyleganie Lodging (scale 1-9)	-0,75**	0,136	-0,925	0,047	0,109	—	-0,014	-0,102
Masa 1000 ziaren 1000-grain mass (g)	0,21	0,101	0,074	-0,009	-0,061	-0,019	—	0,069
% łuski Content of hull	-0,34	0,300	-0,516	-0,034	-0,067	-0,046	0,023	—

 $P_{x7} = 0,348$ **WNIOSKI**

1. Przeprowadzona analiza przyczynowo-skutkowa w oparciu o dwuletnie wyniki doświadczeń wykazała, że plenność nowych odmian owsa jarego w doświadczeniach wstępnych zależy silnie i bezpośrednio od odporności na rdzę koronową owsa. Ponadto stwierdzono korzystny bezpośredni wpływ wczesnego wyrzucania wiech na plenność owsa, co może świadczyć o przełamaniu niekorzystnych korelacji pomiędzy tymi cechami.
2. Korzystne pośrednie efekty pomiędzy kłoszeniem a rdzą koronową silnie maskują niekorzystny bezpośredni wpływ niskiej zawartości łuski na plon ziarna. Odnotowane spostrzeżenie dowodzi możliwości poprawienia pośrednio, w trakcie selekcji materiałów hodowlanych, tej cechy przy poprawianiu wartości innych cech.
3. Analiza przyczynowo skutkowa okazała się przydatna dla poznania zależności i współzależności cech użytkowych u form hodowlanych owsa jarego.

LITERATURA

- Binek A. 1983. Korelacja i analiza współczynników ścieżek pomiędzy cechami warunkującymi strukturę plonu nasion esparcety siewnej. *Post. Nauk. Rol.* 290: 112 — 124.
- Dewey D. R., Lu K. H. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of created wheatgrass seed production. *Agron. J.*: 515 — 517.
- Eagles H. A., Frey K. J. 1974. Expected and actual gains in economic value of oat lines from five selection methods. *Crop Sci.* 14: 861 — 664.
- Gołaszewski J., Koczowska I., Korona A., Idżkowska M. 1993. Metoda współczynników ścieżek w ocenie współzależności wybranych cech żyta ozimego i pszenżyta jarego. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu* 223: 157 — 163.
- Gołaszewski J., Puzio-Idżkowska M. 1996. Analiza ścieżkowa w ocenie współzależności niektórych komponentów plonu nasion grochopeluski. *Biul. IHAR* 200: 314 — 317.
- Kadłubiec W., Jedyński S., Lonc W., Strugała J. 1989. Analiza ścieżek Wrighta komponentów plonu linii i mieszańców F₁ pszenicy ozimej. *PNR* 382: 127 — 132.
- Jedyński S. 2001. Odziedziczalność i analiza ścieżkowa komponentów plonu pszenicy jarej. *Biul. IHAR* 218/219: 203 — 210.
- Johnson S. K., Helsel D. B., Frey K. J. 1983. Direct and indirect selection for grain yield in oat (*Avena sativa* L.). *Euphytica* 32/ 3: 407 — 413.
- Takeda K., K. J. Frey. 1976. Contribution of vegetative growth rate and harvest index to grain yield of progenies from *Avena sativa* × *A. sterilis* crosses. *Crop Sci.* 16: 817 — 821.
- Saad El Din, Mohamed Sami. 1979. Selection indexes for assigning economic values to oat lines. Ph.D. Dissertation. Iowa State Univ., Ames, Iowa. Diss. Abstr. 169.
- Sawicki J. 1984. Struktura plonu u odmian i rodów owsa raz udział jej komponentów w kształtowaniu plonu ziarna. *Ac. Agr. et Silvestre Vol. XXIII*: 59 — 77.
- Sidwell R. J., Smith E. L., McNew R. W. 1976. Inheritance and interrelationships of grain yield and selected yield-related traits in a hard red winter wheat cross. *Crop Sci.* 16: 650 — 654.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2000. Zmienność i zależność oraz genetyczne uwarunkowania wybranych cech u odmian i rodów żyta ozimego. *Biul. IHAR* 216 (1): 61 — 68.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2002. „Zmienność, zależność i genetyczne uwarunkowanie ważnych cech u rodów i odmian owsa. *Biul. IHAR* 223/224: 186 — 194.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S. 2003. Zastosowanie analizy współczynników ścieżek do badań genotypowych zależności i współzależności wybranych cech plonotwórczych żyta ozimego (*Secale cereale*). *Biul. IHAR* 228: 141 — 149.
- Węgrzyn S., Śmiałowski T., Grochowski L. 1996. Zmienność i współzależność cech oraz ocena zjawisk genetycznych w kolekcji roboczej żyta ozimego 1977–1992. *Biul. IHAR* 200: 69 — 84.

EDWARD WRÓBEL**TADEUSZ KRAJEWSKI****WOJCIECH KRAJEWSKI**

Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu owsa oplewionego i nagoziarnistego

The effect of nitrogen application on yield and its structure of naked and hulled oats

Podstawę opracowania stanowią wyniki dwuletnich, ścisłych badań polowych nad wpływem zróżnicowanego nawożenia azotem: 30, 60 i 90 kg N na ha plonowanie dwóch form owsa: nieoplewionego (Akt) oraz oplewionego (Bajka). W pracy uwzględniono wpływ stosowanych dawek azotu na plon ziarna oraz jego elementy struktury: liczbę wiech na 1 m², liczbę ziaren w wieszce oraz masę 1000 ziaren. Ponadto określono efektywność rolniczą 1 kg azotu. Istotny przyrost plonu ziarna owsa następował do dawki 90 kg N·ha⁻¹ stosowanej w dwóch terminach: 60 kg przed siewem i 30 kg w fazie strzelania w źdźbło. Z porównywanych form owsa (nieoplewiona, oplewiona) istotnie wyżej plonowała odmiana oplewiona Bajka, która charakteryzowała się wyższą liczbą wiech produkcyjnych z jednostki powierzchni oraz wyższą masą 1000 ziaren (co jest cechą odmianową). Korzystnie na liczbę ziarniaków w wieszce i masę 1000 ziaren wpłynęło nawożenie azotowe. Wysoką efektywność rolniczą 1 kg azotu u owsa uzyskano na dawce 30 kg N·ha⁻¹. Przy wyższych dawkach (60 i 90 kg N) produktywność jednostkowa azotu znacznie się zmniejszyła (9,2; 9,4 kg ziarna). Badane odmiany owsa wykazały zróżnicowane wymagania w stosunku do nawożenia azotem. Odmiana Akt najwyżej plonowała na dawce 90 kg N na ha, zaś odmiana Bajka na 30 kg N na ha. Najwyższy plon białka oraz wartość energetyczną plonu ziarna z 1 ha uzyskano stosując azot w dawce 90 kg na 1 ha.

Słowa kluczowe: nawożenie azotem, owies, odmiany, plon ziarna, struktura plonu

The results in this paper were obtained in the 2-year field trials aimed to evaluate the effects of different doses of nitrogen (30, 60 and 90 kg N·ha⁻¹) on yielding of two oat cultivars: naked Akt and hulled form Bajka. The effects of nitrogen on grain yield and yield components: number of panicles per 1 m², number of grains per panicle and weight of 1000 kernels were estimated. Agricultural efficiency of 1 kg of nitrogen was assessed. The significant increase of oat grain was found up to the rate of 90 kg N·ha⁻¹ applied in two parts: 60 kg N·ha⁻¹ before sowing and 30 kg·ha⁻¹ during culm emergence. A higher yield of grain was obtained with cv. Bajka that showed a higher number of panicles per 1 m² and a higher weight of 1000 kernels. High agricultural efficiency of applied nitrogen was found for the dose of 30 kg N·ha⁻¹. At higher nitrogen doses (60 and 90 kg N·ha⁻¹) the efficiency was lower (9.2 and 9.4 kg of grain). The investigated cultivars showed different demand for nitrogen fertilization. The Akt

cultivar yielded best at the dose of 90 kg N·ha⁻¹, the Bajka cultivar at 30 kg·ha⁻¹. The highest yield of protein and the highest energy value of the yield were recorded at the dose of 90 kg N·ha⁻¹.

Key words: cultivars, grain yield, oat, nitrogen fertilization, yield components

WSTĘP

Owies pomimo spadku powierzchni uprawy, ma szczególnie w rejonie północno-wschodnim duże znaczenie gospodarcze. Jego wysoka wartość wynika z dużej potencjalnej zdolności produkcyjnej, mniejszej reakcji na niekorzystne warunki siedliskowe, korzystniejszych właściwości fitosanitarnych oraz wysokiej jakości pokarmowej ziarna (Adamiak, Adamiak, 1999; Borecka-Jamro i in., 1999; Nita, 1999; Piech i in., 1999; Śniady, Wołoszyn, 1999; Wróbel i in., 1999; Wróbel, Kijora, 2000).

W ostatnich latach coraz większego znaczenia nabiera owies nagoziarnisty, charakteryzujący się dużą koncentracją energii metabolicznej w ziarnie oraz wysoką wartością biologiczną białka zasobnego w aminokwasy egzogenne (Maurice i in., 1985; Valentine, Clothier, 1992; Zarkadas Constantinos i in., 1995).

Owies podobnie jak i inne zboża silniej reaguje na azot niż pozostałe składniki pokarmowe. Efektywność nawożenia mineralnego, a zwłaszcza azotowego zależy w dużym stopniu od odmiany, kultury i rodzaju gleby oraz warunków atmosferycznych w okresie wegetacji (Piech i in., 1999; Szafrński, 1995; Wróbel, 1989; Ziółek, 1992).

Dotychczasowe badania z formą nagoziarnistą owsa nie dają pełnej podstawy do oceny reakcji tej formy na warunki siedliskowe i agrotechniczne. Szczególnie mało poznana jest jej reakcja na nawożenie azotowe.

Celem badań niniejszej pracy była ocena reakcji owsa nagoziarnistego i oplewionego na zróżnicowane dawki nawożenia azotowego: 0 (kontrola), 30, 60 i 90 kg N na 1 ha.

MATERIAŁ I METODY

Podstawę pracy stanowią wyniki ścisłego doświadczenia polowego przeprowadzonego w Krajewie Budziłach (woj. podlaskie) przez Katedrę Produkcji Roślinnej UWM w Olsztynie w latach 2000–2001. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków (split-plot) w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 22,5 m².

Czynnikiem I rzędu były dwie odmiany owsa: nagoziarnista Akt i oplewiona Bajka. Czynnikiem II rzędu były dawki i terminy stosowania azotu (w formie saletry amonowej): 0 (kontrola — bez azotu), 30, 60, 90 kg N na 1 ha. Azot w dawce 30 i 60 kg stosowano w całości przedsiewnie, natomiast w dawce 90 kg N na 1 ha w dwóch terminach: 60 kg przedsiewnie + 30 kg N·ha⁻¹ na początku fazy strzelania w źdźbło.

Doświadczenie zakładano na glebie kompleksu żytanego bardzo dobrego, charakteryzującej się średnią zasobnością w fosfor, potas i magnez o pH 6,8. Dawki nawozów fosforowych i potasowych ustalono na podstawie zasobności gleby w te składniki oraz pobrane ilości fosforu i potasu z plonem 6 t·ha⁻¹.

Przedplonem owsa w obu latach była pszenica ozima. Owies wysiewano w terminie możliwie najwcześniejszym do wykonania w danym roku w ilości 500 kiełkujących ziarniaków na 1 m². Zbioru dokonano kombajnem poletkowym.

W czasie wegetacji notowano daty wschodów, krzewienia, strzelania w źdźbło, wysuwania wiech i dojrzewania.

Po wschodach określono liczbę roślin na powierzchni 1 m². Bezpośrednio przed zbiorem z każdego poletka pobrano wszystkie rośliny z 1 m². W próbach określono liczbę źdźbeł produktywnych, a następnie pobrano losowo po 25 źdźbeł do badań biometrycznych. Masę 1000 ziaren oznaczono z próby ziarna z całego poletka przy wilgotności 15%.

W statystycznym opracowaniu uzyskanych wyników wykorzystano analizę wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych w układzie losowanych podbloków.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zróznicowanie układu warunków wilgotnościowych w porównywanych okresach wegetacji (tab. 1) owsa spowodowało dużą zmienność plonu w latach (tab. 2). Rok 2000 był suchy i umiarkowanie ciepły (tab. 1).

Tabela 1

Układ warunków meteorologicznych w ważniejszych okresach fenologicznych owsa
Climatic conditions in the more important phenological periods of oats

Okres fenologiczny Phenological period	Rok badań Year of experiment	Data Date	Liczba dni Number of days	Średnia temperatura dobowa Mean temperature (°C)	Suma opadów Rainfall (mm)
Siew — wschody Sowing — emergence	2000	04.13–04.24	12	14,5	0
	2001	04.06–04.26	21	6,7	49,9
Wschody — krzewienie Emergence — tillering	2000	04.25–05.12	18	13,2	0
	2001	04.27–05.12	16	11,8	8,1
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	2000	05.13–05.30	18	15,3	26,8
	2001	05.13–06.09	28	13,6	51,6
Strzelanie w źdźbło — wysuwanie wiech Shooting — advancing of panicle	2000	05.31–06.15	16	17,5	12,3
	2001	06.10–06.21	12	14,4	7,4
Wysuwanie wiech — dojrzałość mleczna Advancing of panicle — milk stage	2000	06.16–07.03	18	15,6	8,2
	2001	06.22–07.05	14	18,1	22,3
Dojrzałość mleczna — dojrzałość woskowa Milk stage — douth stage	2000	07.04–07.18	15	17,5	49,2
	2001	07.06–07.18	13	21,0	77,8
Dojrzałość woskowa — zbiór Douth stage — harvest	2000	07.19–08.06	19	17,3	63,3
	2001	07.19–08.14	27	18,5	63,5
Okres wegetacji (dni) Growth period (days)	2000	04.13–08.16	126	—	159,8
	2001	04.06–08.14	131	—	280,6

W roku 2001 warunki wilgotnościowe w okresie wegetacji owsa były lepsze, aczkolwiek rozkład opadów był niekorzystny. Kwiecień był wilgotny, czerwiec dość suchy, a w lipcu spadło 106,6 mm opadów (około 204% średniej z wielolecia). Suma opadów w okresie wegetacji owsa wyniosła 280,6 mm (tab. 1). Był to rok dobrego plonowania owsa. Powszechnie uważa się, że owies należy do roślin zbożowych o małych

wymaganiach cieplnych i wysokich potrzebach wodnych (Michalski i in., 1999; Panek, 1989). W badaniach Michalskiego i wsp. (1999) plonowanie owsa zależało od opadów w czerwcu i temperatury maja. Według niektórych autorów (Dzieżyc, 1988; Panek, 1989; Rudnicki, 1995) optymalne opady dla owsa w okresie wegetacji mieszczą się w granicach 300–400 mm.

Wschody owsa w pierwszym roku badań przebiegały w warunkach wysokiej temperatury przy braku opadów. Owies nieoplewiony wschodził po 10, a oplewiony 12 dniach od siewu. W okresie krzewienia opady były niewielkie 26,8 mm, zaś w okresie krytycznym — strzelanie w źdźbło zanotowano 12,3 mm opadów. Stan wilgotnościowy gleby uległ nieco poprawie w okresie nalewania ziarna. Stwierdzono wystąpienie wtórnego krzewienia owsa. Suma opadów w okresie wegetacji była bardzo niska i wynosiła 159,8 mm. Był to rok niskiego plonowania owsa.

W drugim roku badań owies wschodził po 21 dniach od siewu. Temperatura powietrza od siewu do wchodów wynosiła 6,7°C. Spadło w tym czasie 49,9 mm opadu. Krzewienie roślin owsa przebiegało w temperaturze 13,6°C oraz w obfitych opadach (51,6 mm). W fazie strzelania w źdźbło wystąpił niedobór opadów (spadło tylko 7,4 mm deszczu). Obfite opady stwierdzono w fazie dojrzałości młecznicy (77,8 mm). Suma opadów w całym okresie wegetacji wynosiła 280,6 mm. Owies plonował dość wysoko.

W latach badań nie stwierdzono wylegania owsa. Poziom nawożenia azotowego nie wpływał różnicująco na liczbę wzeszłych roślin, na rozwój fazowy owsa oraz na zdrowotność roślin.

Plonowanie owsa było silnie modyfikowane układem warunków meteorologicznych (tab. 1). Istotnie wyższe plony ziarna uzyskano w drugim roku badań o korzystniejszym układzie warunków pogodowych (tab. 2).

Tabela 2

Plon ziarna owsa (dt z ha) Grain yield of oats (dt per ha)						
Odmiana Cultivar	Rok badań Year of experiment	Dawka i termin stosowania azotu Dose and time of nitrogen application				Średnie Means
		0	30 + 0	60 + 0	60 + 30	
Akt	2000	28,9	31,3	31,8	36,9	32,2
	2001	27,3	33,8	38,2	41,9	35,3
Średnie Means		28,1	32,6	35,0	39,4	33,8
Bajka	2000	41,8	47,8	41,7	43,1	43,6
	2001	51,3	59,9	59,7	61,4	58,1
Średnie Means		46,6	53,9	50,7	52,3	50,9
Średnie dla nawożenia Means for fertilization		37,4	43,3	42,9	45,9	
Średnie dla nawożenia w latach Means for fertilization in the years	2000	35,4	39,6	36,8	40,0	37,9
	2001	39,3	46,9	49,0	51,7	46,7
NIR (p = 0,05) dla: lat — 7,8; odmian — 3,0; nawożenia — 2,2; odmian × nawożenie — 3,1; lat × odmiana — 4,3; lat × nawożenie — 3,1						
LSD (p = 0.05) for: years — 7.8; cultivars — 3.0; fertilization — 3.1; cultivars × fertilization — 3.1; years × cultivars — 4.3; years × fertilization — 3.1						

Z porównywanych form owsa (nieoplewiony, oplewiony) istotnie wyżej plonowała forma oplewiona. Plon ziarna formy nieoplewionej był mniejszy o około 34%. Elementem struktury plonu decydującym w stopniu istotnym o wyższym plonie ziarna odmiany Bajka była masa 1000 ziaren (tab. 3). Występująca interakcja lata $\times$ odmiany świadczy o zróżnicowanej produktywności w latach badań. Istotną reakcję na warunki pogodowe wykazała odmiana Bajka. W drugim (korzystniejszym) roku badań plonowała o 33% wyżej w porównaniu do suchego roku 2000.

Tabela 3

Wartości elementów struktury plonu owsa (średnia z 2 lat)
Values of yield structure elements of oats (mean for 2 years)

Odmiana Cultivar	Dawka i termin stosowania azotu Dose and time of nitrogen application				Średnie Means
	0	30 + 0	60 + 0	60 + 30	
liczba wiech na 1 m ² number of panicles per 1 m ²					
Akt	470	429	439	468	452
Bajka	466	466	450	470	463
Średnie Means	468	448	445	469	
NIR (p = 0,05) dla: odmian — 9,8; nawożenia — r.n.; odmian × nawożenie — r.n. LSD (p = 0.05) for: cultivars — 9.8; fertilization — r.n.; cultivars × fertilization — r.n.					
liczba ziarniaków w wieszce number of kernels per panicle					
Akt	55,1	64,1	71,0	75,8	66,5
Bajka	55,1	61,6	57,8	57,2	57,9
Średnie Means	55,1	62,8	64,4	66,5	
NIR (p = 0,05) dla: odmian — 5,2; nawożenia — 3,2; odmian × nawożenie — 4,5 LSD (p = 0.05) for: cultivars — 5.2; fertilization — 3.2; cultivars × fertilization — 4.5.					
masa 1000 ziarniaków (g) weight of 1000 kernels					
Akt	20,7	22,8	22,0	21,8	21,8
Bajka	37,8	37,8	39,8	38,8	38,5
Średnie Means	29,2	30,3	30,9	30,3	
NIR (p = 0,05) dla: odmian — 1,8; nawożenia — 1,0; odmian × nawożenie — 1,4 LSD (p = 0.05) for: cultivars — 1.8; fertilization — 1.0; cultivars × fertilization — 1.4					

W średnich z dwóch lat wartościach plonu, owies reagował istotnym przyrostem plonu do dawki 90 kg N na 1 ha (tab. 2). Reakcja owsa na nawożenie azotowe była zmienna w latach. W pierwszym roku istotny przyrost plonu ziarna następował do dawki 30 kg, a jej zwiększenie z 30 do 60 kg spowodowało (nieistotny) spadek plonu wynoszący 2,8 dt z 1 ha. Plon ziarna uzyskany na dawce 90 kg N na ha nie różnił się od uzyskanego na dawce 30 kg N·ha⁻¹ (tab. 2).

W drugim roku badań, w korzystniejszych warunkach wilgotnościowych stwierdzono wzrost plonu owsa w miarę zwiększania dawki nawożenia azotowego. Plon ziarna owsa uzyskany na dawce 90 kg N·ha⁻¹, był podobny jak na dawce 60 kg N·ha⁻¹, który z kolei nie różnił się od uzyskanego na nawożeniu 30 kg N·ha⁻¹ (tab. 2). Na obiekcie bez nawożenia

N owies plonował najniżej, a różnice w plonie ziarna pomiędzy dawkami 30 i 90 kg N na ha były istotne i wynosiły 4,8 dt z ha. Reakcja badanych odmian na nawożenie azotowe była odmienna. Odmiana Akt reagowała istotnym przyrostem plonu ziarna na zwiększaniu dawki azotu do 90 kg·ha⁻¹, a Bajka tylko do 30 kg N·ha⁻¹. Piech i wsp. (1999) porównując reakcję odmian Akt i Bajka na dwa poziomy nawożenia N stwierdził w obu spadek plonu ziarna wskutek zwiększania dawki N z 60 do 100 kg na 1 ha.

Rozpatrując wpływ badanych czynników na elementy struktury plonu należy stwierdzić, że istotnie wyższą liczbą wiech produktywnych charakteryzowała się odmiana Bajka (tab. 3). Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na wartość tej cechy okazał się nieistotny. Odmiana Akt wytworzyła w porównaniu z odmianą Bajka około 15% więcej ziarniaków w wiesze. Korzystnie na liczbę ziarniaków w wiesze wpłynęło nawożenie azotowe. Najwyższą liczbę ziarniaków uzyskano na dawce 90 kg N·ha⁻¹. Przyrost liczby ziarniaków w porównaniu do kontroli wyniósł około 21%. Udowodnione istotne różnice wystąpiły pomiędzy obiektem kontrolnym, a obiektami nawozowymi oraz pomiędzy obiektami z dawkami azotu 30–90 kg N na ha. Stwierdzono również istotne interakcje odmiana × nawożenie. U odmiany nieoplewionej Akt liczba ziarniaków wzrastała istotnie w miarę zwiększania dawki azotu, zaś u odmiany Bajka najwyższą liczbę ziarniaków stwierdzono na dawce 30 kg N na ha. Również w badaniach Piecha i wsp. (1999) na wyższym poziomie nawożenia azotem (100 kg N na ha) nastąpił spadek liczby ziaren z wiechy u odmiany Bajka.

Masa 1000 ziaren była istotnie różnicowana czynnikiem odmianowym (tab. 3). Odmiana Bajka, co jest oczywiste charakteryzowała się wyższą o 16,7 g masą 1000 ziaren. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na wartość tej cechy okazał się nieistotny, jednak wystąpiła wyraźna tendencja wzrostu masy 1000 ziaren do dawki 60 kg N·ha⁻¹. Stwierdzono istotną interakcję odmian z nawożeniem. Odmiana Bajka reagowała przyrostem masy 1000 ziaren do dawki 60 kg N na ha, zaś u odmiany Akt zastosowane dawki nie miały istotnego wpływu na wartość tej cechy. Badania Piecha i wsp. (1999) wskazują również, że odmiana Bajka silniej reaguje przyrostem masy ziarna w miarę zwiększania dawek nawożenia azotowego.

Miernikiem oceny nawożenia azotowego jest jednostkowa efektywność rolnicza nawożenia. Analizując średnie wyniki z 2 lat należy stwierdzić, że jeden kilogram azotu zastosowanego w dawce 30 kg N na 1 ha powodował przyrost plonu owsa wynoszący 19,7 kg ziarna (tab. 4).

Efektywność azotu zastosowanego w dawkach 60 i 90 kg N na ha była zbliżona i wynosiła odpowiednio 9,2–9,4 kg ziarna. Wystąpiło silne zróżnicowanie efektywności azotu w poszczególnych latach. W roku 2000 efektywność zastosowanego azotu była niska i stanowiła jedną z przyczyn niskiego plonowania owsa. W drugim roku badań efektywność azotu była bardzo wysoka (od 25,3 kg na dawce 30 kg N, do ok. 14–16 kg na dawkach 60 i 90 kg N (tab. 4). Wyniki 18 doświadczeń z owsem zestawionych przez Klupczyckiego (1986) dowodzą podobnie wysokiej produktywności dawek nawożenia azotem.

Tabela 4

Efektywność rolnicza nawożenia azotem owsa (kg ziarna na 1 kg N)
The agronomical efficiency of oat fertilization with nitrogen (kg of grain per 1 kg N)

Lata i odmiany Years and cultivar	Przedziały dawek azotu Range of nitrogen doses		
	0–30	0–60	0–90
2000	14,0	2,3	5,1
2001	25,3	16,2	13,8
Średnio Mean	19,7	9,2	9,4
Akt	15,0	11,5	12,6
Bajka	24,3	6,8	6,3

Stwierdzono duże zróżnicowanie efektywności dawek azotu w zależności od przebiegu pogody, wielkości dawki oraz badanych odmian. Odmiana Bajka charakteryzowała się zdecydowanie wyższym przyrostem plonu ziarna na 1 kg azotu przy niskiej dawce N — 30 kg, natomiast odmiana Akt lepiej wykorzystywała dawki większe, tj. 60 i 90 kg N na ha (tab. 4). Również badania Kozłowskiej-Ptaszyńskiej i Pawłowskiej (1997) wskazują, że odmiana Akt dobrze wykorzystuje intensywne nawożenie azotem. W warunkach niedoboru opadów i wysokiej temperatury w okresie od siewu do ukazywania się wiech (2000 rok) efektywność nawożenia była znacznie obniżona w przypadku małej dawki N i kilkakrotnie mniejsza przy dawkach 60 i 90 kg N/ha (tab. 4).

WNIOSKI

1. Warunki wilgotnościowe w poszczególnych miesiącach wegetacji wywarły istotny wpływ na plon owsa w latach badań.
2. Owies nieoplewiony Akt plonował istotnie niżej (o około 34%) w porównaniu z oplewionym Bajka, który charakteryzował się niewiele lepszą zwartością łanu, ale zdecydowanie wyższą masą 1000 ziaren.
3. Badane odmiany owsa wykazały zróżnicowane wymagania w stosunku do nawożenia azotem. Odmiana Akt najwyżej plonowała na dawce 90 kg N na ha, zaś odmiana Bajka na 30 kg N na ha.
4. Produkcyjność 1 kg azotu wyrażona w kg przyrostu ziarna owsa była największa przy małej dawce N i malała w miarę zwiększania poziomu nawożenia. Wysoka temperatura i mała ilość opadów w okresie od wschodów do wysuwania wiech zmniejszyły efektywność małej dawki N ($30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) o około 45%, a dawek większych (60 i $90 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$), odpowiednio o 85% i 64%.

LITERATURA

- Adamiak E., Adamiak J. 1999. Plonotwórcza i plonochronna rola owsa w płodozmianach zbożowych. Pam. Puł. Mat. Konf. Zesz. 114: 15 — 21.
- Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Szpunar-Krak E. 1999. Uprawa owsa nagoziarnistego. Pam. Puł. Mat. Konf. Zesz. 114: 37 — 39.
- Dziężyc J. 1988. Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa.

- Kłupczyński Z. 1986. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna zbóż. Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”. Olsztyn, 1: 82 — 102.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J. 1997. Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. Pam. Puł. 109: 7 — 18.
- Maurice D. V., Jones J. E., Hall M. A., Castaldo D. J., Whisenhunt J. E., McConnell J. C. 1985. Chemical composition and nutritive value of naked oats (*Avena nuda* L.) in broiler diets. Poultry Sci. 64: 529 — 535.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. PTTZ. Żywność — Nauka, Technologia, Jakość. Kraków nr 1 (18): 46 — 52.
- Nita Z., T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. PTTZ. Żywność — Nauka, Technologia, Jakość. Kraków nr 1 (18): 186 — 192.
- Panek K. 1989. Potrzeby wodne roślin zbożowych. Rozdział: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Praca zbiorowa J. Dzieżyc (red.), PWN, Warszawa: 50 — 85.
- Piech M., Nita Z., Maciorowski R. 1999. Porównanie plonowania dwóch odmian owsa nieoplewionego z oplewionym przy dwóch poziomach nawożenia azotem. PTTZ. Żywność — Nauka, Technologia, Jakość. Kraków nr 1 (18): 137 — 141.
- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. Fragn. Agron. (XII) nr 3 (47): 21 — 32.
- Szafrński W. 1995. Wpływ poziomu i sposobu nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian jęczmienia jarego i owsa w zróżnicowanych warunkach siedliskowych Pogórza. Cz. I. Współczynnik zbioru i wysokość plonu ziarna. Zesz. Nauk. Akad. Roln. w Krakowie 32: 99 — 111.
- Śniady R., Wołoszyn B. 1999. Plonowanie czeskich i polskich odmian owsa nagiego. PTTZ. Żywność — Nauka, Technologia, Jakość. Kraków nr 1 (18): 161 — 165.
- Valentine J., Clothier R. 1992. The development of naked oats in the UK. Proceedings of the 4th International Oat Conference. Adelaide, South Australia, I: 38.
- Wróbel E., Budzyński W., Dubis B. 1999. Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna efektywność uprawy owsa i jęczmienia jarego na glebie lekkiej. PTTZ. Żywność — Nauka, Technologia, Jakość. Kraków nr 1 (18): 166 — 172.
- Wróbel E. 1989. Reakcja odmian owsa na poziom i termin stosowania azotu. Acta Acad. Agricult. Techn. Olst. Agricult. nr 49: 119 — 126.
- Wróbel E., Kijora C. 2000. Konkurencyjność jarych zbóż pastewnych na glebie lekkiej. Mat. Konf. Nauk. „Konkurencyjność rolnictwa z uwzględnieniem uwarunkowań regionalnych w aspekcie integracji z Unią Europejską”. Cz. II. AR Kraków.: 521 — 526.
- Zarkadas Constantinos G., Ziran Yu, Vernon D. Burrows. 1995. Protein quality of three New Canadian — developed naked oat cultivars using amino acid compositional data. J. Agric. Food Chem. 43: 415 — 421.
- Ziótek E., Pryga M., Szafrński W. 1992. Wpływ warunków siedliskowych i poziomu nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian i rodów owsa. Zesz. Nauk. Akad. Rol. Krak. Ses. Nauk. 32.1: 339 — 356.

MARIAN PIECH¹**ROBERT MACIOROWSKI**¹**KRUM PETKOV**²¹ Katedra Biometrii i Doświadczalnictwa, Akademia Rolnicza, Szczecin² Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, Akademia Rolnicza, Szczecin

Plon ziarna i składników pokarmowych owsa nieoplewionego i oplewionego uprawianego przy dwóch poziomach nawożenia azotem*

The yield of grain and nutritive components of naked and hulled oats cultivated at two nitrogen levels

Materiał badawczy stanowiło ziarno owsa uzyskane z doświadczenia przeprowadzonego w latach 1998–1999 w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego i w Strzelcach k. Kutna. Badanymi obiektami były: odmiany nieoplewione Akt i STH 296 owsa i oplewiona Bajka; dwie dawki N (kg/ha), które wynosiły w Lipniku 50 i 100; w Strzelcach w 1998 roku 70 i 100 a w 1999 roku 60 i 100. Plon białka, tłuszczu, aminokwasów egzogennych (lizyna, metionina, cystyna, treonina) oraz energii metabolicznej dla świń określono w oparciu o plon ziarna, jego skład chemiczny oraz ocenę strawności metodą bilansową, która posłużyła do wyliczenia energii metabolicznej dla świń. Odmiany nieoplewione Akt i STH 296, w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka, zawierały więcej: białka, średnio o 26 do 34 g/kg ziarna, tłuszczu surowego o 40 do 42 g/kg, aminokwasów, szczególnie treoniny, natomiast mniej włókna surowego, odpowiednio od 70 do 73 g/kg. Przewyższały one pod względem energii metabolicznej odmianę oplewioną Bajka średnio o 3,2 MJ/kg, czyli o prawie o 30%. Plon tłuszczu odmian nieoplewionych owsa (Akt i STH 296) był wyższy o 106 kg/ha, czyli o 40% w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka. Plon białka, plon aminokwasów egzogennych (lizyna, metionina, cystyna, treonina) oraz plon energii metabolicznej był z kolei niższy odpowiednio o 7, 8 i 9%. Wynikało to z niższego plonu ziarna odmian nieoplewionych, nawet po uwzględnieniu zawartości łuski w ziarnie odmiany oplewionej. Zwiększone nawożenie azotem powodowało u wszystkich odmian wzrost zawartości białka ogółem przeciętnie o 10 g/kg i sumy aminokwasów egzogennych o 1,6 g/kg, przy niezmienionym składzie aminokwasowym białka, natomiast zawartość tłuszczu i włókna surowego w ziarnie nie ulegała zmianie, podobnie jak energia metaboliczna dla świń. Pod wpływem dodatkowej dawki azotu zwiększył się plon składników pokarmowych: białka o 19%, tłuszczu o 8%, sumy badanych aminokwasów egzogennych o 19% oraz plon energii metabolicznej o 9%.

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr PO 6B 033 14 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1998–2000

Słowa kluczowe: owies nieoplewiony, nawożenie azotem, plon ziarna, zawartość białka, skład aminokwasowy, zawartość tłuszczu, energia metaboliczna dla świń

In the field trials carried out in 1997–1999 at two stations (Lipnik and Strzelce) three oat varieties (naked oats Akt and STH 296 and conventional hulled oat Bajka) grown at two nitrogen doses were compared. The N doses (kg/ha) were: 50 and 100 (Lipnik) 70 and 100 (Strzelce, 1998), 60 and 100 (Strzelce, 1999). The yields of: protein, oil, essential amino acids (lysine, methionine, cysteine, threonine) and metabolizable energy were calculated based on the grain yield, chemical composition of grain and its digestibility for pigs. The naked oat varieties Akt and STH 296, as compared with the hulled var. Bajka, contained more protein (by 26 and 34 g/kg, respectively), oil (40 and 42 g/kg) and amino acids, especially threonine, but less crude fibre (73 and 70 g/kg, respectively). The metabolizable energy of the naked oat varieties exceeded those of hulled oats up to 3.2 MJ/kg (30%). The oil yield of the naked oats was higher by about 106 kg/ha (40%) than that of the hulled oat. The yields of protein, amino acids (lysine, methionine, cysteine, threonine) and metabolizable energy, were lower by 7, 8 and 9%, respectively. It was due to the lower grain yield of the naked varieties, even after excluding the content of husk in the hulled variety. The higher nitrogen doses increased the content of protein by approx. 10 g/kg and that of amino acids by 1.6 g/kg, at the same contribution of the amino acids to the total protein. In contrast, the content of the oil crude fibre and metabolizable energy for pigs remained unchanged. The yields of nutritive components: protein, oil, amino acids and metabolizable energy increased under the higher nitrogen treatment by 19, 8, 19 and 9%, respectively.

Key words: naked oat, nitrogen fertilization, grain yield, protein content, amino acid composition, lipid content, metabolizable energy pigs

WSTĘP

Pierwsza polska odmiana owsa nieoplewionego Akt, zarejestrowana w 1997 roku szybko znalazła uznanie u rolników. W roku 2001 jego udział w powierzchni zakwalifikowanych plantacji nasiennych owsa wynosił 9% (Cyfert, 2002). Owies nieoplewiony zawiera więcej białka i tłuszczu oraz mniej włókna surowego w porównaniu z owsem oplewionym, dzięki czemu charakteryzuje się wyższą energią metaboliczną. W doświadczeniach odmianowych COBORU odmiany nieoplewione w porównaniu z tradycyjnymi odmianami oplewionymi plonują niżej, przeciętnie o 23 do 31% (Zych, 1999). Jeśli się jednak przeliczy plon na ziarno bez łuski, której udział u odmian oplewionych wynosi od 24 do 33%, wówczas plon jest zbliżony (Cyfert, 2002).

Badania nad wymaganiami nawozowymi owsa nieoplewionego w Polsce są nieliczne. Wyniki doświadczeń mikropoletkowych przeprowadzonych przez Kozłowską-Ptaszyńską i Pawłowską (1997) wskazują, że odmiana nieoplewiona Akt wymaga intensywniejszego nawożenia azotem niż odmiany oplewione. W Anglii, gdzie owies nieoplewiony uprawia się od 1984 roku, dawki azotu określa się biorąc pod uwagę odporność odmiany na wyleganie, rodzaj gleby i jej uwilgotnienie w czasie wegetacji oraz przedplon wskazujący na zasobność gleby w przyswajalny azot, bez względu na to czy jest to forma oplewiona czy nieoplewiona (Anonim, 1999). Zalecana łączna dawka azotu wynosi od 0 do 125 kg N/ha. W Niemczech hodowca odmian nieoplewionych Reinbrecht (2000) zaleca je nawozić azotem tak jak owies oplewiony, w maksymalnej dawce 80 kg N/ha. W warunkach fińskich Peltonen-Sainio (1997) nie stwierdził odmiennej reakcji obu form owsa na nawożenie azotem. Z przeglądu badań wykonanych w Polsce (Budzyński, 1999) wynika, że owies reaguje zwiększając plonu do dawki 60 kg N/ha, wyższe dawki nie powodują już

przyrostu plonów, a w warunkach sprzyjających wyleganiu najczęściej go obniżają. Badania Budzyńskiego i wsp. (1999) wskazują, że zwiększenie przedsiewnej dawki azotu z 40 do 70 kg N/ha spowodowało zwiększenie plonu ziarna o 15%. Dodatkowe nawożenie azotem ponad 70 kg N/ha odmiany nieoplewionej Akt w fazie 4 kolanka pozostaje bez wpływu na wielkość plonu na glebie kompleksu żytniego słabego, przy plonie 3,5 t/ha. Poziom nawożenia azotem nie tylko wpływa na wysokość plonu ziarna, ale także powoduje zwiększenie zawartości białka i tym samym wpływa na polepszenie jego wartości pokarmowej.

Ponieważ owies nieoplewiony w porównaniu z oplewionym daje niższy plon ziarna, które zawiera więcej białka bogatszego w aminokwasy egzogenne, zwłaszcza w lizynę oraz charakteryzuje się lepszą strawnością ze względu na brak łuski, chodziło o zbadanie jak kształtuje się wydajność z 1 ha składników pokarmowych i energii metabolicznej obu form owsa oraz w jakim stopniu na wydajność tych składników oddziałuje zwiększone nawożenie azotem.

MATERIAŁ I METODY

W niniejszej pracy materiał badawczy stanowiło ziarno uzyskane z doświadczenia przeprowadzonego w latach 1998–1999 w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego i w Strzelcach k. Kutna (Piech i in., 2001). Obejmowało ono trzy odmiany owsa przy dwóch poziomach nawożenia azotem. Badanymi odmianami były formy nieoplewione (Akt i STH 296) oraz najplenniejsza wg COBORU w ostatnich latach oplewiona odmiana Bajka. Łączne dawki N wynosiły w Lipniku 50 i 100 kg/ha; w Strzelcach w 1998 roku 70 i 100 kg/ha, a w 1999 roku 60 i 100 kg/ha. Wyższą dawkę azotu stosowano w dwóch częściach, przed siewem nasion i przed wiechowaniem (GS 47-49), natomiast niższą dawkę w całości (w Lipniku) lub w dwóch częściach (w Strzelcach).

Podstawowy skład chemiczny ziarna oraz zawartość aminokwasów oznaczono w Katedrze Żywienia Zwierząt. Ocenę strawności przeprowadzono na wieprzkach metodą bilansową bezpośrednią. Energię metaboliczną obliczono wykorzystując równanie Hoffmana i Schiemmanna z poprawkami Möllera i Kirsch-Gessnera (Normy Żywienia Świń, 1993). Szczegółowe metody badań zawierają prace Petkova i wsp. (1999, 2001).

Plon składników pokarmowych i energii metabolicznej jest iloczynem plonu ziarna (tab. 1) poszczególnych kombinacji odmian (O) i nawożenia (N) w latach (L) i zawartych w nich składników i energii metabolicznej (tab. 2).

Wyniki plonu ziarna opracowano statystycznie przy zastosowaniu analizy wariancji oddzielnie dla każdego doświadczenia oraz w formie syntezy dwuletniej, oddzielnie dla każdej miejscowości, przy założeniu modelu stałego. Analizę wariancji dla plonu składników pokarmowych i energii metabolicznej obliczono traktując średni kwadrat wynikający z sumy interakcji $L \times N$, $L \times O$, $L \times N \times O$ jako średni kwadrat błędu, który służył do testowania efektów nawożenia (N), odmian (O) i ich interakcji ($N \times O$) oraz do wyliczenia wartości $NIR_{0,05}$ przy zastosowaniu procedury Tukeya.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Celem umożliwienia porównania plonu ziarna obu form owsa przeliczono plon owsa oplewionego na ziarno bez łuski. Jak wynika z tabeli 1 zarówno pod względem plonu ziarna naturalnego jak i ziarna bez łuski, różnice między odmianami okazały się istotne.

Spośród form nieoplewionych odmiana Akt plonowała o 3 dt/ha wyżej niż STH 296. Najlepiej plonująca w doświadczeniach odmiana oplewiona Bajka przewyższała odmiany nieoplewione średnio o 20 dt/ha, a po przeliczeniu na ziarno bez łuski o 2 do 5 dt/ha. Zawartość łuski u odmiany Bajka wynosiła średnio 26,2%, a u odmian nieoplewionych kształtowała się w granicach od 1,4 do 2,6%.

Tabela 1

Plon ziarna dt/ha odmian (O) owsa przy dwóch poziomach nawożenia azotem (N) w Lipniku i Strzelcach w latach 1998 i 1999
The grain yield (dt/ha) of oat varieties (O) at two nitrogen doses (N) at Lipnik and Strzelce in 1998–1999

Odmiana Variety	N ¹	Lipnik			Strzelce			$\bar{X}$
		1998	1999	$\bar{X}$	1998	1999	$\bar{X}$	
Akt	N ₁	36,6	44,9	40,7	60,7	40,1	50,4	45,6
	N ₂	44,7	54,9	49,8	59,5	44,1	51,8	50,8
	$\bar{X}$	40,6	49,9	45,3	60,1	42,1	51,1	48,2
STH 296	N ₁	32,7	43,8	38,2	53,4	43,1	48,2	43,2
	N ₂	39,3	53,7	46,5	55,7	38,9	47,3	46,9
	$\bar{X}$	36,0	48,7	42,4	54,5	41,0	47,8	45,1
Bajka	N ₁	52,3	62,6	57,4	78,9	60,8	69,8	63,6
	N ₂	62,3	79,0	70,6	77,4	58,8	68,1	69,3
	$\bar{X}$	57,3	70,8	64,0	78,1	59,8	69,0	66,5
Bajka (bez łuski) (hull-less grain)	N ₁	38,5	46,1	42,3	57,7	45,7	51,7	47,0
	N ₂	46,0	58,3	52,2	56,9	43,3	50,1	51,2
	$\bar{X}$	42,6	52,2	47,2	57,3	44,5	50,9	49,1
$\bar{X}$	N ₁	40,5	50,4	45,5	64,3	48,0	56,1	50,8
	N ₂	48,8	62,5	55,6	64,2	47,3	55,7	55,7
	$\bar{X}$	44,6	56,5	50,5	64,2	47,6	55,9	53,2
NIR _{0,05}	N	6,12	4,51	2,11	ns	ns	1,20	
LSD _{0,05}	O	1,99	2,93	1,26	2,97	2,39	2,32	
	N × O	ns	ns	ns	ns	2,62	ns	

¹ 1998, 1999: N₁ = 50; N₂ = (50+50) kg N/ha

1998: N₁ = (52+18), N₂ = (52+48) kg N/ha

1999: N₁ = (42+18), N₂ = (52+48) kg N/ha

W Lipniku zwiększenie dawki azotu z 50 do 100 kg N/ha spowodowało w latach 1998–1999 wzrost plonu ziarna, odpowiednio o 8 i 12 dt/ha. W Strzelcach w 1998 roku zwiększenie dawki azotu z 70 do 100 kg N/ha nie spowodowało istotnych zmian w plonie ziarna. W 1999 roku stwierdzono niejednakową reakcję badanych odmian owsa na nawożenie azotem. Zwiększenie dawki azotu z 60 do 100 kg N/ha spowodowało wzrost plonu ziarna u odmiany Akt, natomiast u pozostałych odmian nastąpił spadek plonu na skutek silnego wylegania. Obie odmiany nieoplewione plonowały niżej niż odmiana

oplewiona Bajka średnio o 20 dt/ha, a po przeliczeniu na ziarno bez łuski, odmiana Bajka plonowała podobnie jak odmiana nieoplewiona Akt.

Odmiany nieoplewione Akt i STH 296, w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka zawierały więcej białka, średnio o 26 do 34 g/kg ziarna i tłuszczu surowego o 40 do 42 g/kg, natomiast mniej włókna surowego odpowiednio o 73 i 70 g/kg (tab. 2). Pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem nastąpił wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie, przeciętnie o 10 g/kg u wszystkich odmian. Zawartość tłuszczu i włókna surowego nie ulegała zmianie pod wpływem nawożenia azotem.

Tabela 2

Zawartość składników pokarmowych w ziarnie owsa (g/kg ziarna o zaw. 86% s.m.) oraz energia metaboliczna (EM) dla świń (MJ/kg). Średnie z lat 1998–1999 w Lipniku i Strzelcach
The chemical composition of oat grain (g/kg grain 86% d.m.) and metabolizable energy (EM) for pigs (MJ/kg). Means 1998–1999 in Lipnik and Strzelce

Odmiana Variety	N	Białko ogółem Total protein	Tłuszcz surowy Crude oil	Włókno surowe Crude fibre	Lizyna Lysine	Metionina Methionine	Cystyna Cysteine	Treonina Threonine	EM
Akt	N ₁	111	82	18,1	4,2	1,6	2,7	3,8	14,4
	N ₂	121	78	23,7	4,8	1,9	2,8	4,3	14,3
	$\bar{X}$	116	80	20,9	4,5	1,8	2,8	4,1	14,3
STH 296	N ₁	118	81	24,5	4,5	1,7	2,7	3,9	14,3
	N ₂	130	82	24,0	5,4	1,9	3,1	4,7	14,3
	$\bar{X}$	124	82	24,2	5,0	1,8	2,9	4,3	14,3
Bajka	N ₁	85	41	92,1	3,5	1,4	1,8	2,9	11,1
	N ₂	95	40	95,5	4,0	1,6	2,0	3,2	11,1
	$\bar{X}$	90	40	93,8	3,8	1,5	1,9	3,0	11,1
$\bar{X}$	N ₁	105	68	44,9	4,1	1,6	2,4	3,5	13,3
	N ₂	115	67	47,7	4,7	1,8	2,6	4,1	13,2
	$\bar{X}$	110	67	46,3	4,4	1,7	2,5	3,8	13,3

W porównaniu z oplewioną odmianą Bajka odmiany nieoplewione zawierały więcej najważniejszych aminokwasów egzogennych lizyny, metioniny, cystyny i treoniny, przy czym największe różnice odnosiły się do treoniny. Suma tych aminokwasów w ziarnie odmian Akt i STH 296 była wyższa, odpowiednio o 2,9 i 3,8 g/kg ziarna. Zwiększone nawożenie azotem powodowało wzrost zawartości aminokwasów w ziarnie, zwłaszcza lizyny i treoniny — średnio o 0,6 g/kg.

Wartość energii metabolicznej zawartej w 1 kg ziarna obu odmian owsa nieoplewionego była podobna i wynosiła 14,3 MJ, niezależnie od zastosowanej dawki azotu. Odmiany nieoplewione przewyższały odmianę oplewioną Bajka średnio o 3,2 MJ/kg, czyli o prawie 30%.

Plon białka z jednostki powierzchni obu odmian nieoplewionych w Lipniku był niższy niż odmiany oplewionej Bajka, a w Strzelcach był podobny (tab. 3). Plon białka odmian nieoplewionych był niższy średnio o 40 kg/ha, czyli o 7% w porównaniu z odmianą oplewioną.

Tabela 3

Plon białka (kg/ha) odmian owsa (O) przy dwóch poziomach nawożenia azotem (N) w Lipniku i Strzelcach w latach (L) 1998 i 1999
The total protein yield (kg/ha in oat varieties (O) at two nitrogen levels (N) at Lipnik and Strzelce in 1998–1999 (L)

Odmiana Variety	N	Lipnik			Strzelce			$\bar{X}$
		1998	1999	$\bar{X}$	1998	1999	$\bar{X}$	
Akt	N ₁	364	452	408	750	484	617	512
	N ₂	547	608	578	744	546	645	611
	$\bar{X}$	456	530	493	747	515	631	562
STH 296	N ₁	378	450	414	727	513	620	517
	N ₂	532	597	565	774	523	648	607
	$\bar{X}$	455	524	489	750	518	634	562
Bajka	N ₁	418	491	455	780	495	637	546
	N ₂	615	666	641	816	538	677	659
	$\bar{X}$	517	579	548	798	516	657	602
$\bar{X}$	N ₁	387	465	426	752	497	625	525
	N ₂	565	624	594	778	536	657	626
	$\bar{X}$	476	544	510	765	516	641	575
NIR _{0,05} dla LSD _{0,05} for	L		13,2			18,5		
	N		13,2			18,5		
	O		20,4			ns		
	N × O		28,8			ns		

Tabela 4

Plon tłuszczu (kg/ha) odmian owsa (O) przy dwóch poziomach nawożenia azotem (N) w Lipniku i Strzelcach w latach (L) 1998 i 1999
The oil yield (kg/ha) in oat varieties (O) at two nitrogen levels (N) at Lipnik and Strzelce in 1998–1999 (L)

Odmiana Variety	N	Lipnik			Strzelce			$\bar{X}$
		1998	1999	$\bar{X}$	1998	1999	$\bar{X}$	
Akt	N ₁	331	388	359	453	306	379	369
	N ₂	378	438	408	451	320	386	397
	$\bar{X}$	355	413	384	452	313	383	383
STH 296	N ₁	300	354	327	392	340	366	346
	N ₂	344	417	380	463	314	389	385
	$\bar{X}$	322	385	354	428	327	377	365
Bajka	N ₁	226	257	241	310	237	273	257
	N ₂	266	316	291	307	228	267	279
	$\bar{X}$	246	286	266	308	233	270	268
$\bar{X}$	N ₁	286	333	309	385	294	340	324
	N ₂	329	390	360	407	288	347	353
	$\bar{X}$	307	361	334	396	291	343	339
NIR _{0,05} dla LSD _{0,05} for	L		14,5			22,4		
	N		14,5			ns		
	O		22,4			34,6		
	N × O		ns			ns		

Zwiększone nawożenie azotem powodowało przyrost plonu białka średnio o 101 kg/ha, a tylko w 1998 roku w Strzelcach nie było reakcji odmiany Akt na dodatkowe nawożenie azotem. Przyrost plonu białka pod wpływem nawożenia azotem był większy w Lipniku, gdzie doświadczenia były zlokalizowane na glebach słabszych i dodatkowa dawka N była większa niż w Strzelcach.

Plon tłuszczu z jednostki powierzchni odmian nieoplewionych był wyższy niż odmian oplewionej w obu latach i miejscowościach (tab. 4). Najwyższy plon tłuszczu dała odmiana Akt (383 kg/ha), niższy STH 296 (365 kg/ha), a najniższy odmiana oplewiona Bajka (268 kg/ha). Wpływ dawki azotu był uzależniony głównie od lokalizacji doświadczeń. W Lipniku zastosowanie wyższej dawki azotu powodowało zwiększenie plonu tłuszczu wszystkich badanych odmian. W Strzelcach działanie azotu na tę cechę w roku 1998 było słabsze a w roku 1999 obserwowano efekt negatywny, co wynikało z niższego plonu ziarna przy wyższej dawce azotu. Przeciętnie wyższa dawka azotu powodowała zwiększenie plonu tłuszczu o 29 kg/ha.

Łączny plon z jednostki powierzchni badanych aminokwasów egzogennych lizyny, metioniny, cystyny i treoniny w ziarnie odmian nieoplewionych owsa był średnio o 2,5 kg/ha (tab. 5) niższy w porównaniu z odmianą oplewioną w obu miejscowościach i latach badań. Plon aminokwasów wszystkich badanych odmian zwiększał się pod wpływem nawożenia azotem, przeciętnie o 13,7 kg/ha.

Tabela 5

Plon aminokwasów egzogennych (kg/ha) odmian owsa (O) przy dwóch poziomach nawożenia azotem (N) w Lipniku i Strzelcach w latach (L) 1998 i 1999

The amino acids yield (kg/ha) in oat varieties (O) at two nitrogen levels (N) at Lipnik and Strzelce in 1998–1999 (L)

Odmiana Variety	N	Lipnik			Strzelce			$\bar{X}$
		1998	1999	$\bar{X}$	1998	1999	$\bar{X}$	
Akt	N ₁	39,4	56,7	48,1	77,4	53,3	65,4	56,7
	N ₂	55,3	76,2	65,8	85,1	64,9	75,0	70,4
	$\bar{X}$	47,4	66,5	56,9	81,3	59,1	70,2	63,6
STH 296	N ₁	39,4	54,5	46,9	76,5	54,4	65,5	56,2
	N ₂	58,4	74,2	66,3	90,3	59,8	75,1	70,7
	$\bar{X}$	48,9	64,4	56,6	83,4	57,1	70,3	63,4
Bajka	N ₁	41,7	62,4	52,1	85,3	59,4	72,3	62,2
	N ₂	61,5	84,9	73,2	90,6	63,9	77,2	75,2
	$\bar{X}$	51,6	73,6	62,6	88,0	61,6	74,8	68,7
$\bar{X}$	N ₁	40,1	57,9	49,0	79,8	55,7	67,7	58,4
	N ₂	58,4	78,4	68,4	88,7	62,9	75,8	72,1
	$\bar{X}$	49,3	68,2	58,7	84,2	59,3	71,7	65,2
NIR _{0,05} dla LSD _{0,05} for	L		3,46			1,91		
	N		3,46			1,91		
	O		5,35			2,96		
	N × O		ns			4,18		

Pod względem plonu energii metabolicznej zawartej w ziarnie odmiana nieoplewiona Bajka przewyższała odmianę nieoplewioną Akt, w obu miejscowościach i latach, średnio

o 4,7 GJ/ha i odmianę STH 296 o 9,1 GJ/ha (tab. 6). Wpływ dodatkowego nawożenia azotem na plon energii metabolicznej był różny w badanych miejscowościach i latach. W Lipniku pod wpływem dodatkowej dawki 50 kg N/ha nastąpiło zwiększenie wydajności energii metabolicznej w zebranych ziarnie badanych odmian w roku 1998, średnio o 10,6 GJ/ha, a w 1999 roku o 15,0 GJ/ha. W Strzelcach wzrost nawożenia w latach 1998 i 1999 odpowiednio o 30 i 40 kg N/ha powodował nieznaczne zmniejszenie plonu energii metabolicznej, a jedynie u odmiany STH 296 w 1998 i Akt w 1999 roku wpłynął na zwiększenie plonu energii metabolicznej o 3,6 i 5,1 GJ/ha.

Tabela 6

Plon energii metabolicznej (GJ/ha) odmian owsa (O) przy dwóch poziomach nawożenia azotem (N) w Lipniku i Strzelcach w latach (L) 1998 i 1999
The yield of metabolizable energy for pigs (GJ/ha) in oat varieties (O) at two nitrogen levels (N) at Lipnik and Strzelce in 1998–1999 years (L)

Odmiana Variety	N	Lipnik			Strzelce			$\bar{X}$
		1998	1999	$\bar{X}$	1998	1999	$\bar{X}$	
Akt	N ₁	52,6	65,1	58,8	86,2	57,5	71,9	65,4
	N ₂	64,0	78,6	71,3	84,4	62,6	73,5	72,4
	$\bar{X}$	58,3	71,9	65,1	85,3	60,1	72,7	68,9
STH 296	N ₁	46,7	62,6	54,6	76,5	61,5	69,0	61,8
	N ₂	56,1	77,2	66,6	80,1	55,8	67,9	67,3
	$\bar{X}$	51,4	69,9	60,6	78,3	58,6	68,5	64,5
Bajka	N ₁	57,9	69,1	63,5	88,5	66,6	77,6	70,5
	N ₂	69,1	86,0	77,6	87,2	64,7	75,9	76,7
	$\bar{X}$	63,5	77,5	70,5	87,9	65,6	76,8	73,6
$\bar{X}$	N ₁	52,4	65,6	59,0	83,7	61,9	72,8	65,9
	N ₂	63,0	80,6	71,8	83,9	61,0	72,5	72,1
	$\bar{X}$	57,7	73,1	65,4	83,8	61,4	72,6	69,0
NIR _{0,05} dla LSD _{0,05} for	L		3,69			2,34		
	N		3,69			ns		
	O		5,71			3,63		
	N × O		ns			ns		

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania potwierdzają bardzo korzystny skład chemiczny ziarna odmian nieoplewionych owsa Akt i STH 296 w porównaniu z konwencjonalną odmianą oplewioną Bajka. Jednak niski plon ziarna spowodował, że z wyjątkiem plonu tłuszczu, plon białka ogółem i głównych aminokwasów egzogennych oraz plon energii metabolicznej tych odmian były niższe. Rudnicki i Wasilewski (2000), stosując jako miernik wartości paszowej tzw. jednostki pszenne, stwierdzili o około 11% niższy plon tych jednostek przy uprawie odmiany nieoplewionej Akt w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka. Było to wynikiem o ponad 35% niższego plonowania odmiany nieoplewionej owsa.

Zwiększenie nawożenia azotem powodowało wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie i pozostawało bez wpływu na zawartość tłuszczu, co jest zgodne z wynikami

Southa i Townsley (2000). Pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem nastąpiło zwiększenie zawartości w ziarnie aminokwasów egzogennych, zwłaszcza lizyny i treoniny. Ponieważ zawartość aminokwasów przypadająca na 16 g N w ziarnie jest na ogół stała i nie zmienia się pod wpływem nawożenia azotem, zatem zmiany powyższe są wynikiem wzrostu zawartości azotu i tym samym zawartości białka w ziarnie. Jak podają Forsberg i Reeves (1995) czynniki agrotechniczne w niewielkim stopniu wpływają na skład aminokwasowy ziarna owsa. Ze względu na niewielki wpływ dawki azotu na zawartość tłuszczu, który ma największy udział w wartości energetycznej paszy, energia metaboliczna nie ulegała zmianie pod wpływem nawożenia, pomimo że zwiększała się zawartość białka.

W niniejszych badaniach przyrost plonu składników pokarmowych oraz energii metabolicznej pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem był uzależniony od zasobności gleby i od przebiegu pogody. W sytuacji, gdy wystąpiło silne wyłęganie jak to miało miejsce w Strzelcach w 1998 roku, odmiana Akt plonowała podobnie przy obu dawkach azotu. Słabsza reakcja na nawożenie azotem w Strzelcach w porównaniu z Lipnikiem wynika także z mniejszych różnic pomiędzy dawkami azotu.

Warto zwrócić uwagę na wyniki doświadczeń międzynarodowych przeprowadzonych w 6 krajach Europy w latach 2000–2001 z owsem nieoplewionym (Covan i in., 2001). Na 16 badanych rodów i odmian owsa pochodzących z 7 krajów w obu latach badań najlepiej plonowały polskie odmiany Akt i STH 4889. W latach 2000–2001 podjęto w Anglii program badawczy i organizacyjny (Greek, 2001; Mason, 2001; Maunsell, 2000; Valentine, 2001) zmierzający do wprowadzenia na szeroką skalę do produkcji odmian owsa karłowego nieoplewionego. Przesłanką do tego były, jak można przypuszczać rewelacyjne wyniki polskich odmian nieoplewionych oraz obiecujące wyniki z karłowatą odmianą nieoplewioną Icon, którą w doświadczeniach nawożono dawką azotu dochodzącą do 240 kg N/ha w celu uzyskania wysokiego plonu wartościowego białka. Niestety wadą tej odmiany jest duża wrażliwość na mączniaka.

Należy przypuszczać, że przyszłość należy do nieoplewionych odmian karłowatych owsa. Wskazują na to bardzo dobre wyniki plonowania nowych rodów karłowatych, które przewyższają odmianę Akt nawet o kilkanaście procent (Nita i Werwińska, 2003 inf. ustna).

WNIOSKI

1. Odmiany nieoplewione Akt i STH 296 w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka zawierały więcej: białka, średnio o 26 do 34 g/kg ziarna, tłuszczu surowego o 40 do 42 g/kg i aminokwasów, szczególnie treoniny, natomiast mniej włókna surowego, od 70 do 73 g/kg. Przewyższały one pod względem energii metabolicznej odmianę oplewioną Bajka średnio o 3,2 MJ/kg, czyli o prawie o 30%.
2. Plon tłuszczu z jednostki powierzchni odmian nieoplewionych owsa był wyższy o 106 kg/ha, czyli o 40% w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka. Plon białka, plon sumy aminokwasów egzogennych (lizyna, metionina, cystyna, treonina) oraz plon energii

- metabolicznej był niższy odpowiednio o 7, 8 i 9%. Wynikało to z niższego plonu ziarna odmian nieoplewionych.
3. Zwiększone nawożenie azotem z 50–70 do 100 kg N/ha spowodowało u wszystkich odmian wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie przeciętnie o 1% i sumy aminokwasów egzogennych, a pozostało bez wpływu na zawartość tłuszczu, włókna surowego i energii metabolicznej dla świń.
 4. Pod wpływem dodatkowej dawki azotu nastąpiło zwiększenie plonu składników pokarmowych: białka o 19%, tłuszczu o 8%, sumy badanych aminokwasów egzogennych o 19%. Plon energii metabolicznej zwiększył się średnio o 9%, podobnie jak plon ziarna.

LITERATURA

- Anonim. 1999. Oats in a new era. Semundo Limited, Cambridge.
- Budzyński W. 1999. Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne-przegląd wyników badań krajowych. *Żywność* 1 (18) Supl.: 11 — 25.
- Budzyński W., Wróbel E., Dubis B. 1999. Reakcja owsa nagiego na czynniki agrotechniczne. *Żywność* 1 (18) Supl.: 97 — 103.
- Covan A. A., Valentine J., Middleton B. T. 2001. Oats as animal feed. Third European Conference on Functional Properties in oats. May 17–18, Uppsala, Sweden: 66.
- Cyfert R. 2002. Owies. W: Lista opisowa odmian, rośliny rolnicze, zbożowe, okopowe, strączkowe, oleiste. COBORU, Słupia Wielka.
- Forsberg R. A., Reeves D. L. 1995. Agronomy of oats. In: The oat crop. Production and utilization. Ed. Welch R. W., Chapman & Hall, London: 223 — 251.
- Green C. 2001. Maximizing energy and protein in dwarf naked oats. Third European Conference on Functional Properties in oats. May 17–18, Uppsala, Sweden: 43 — 44.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J. 1997. Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. *Pam. Puł.* 109: 7 — 18.
- Maunsell C. 2000. Oats for feed a UK perspective. Sixth International Oat Conference, 13–16 November, Lincoln University, Canterbury, New Zealand: 41 — 48.
- Mason R. 2001. Naked oats — an established crop. Third European Conference on Functional Properties in oats. Uppsala, Sweden, May 17 — 18: 63.
- Normy żywienia świń, Wartość Pokarmowa Pasz, 1993. PAN IFiŻŻ. Omnitech Press, Warszawa.
- Peltonen-Sainio P. 1997. Groat yield and plant stand structure of naked and hulled oat under different nitrogen fertilizer and seeding rates. *Agron. J.* 89: 140 — 147.
- Petkov K., Piech M., Łukaszewski Z., Jaskowska I. 1999. Ocena wydajności wzrostowej białka (PER) owsa nieoplewionego i oplewionego. Konferencja naukowa: „Potrzeby pokarmowe wysokowydajnych zwierząt fermowych”, Krynica 8–10 września 1999: 407 — 410.
- Petkov K., Piech M., Lubowicki R., Łukaszewski Z., Jaskowska J., Biel W. 2001. Ocena wartości pokarmowej ziarna owsa nieoplewionego i oplewionego w żywieniu trzody chlewnej. *Rocz. Nauk Zoot.* 2 (28): 165 — 173.
- Piech M., Maciorowski R., Nita Z. 2001. Reakcja owsa nieoplewionego i oplewionego na nawożenie azotem. *Biul. IHAR* 217: 201 — 208.
- Reinbrecht A. C. 2000. Nackthafer aus Salzmünde. Anbauhinweise Groetzner Pflanzenzücht, Hamburg: 4.
- Rudnicki F., Wasilewski P. 2000. Efekty uprawy mieszanek zbożowych z udziałem owsa nieoplewionego W: Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszkach, Poznań 2–3 grudnia: 102 — 103.

- South J., Townsley C. 1999. Growing for quality. Second European Oat Conference, Cambridge, 28–29.10.1999, Conf. Proceedings: 68 — 76.
- Valentine J. 2001. Opportunities for the genetic improvement of oats. Third European Conference on Functional Properties in oats. Uppsala, Sweden, May 17–18: 14 — 16.
- Zych J. 1999. Owies. Zboża jare. 1999. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych, COBORU, Słupia Wielka.

MALGORZATA WALENSKatedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego

Effect of nitrogen fertilization and sowing rates on yield and grain quality of naked and husked oat cultivars

W latach 2000–2001 przeprowadzono 3 czynnikowe badania ściśle nad reakcją 2 odmian owsa (nagoziarnistą Akt i oplewioną Deresz) na zwiększenie dawek azotu z 0 do 60, 90 i 120 kg N/ha, przy wzrastającej gęstości siewu — 400, 500, 600 ziaren/m². Określono plon ziarna, zawartość podstawowych składników pokarmowych i mineralnych oraz zawartość witamin z grupy B, witaminy E, β -glukanów i błonnika pokarmowego. Odmiana Akt plonowała o 33% niżej niż Deresz. Ziarno owsa nagoziarnistego zawierało więcej białka ogółem i tłuszczu surowego przy niewielkiej zawartości włókna surowego. Obydwie odmiany reagowały zwykłą plonów do dawki 60 kg N/ha. Wzrastające nawożenie azotowe (do dawki 90 kg N/ha) powodowało podniesienie zawartości białka ogółem w ziarnie owsa, obniżając jednocześnie zawartość tłuszczu surowego. Wzrastająca gęstość siewu powodowała spadek plonu tłuszczu surowego u odmiany Akt. Ziarno owsa nagiego było bogatsze w witaminy z grupy B, witaminę E i β -glukany, natomiast zawierało mniej błonnika pokarmowego.

Słowa kluczowe: gęstość siewu, nawożenie azotowe, odmiany, owies, plon ziarna, skład chemiczny ziarna

The response of two oat cultivars (naked and husked) to increasing nitrogen rates (0, 60, 90 and 120 kg N/ha) and increasing sowing rates (400, 500, 600 seeds/m²) was investigated in field trials in the years 2000–2001. Yield of grain, protein and crude fat content as well as mineral substances, vitamins from the B group, E vitamin, β -glucans and dietary fibre were determined. Yield of the naked Akt cultivar was 33% lower than that of Deresz. Naked oat's seeds contained more total protein and crude fat, the content of crude fibre was lower. Both the naked and husked cultivars reached the highest yield level at 60 kg/ha nitrogen doses. Increasing nitrogen rates (up to 90 kg N/ha) caused increasing percentage of total protein in grain and decreased percentage of crude fat. Effect of increasing sowing rates of the Akt cultivar caused decrease of crude fat yield. The grain of the naked cultivar had more B vitamins, E vitamin and β -glucans, but had less dietary fibre.

Key words: chemical composition of grain, grain yield, cultivars, nitrogen fertilization, oat, sowing rate

WSTĘP

Owies jest zbożem o niewielkich wymaganiach glebowych, dzięki czemu może być uprawiany na wszystkich rodzajach gleb, z wyjątkiem terenów podmokłych. Główne rejony uprawy to północ Polski i tereny podgórskie. Ze względu na czynniki klimatyczne uprawia się w Polsce tylko formy jare (Podyma i Krzeczowska, 1993).

Owies jest przede wszystkim zbożem paszowym, ale w ostatnich latach zaczęto zwracać uwagę na jego wartość pokarmową, nie tylko dla zwierząt, ale również dla człowieka (Bartnikowa i Rakowska, 1997; Gąsiorowski i Urbanowicz, 1992; Nita i Orłowska-Job, 1990). Jego wartość obniża duża zawartość plewki, która znacznie ogranicza strawność składników pokarmowych dla zwierząt monogastrycznych. W 1997 roku została wpisana do rejestru pierwsza odmiana owsa nagoziarnistego Akt (COBORU, 1997), która ze względu na niską zawartość włókna może znaleźć zastosowanie jako pasza dla drobiu i trzody chlewnej (Kosieradzka i Fabijańska, 1999; Grela i Semeniuk, 1998).

Do głównych czynników agrotechnicznych wpływających na plonowanie roślin należą: nawożenie azotem i gęstość siewu. Dotychczasowe badania wykazały, że różne odmiany owsa wymagają do prawidłowego wzrostu i rozwoju zróżnicowanego nawożenia azotem. Stosunkowo mało jest badań dotyczących reakcji odmian na nawożenie i gęstość siewu w odniesieniu do wartości użytkowej ziarna. W przedstawionej pracy zwrócono uwagę nie tylko na plonowanie badanych odmian, lecz przede wszystkim na cechy jakościowe decydujące o wartości paszowej i pokarmowej ziarna nagiego i oplewionego.

MATERIAŁY I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000–2001 w RZD Pawłowice koło Wrocławia w oparciu o doświadczenia ściśle założone metodą podbloków na 3 czynniki zmienne w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 18,72 m². Porównywano: odmiany Akt (nagoziarnista) i Deresz (oplewiona); nawożenie azotowe (kg N/ha) w dawkach: 0, 60(przedsiewnie), 90 (60 przedsiewnie + 30 w fazie strzelania w źdźbło), 120 (60 przedsiewnie + 60 w fazie strzelania w źdźbło) oraz gęstość siewu — 400, 500, 600 ziaren/m².

Doświadczenia przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego dobrego, zasobnej w składniki pokarmowe, przedplonem był ziemniak, a agrotechnika była zgodna z zalecaną dla uprawy owsa.

Przebieg warunków pogodowych zestawiono w oparciu o zapisy stacji meteorologicznej w Pawłowicach.

Rośliny zbierano w fazie dojrzałości pełnej. Ziarno poddano analizom chemicznym, które wykonano zgodnie z ogólnie przyjętymi metodami: sucha masa metodą suszarkową, azot ogólny — Kiejdahla, K i Ca — fotometrii płomieniowej na aparacie Carl-Zeiss-Jena typu Flapho 4, P — kolorymetrycznie metodą wanadomolibdenową, Mg — kolorymetrycznie z żółcieniem tytanową, tłuszcz surowy — odtłuszczonej reszty w aparacie Soxhleta, włókno surowe — Henneberga-Stohmanna, popiół surowy — spalenie materiału roślinnego, witaminy: B₁, B₂, B₆, E — chromatografii cieczowej HPLC, β-glukany —

enzymatyczną McCleary'a (AOAC Method 995.16) z użyciem zestawu odczynników firmy Magazyme Ltd. oraz błonnik pokarmowy metodą enzymatyczno-grawimetryczną z użyciem odczynników SIGMA-KIT (AOAC Method 991.43). Analizy wykonywano w 2 powtórzeniach na uśrednionych próbach ziarna z poszczególnych kombinacji nawozowych i gęstości siewu. Badane parametry zostały ocenione statystycznie, przy pomocy analizy wariancji, na poziomie ufności 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rok 2000 cechowały ekstremalne warunki pogodowe. Zarówno w kwietniu, jak i na przełomie maja i czerwca notowano niedobory wilgoci powodujące suszę. Czerwiec zaznaczył się, w porównaniu z wieloleciem, wyższymi temperaturami powietrza i niższymi sumami opadów. W lipcu opady były bardzo wysokie (130 mm przy średniej dla wielolecia 68,5 mm), co spowodowało wtórny wzrost roślin i znacznie opóźniło zbiór. W 2001 roku zarówno wzrost jak i rozwój generatywny roślin przebiegał przy bardziej korzystnym układzie warunków atmosferycznych. Natomiast wyjątkowo duże, intensywne opady w lipcu spowodowały wyleganie roślin i sprzyjały rozwojowi chorób grzybowych. Powszechnie uważa się, że owies należy do roślin zbożowych o małych wymaganiach cieplnych i wysokich potrzebach wodnych, zwłaszcza w okresie od strzelania w źdźbło do wiechowania (Panek, 1989, 1992; Rudnicki, i Wasilewski, 1993). Michalski w swoich badaniach wykazuje, że na plonowanie owsa, choć w mniejszym stopniu, wpływa również temperatura w okresie wegetacji, a przede wszystkim w maju. (Michalski in., 1999). Wysokie temperatury w tym miesiącu obniżają istotnie plon. Poszczególne lata, w których przeprowadzono badania polowe, były zróżnicowane zarówno pod względem średnich temperatur i sum opadów, jak i ich rozkładu (tab. 1).

Tabela 1

Rozkład opadów i temperatury powietrza w okresie wegetacji owsa w latach 2000–2001 w Pawłowicach w porównaniu z wieloleciem 1971–2000

Distribution of rainfalls and air temperatures during vegetation period of oat in the years 2000–2001 in Pawłowice as compared to the period 1971–2000

Lata Years	Miesiąc Month					Suma opadów Sum of rainfall (mm)
	IV	V	VI	VII	VIII	średnia miesięczna temperatura monthly mean temperature (°C)
opady — rainfalls (mm)						
2000	7,8	64,2	23,5	130,4	37,9	263,8
2001	31,2	25,7	68,0	148,8	69,4	343,1
1971–2000	31,9	49,9	64,9	68,5	63,5	279,7
temperatura — temperature (°C)						
2000	11,9	16,6	18,6	16,9	19,4	16,7
2001	8,5	14,0	14,2	18,8	18,9	14,9
1971–2000	8,1	13,9	16,7	18,5	17,7	15,0

Znalazło to odzwierciedlenie w plonie. W roku 2001, który pod względem pogodowym był korzystniejszy do uprawy owsa, obydwie odmiany uzyskały wyższe plony ziarna.

Badane odmiany różniły się znacznie wysokością uzyskanego plonu ziarna, białka i tłuszczu (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plon ziarna, białka ogółem i tłuszczu surowego w odmianach owsa
Effect of nitrogen fertilization and sowing rates on grain yield, total protein and crude fat of two oat cultivars

Wyszczególnienie Specification		Plon ziarna (dt/ha) Grain yield (dt/ha)		Białko ogółem(kg/ha) Total protein (kg/ha)		Tłuszcz surowy (kg/ha) Crude fat (kg/ha)	
		Akt	Deresz	Akt	Deresz	Akt	Deresz
Nawożenie	0	15,7	25,5	246,2	304,2	125,7	99,0
Nitrogen fertilization	60	19,2	30,8	304,1	381,1	140,2	121,6
(kg N/ha)	90	20,1	29,8	331,9	380,0	134,4	106,1
	120	20,5	29,4	336,1	402,3	140,0	111,9
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		1,5	1,5	20,7	20,7	8,0	8,0
Gęstość siewu (ziaren/m ²)	400	18,6	28,4	301,3	370,9	138,4	108,9
Sowing rates (seeds/ m ²)	500	19,2	28,3	309,6	362,3	136,7	109,3
	600	18,9	28,4	302,4	367,5	130,2	110,7
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	6,6	r.n.
Lata	2000	18,1	27,4	303,7	381,8	134,6	101,7
Years	2001	19,7	29,2	305,5	352,0	135,5	117,6
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		1,4	1,4	r.n.	20,6	r.n.	7,9

r.n. — Różnica nieistotna; Difference not significant

Obydwie odmiany reagowały wzrostem plonów do dawki 60 kg N/ha, natomiast dalsze zwiększenie dawki nie miało istotnego wpływu na plon ziarna. Uzyskane wyniki potwierdzają badania innych autorów (Nowak i Barczak, 1991; Klupczyński, 1986; Szafranski, 1995; Wróbel, 1993). Wielu autorów upatruje brak dodatniej reakcji na wzrastające nawożenie azotowe w zwiększeniu liczby i masy pędów bocznych, które często nie wydają plonu, a konkurują o asymilaty z ziarniakami wiechy głównej (Król i Wierzbicka-Kukuła, 1975; Wolska i Wojcieszka, 1985; Kozłowska-Ptaszyńska, 1987). Plon tłuszczu i białka jest wypadkową plonów ziarna oraz zawartości tych składników. Najwyższy plon białka z hektara uzyskała odmiana Deresz przy nawożeniu 120 kg N/ha, odmiana Akt, mimo iż zawiera większy procent białka w ziarnie, uzyskała niższe wartości, ze względu na niższy o 33% plon ziarna. Plon tłuszczu z ha istotnie zwiększył się przy zastosowaniu dawki 60 kg N/ha i był najwyższy u odmiany Akt. Dalszy wzrost nawożenia nie powodował istotnych zmian u tej odmiany, natomiast odmiana Deresz zareagowała jego obniżeniem. Wzrastająca gęstość siewu spowodowała u odmiany Akt spadek plonu tłuszczu. Różnice w plonach tłuszczu i białka pomiędzy porównywanymi obiektami były zależne przede wszystkim od wysokości plonów ziarna. Stwierdzono niewielką współzależność między nawożeniem azotowym a gęstością siewu na plon ziarna, białka, tłuszczu. Wzrastająca gęstość siewu, przy dawce azotu 120 kg/ha powodowała istotny spadek plonu ziarna, co wpłynęło również na obniżenie plonu białka i tłuszczu. Zarówno wysokie nawożenie, jak i rosnące zagęszczenie roślin sprzyja rozwojowi chorób grzybowych i wyleganiu roślin, co wpływa na obniżenie plonu (Król i in., 1991).

Odmiany różniły się istotnie pod względem zawartości wszystkich składników pokarmowych (tab. 3). Odmiana nagoziarnista Akt zawierała więcej białka ogólnego, tłuszczu surowego i bezazotowych związków wyciągowych, a znacznie mniej włókna i popiołu surowego. Wyniki badań są zgodne z przytaczanymi przez innych autorów (Kosieradzka i Fabijańska, 1995; Pisulewska i in., 1999). Poziom nawożenia azotowego miał wpływ na zawartość białka ogólnego (zwiększając go istotnie do dawki 90 kg N/ha) oraz tłuszczu surowego (zmniejszając jego zawartość). Gęstość siewu wpływała istotnie na zawartość włókna surowego. Najmniejsza jego zawartość była przy gęstości 500 ziaren/m². Na zawartość składników pokarmowych obok czynnika genetycznego ma również wpływ czynnik pogodowy (Aman, 1987). W doświadczeniach wazonowych Jurkowska wykazała, że wraz ze wzrostem wilgoci gleby znacznie zmniejsza się procentowa zawartość azotu w częściach nadziemnych rośliny (Jurkowska i in., 1992). W 2001 roku, bardziej wilgotnym, zawartość białka była niższa, a włókna, popiołu i bezazotowych związków wyciągowych wyższa niż w roku poprzednim.

Tabela 3

Zawartość składników pokarmowych w ziarnie owsa (%); średnie dla czynników
Amount of nutrients substances in oat grain (%); means for factors

Wyszczególnienie Specification		Białko ogółem Total protein	Tłuszcz surowy Ether extract	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BAW N-free extract
Odmiana	Akt	16,2	7,2	2,7	2,5	71,4
Cultivar	Deresz	13,0	3,9	11,5	3,0	68,6
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		0,4	0,3	0,3	0,1	0,7
Nawożenie Nitrogen fertilization (kg N/ha)	0	13,9	5,9	7,1	2,8	70,3
	60	14,2	5,6	7,1	2,7	70,4
	90	15,2	5,7	7,1	2,8	69,7
	120	15,1	5,3	7,1	2,7	69,7
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		0,5	0,4	r.n.	r.n.	r.n.
Gęstość siewu (ziarn/m ²) Sowing rates (seeds/ m ²)	400	14,6	5,7	7,2	2,8	69,7
	500	14,5	5,5	6,8	2,7	70,4
	600	14,6	5,5	7,3	2,8	69,9
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	0,4	r.n.	r.n.
Lata	2000	15,4	5,6	6,8	2,7	69,6
Years	2001	13,8	5,5	7,4	2,9	70,5
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		0,4	r.n.	0,3	0,1	0,7

r.n. — Różnica nieistotna; Difference not significant

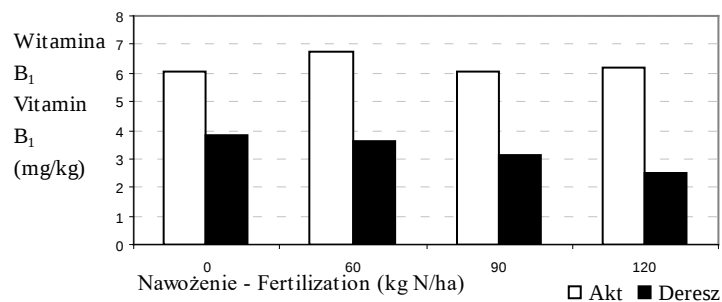
Odmiana Akt zawierała w ziarnie więcej magnezu i fosforu (tab. 4). Wzrost nawożenia azotowego do dawki 60 kg N/ha wpłynął dodatnio na zawartość magnezu, natomiast dalszy wzrost dawki powodował spadek zawartości tego składnika w ziarnie. Gęstość siewu nie wpłynęła istotnie na zawartość żadnego z badanych składników mineralnych. Wyższa zawartość składników mineralnych w 2001 roku układała się podobnie jak zawartość popiołu surowego.

Tabela 4

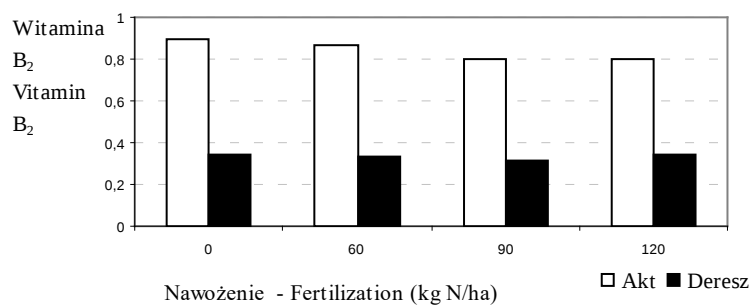
Zawartość składników mineralnych w ziarnie owsa (%); średnie dla czynników
Amount of mineral substances in oat grain (%); means for factors

Wyszczególnienie Specification		Magnez Magnesium	Fosfor Phosphorus	Potas Potassium	Wapń Calcium
Odmiana Cultivar	Akt	0,25	0,35	0,35	0,06
	Deresz	0,20	0,28	0,35	0,06
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		0,03	0,01	r.n.	r.n.
Nawożenie Nitrogen fertilization	0	0,24	0,31	0,36	0,06
	60	0,26	0,31	0,34	0,06
	90	0,23	0,32	0,35	0,06
	120	0,19	0,32	0,34	0,06
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		0,04	r.n.	r.n.	r.n.
Gęstość siewu (ziarn/m ²) Sowing rates (seeds/ m ²)	400	0,23	0,31	0,35	0,06
	500	0,23	0,31	0,34	0,06
	600	0,23	0,32	0,35	0,06
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Lata Years	2000	0,18	0,33	0,31	0,04
	2001	0,28	0,30	0,39	0,07
NIR; LSD $\alpha = 0,05$		0,03	0,01	0,01	0,002

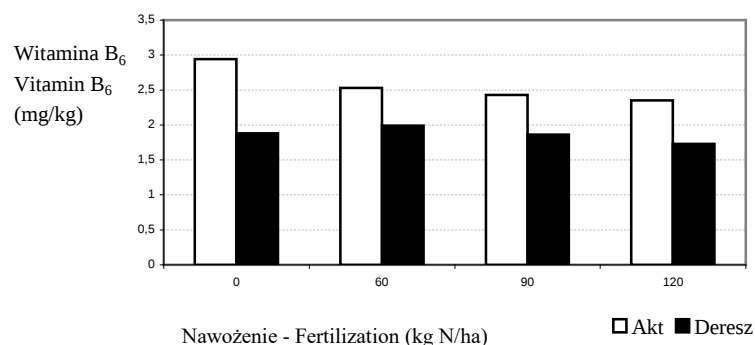
r.n. — Różnica nieistotna; Difference not significant



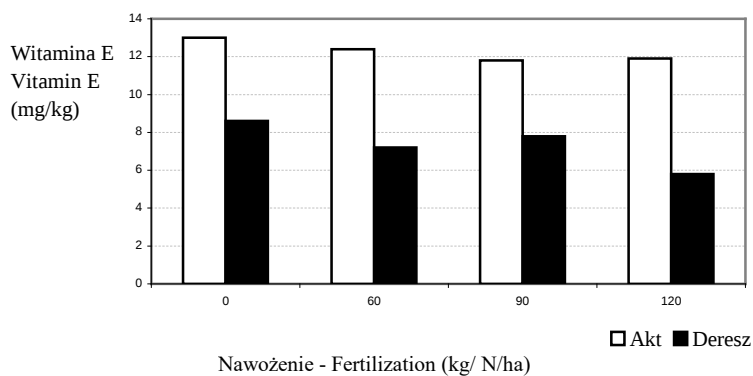
Rys. 1. Zawartość witaminy B₁ (mg/kg) w ziarnie owsa w zależności od poziomu nawożenia azotowego
Fig. 1. The vitamin B₁ content (mg/kg) in oat grain depending on nitrogen fertilization



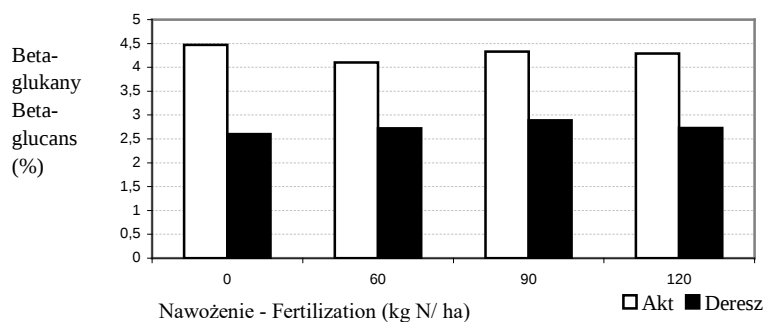
Rys. 2. Zawartość witaminy B₂ [mg/kg] w ziarnie owsa w zależności od poziomu nawożenia azotowego
Fig. 2. The vitamin B₂ content [mg/kg] in oat grain depending on nitrogen fertilization



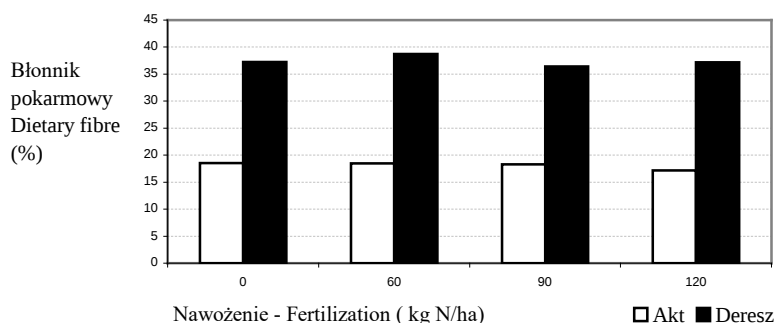
Rys. 3. Zawartość witaminy B₆ (mg/kg) w ziarnie owsa w zależności od poziomu nawożenia azotowego
Fig. 3. The vitamin B₆ content (mg/kg) in oat grain depending on nitrogen fertilization



Rys. 4. Zawartość witaminy E (mg/kg) w ziarnie owsa w zależności od poziomu nawożenia azotowego
Fig. 4. The vitamin E content (mg/kg) in oat grain depending on nitrogen fertilization



Rys. 5. Zawartość β-glukanów (%) w ziarnie owsa w zależności od poziomu nawożenia azotowego
Fig. 5. The β-glucans content (%) in oat grain depending on nitrogen fertilization



Rys. 6. Zawartość błonnika pokarmowego (%) w ziarnie owsa w zależności od poziomu nawożenia azotowego

Fig. 6. The dietary fibre content (%) in oat grain depending on nitrogen fertilization

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na wyjątkową wartość fizjologiczno-żywnościową owsa, na którą między innymi ma wpływ duża zawartość błonnika pokarmowego, β -glukanów oraz występowanie wszystkich witamin z grupy B i witaminy E (Bartnikowa i Rakowska, 1997; Gąsiorowski i Urbanowicz, 1992; Bartnikowska i in., 2000 b). Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że odmiana nagoziarnista Akt charakteryzowała się wyższą zawartością wszystkich wymienionych witamin (rys. 1–4.), β -glukanów (rys. 5), natomiast niższą zawartością błonnika pokarmowego (rys. 6), w porównaniu z odmianą Deresz. Jest to związane z rozmieszczeniem tych składników w ziarniaku. Zarówno witaminy, jak i β -glukany nie występują w plewce, która stanowi ok. 27% form oplewionych. Zaobserwowano też tendencję do spadku zawartości tych składników wraz ze wzrostem nawożenia azotowego.

WNIOSKI

1. Przebieg warunków atmosferycznych w okresie prowadzenia badań rzutował istotnie na plon ziarna owsa. Wyższy plon uzyskano w 2001 roku, w którym warunki były korzystniejsze dla wzrostu i rozwoju roślin.
2. Z odmiany Akt uzyskano niższy plon ziarna i białka ogólnego oraz wyższy plon tłuszczu surowego, w porównaniu z formą oplewioną Deresz. Ziarno owsa nagoziarnistego było bogatsze w białko ogólne, tłuszcz surowy, witaminy z grupy B, witaminę E i β -glukany przy niewielkim procentowym udziale włókna.
3. Obydwie odmiany reagowały zwykłą plonów do dawki 60 kg N/ha. Wzrastające nawożenie azotowe (do dawki 90 kg N/ha) powodowało podniesienie zawartości białka ogólnego w ziarnie obydwu odmian owsa, obniżając jednocześnie zawartość tłuszczu surowego.
4. Wzrastająca gęstość siewu nie miała wpływu na wysokość plonu ziarna i białka u obu odmian, natomiast powodowała obniżenie plonu tłuszczu surowego u odmiany Akt.

5. W warunkach przyrodniczych, w których przeprowadzono badania, należy zalecić do praktyki rolniczej nawożenie azotem obydwu odmian w dawce 60 kg N/ha i wysiew 400 ziaren/m².

LITERATURA

- Aman P. 1987. The variation in chemical composition of Swedish oats. *Acta. Scand.* 37: 347.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis of the association on official analytical chemists. Ed. Kenneth, Helrich, Arlington, USA.
- Bartnikowa E., Rakowska M. 1997. Zastosowanie owsa nagiego do produkcji żywności przydatnej w profilaktyce i dietoterapii zaburzeń gospodarki lipidowej, *Biul. IHAR* 203: 235 — 239.
- Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M. 2000 b. Ziarno owsa — niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Cz. II. Polisacharydy i włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy. *Biul. IHAR* 215: 223 — 235.
- COBORU. 1997. Zboża jare. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych, COBORU, Słupia Wielka.
- Gąsiorowski H., Urbanowicz M. 1992. Owies — roślina XXI wieku. Owies w żywieniu zdrowego i chorego człowieka. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 5: 18.
- Grela E., Semeniuk W. 1998. Zastosowanie ziarna owsa nagiego w żywieniu świń. *Trzoda Chlewna* 10: 36 — 38.
- Jurkowska H., Rogóż A., Wojciechowicz T. 1992. Wpływ nawożenia azotowego na zawartość składników mineralnych w zależności od wilgotności gleby. Cz. I Makroelementy, *Zesz. Naukowe AR Kraków* 265, z. 30: 99 — 111.
- Kluczyński Z. 1986. Wpływ nawożenia azotem na plon i jakość ziarna zbóż. (W): *Mat. Symp. „Wpływ nawożenia na jakość plonów”*. ART, Olsztyn: 82 — 102.
- Kosieradzka I., Fabijańska M. 1999. Zastosowanie owsa nagiego w mieszankach dla kurcząt brojlerów. *Żywność*, 1 (18) Supl.: 224 — 229.
- Kosieradzka I., Fabijańska M. 1995. Wartość biologiczna białka ziarna wybranych odmian owsa. XXV sesja Nauk. KZZ KNZ PAN, Poznań: 37.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1987. Reakcja odmian owsa na usuwanie pędów bocznych nie wykłoszonych w zależności od poziomu i terminu nawożenia azotowego. *IUNG Puławy R* (226): 1 — 35.
- Król M., Wierzbička-Kukuła A. 1975. Badania potencjalnej produktywności odmian owsa. *Pam. Puł.* 65: 201 — 208.
- Król M., Harasim A., Pawłowska J. 1991. Wpływ różnorodnej technologii uprawy na plonowanie owsa i opłacalności produkcji. *JUNG Puławy ser. R* 275: 51 — 69.
- Machalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Żywność*, 1 (18) Supl.: 46 — 52.
- Nita Z., Orłowska-Job W. 1990. Hodowla owsa w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Strzelce. *Biul. IHAR* 175: 101 — 103.
- Nowak K., Barczak B. 1991. Wpływ dawek nawożenia azotowego na jakość białka ziarna owsa odmiany „Markus”. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 262, 34: 81 — 85.
- Panek K. 1989. Potrzeby wodne roślin zbożowych. Rozdział w: *Potrzeby wodne roślin uprawnych*. Praca zbior. Red. J. Dzieżyc, PWN, Warszawa: 50 — 85.
- Panek K. 1992. Działanie i współdziałanie opadów na plonowanie owsa w różnych rejonach kraju. *Biul. Inf. ATR. Olsztyn*, 33: 95 — 104.
- Pisulewska E., Witkiewicz R., Borowiec F. 1999. Wpływ sposobu uprawy roli na plon oraz zawartość i skład kwasów tłuszczowych ziarna owsa nagoziarnistego. *Żywność*, 1 (18) Supl.: 240 — 245.
- Podyma W., Krzeczowska A. 1993. Zimotrwałość odmian owsa w warunkach klimatu Polski *Biul. IHAR* 186: 81 — 88.
- Rudnicki F., Wasilewski P. 1993. Wpływ doboru gatunków i ilości opadów na wydajność jarych mieszanych zbożowych. *Fragm. Agron.* 4 (40): 95 — 96.

- Szafrński W. 1995. Wpływ poziomu i sposobu nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian jęczmienia jarego i owsa w zróżnicowanych warunkach siedliskowych Podgórze. Cz. I. Współczynnik zbioru i wysokość plonu ziarna. Zesz. Nauk. AR Kraków. Roln. 300, z. 32: 99 — 111.
- Wolska E. Wojcieszka U. 1985. Wpływ azotu na przebieg niektórych procesów fizjologicznych oraz na wielkość i strukturę plonu owsa. Pam. Puł. 86: 61 — 78.
- Wróbel E. 1993. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość białka ziarna jęczmienia jarego i owsa uprawianych na pasze. Acta. Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricultura. 56: 3 — 52.

ALICJA SULEK

Zakład Uprawy Roślin Zbożowych

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Wpływ dawek azotu na plon ziarna i jego komponenty u nowych odmian owsa

Effect of nitrogen on yield and its components in new cultivars of oats

W latach 1998–2001, w cyklu dwuletnim, prowadzono badania w wazonach nad reakcją 7 nowych odmian owsa na zwiększenie dawek azotu z 1,2 do 2,4 i 3,6 g/wazon. Wzrost dawki nawożenia azotem do 2,4 g N na wazon powodowało wzrost plonowania odmiany Chwat, Bachmat, Cwał, Sprinter, Bohun i Polar. Zastosowanie 3,6 g N na wazon znacząco zwiększyło plon ziarna odmiany Flamingsstern. Zwyżka plonu ziarna wynikała głównie ze wzrostu krzewienia produktywnego.

Słowa kluczowe: nawożenie azotem, odmiany, owies, plon ziarna, struktura plonu

The response of 7 new oats cultivars to nitrogen rates (1.2; 2.4; 3.6 g N/pot) was investigated in Mitscherlich pots in the years 1998–2001. The nitrogen dose of 2.4 g N/pot caused a significant yield increase in cvs. Bachmat, Cwał, Sprinter, Bohun and Polar. The cultivar Flamingsstern showed a significant yield increase at the N rate of 3.6 g N/pot. Yield increase was related to increased productive tillering.

Key words: cultivars, grain yield, nitrogen fertilization, oat, yield structure

WSTĘP

Nawożenie azotem jest jednym z podstawowych czynników plonotwórczych, ponieważ dodatnio oddziałuje na rozkrzewienie produktywne oraz sprzyja wytworzeniu większej powierzchni asymilacyjnej rośliny i przedłuża okres aktywności fotosyntetycznej. Stosowanie dużych dawek azotu w owsie powoduje niejednokrotnie zwiększenie liczby i masy pędów bocznych, co obniża plenność starszych pędów i w efekcie nie wpływa na plon ziarna, a niekiedy go obniża (Król i Wierzbicka-Kukułowa, 1975; Kozłowska-Ptaszyńska, 1987).

Odmiany, które lepiej plonują przy wyższym nawożeniu cechują się dużym przyrostem suchej masy od kłoszenia do dojrzewania, większą krzewistością produkcyjną i masą ziarna z kłosa (Joshida, 1972; Ruszkowski, 1985; Budzyński, 1999).

W ostatnich latach nastąpiło znaczne powiększenie liczby nowych odmian w hodowli owsa. Odmiany, jak wykazały wcześniejsze badania, wymagają zróżnicowanego nawo-

żenia azotem do prawidłowego wzrostu, rozwoju i plonowania (Ohm, 1976; Kozłowska-Ptaszyńska i Pawłowska, 1997, 2001). Niezbędne jest ustalenie odpowiedniego poziomu nawożenia azotem dla każdej z odmian. W tym celu przeprowadzane są wstępne badania w doświadczeniach wazonowych, w których określa się reakcję odmian na wzrastające dawki azotu. Wyniki te są następnie sprawdzane w warunkach polowych i wykorzystywane przy opracowaniu technologii uprawy odmian wpisywanych do rejestru.

Celem badań było poznanie reakcji nowych odmian owsa, określone plonem ziarna i cechami struktury plonu, na wzrastające dawki azotu.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w wazonach Mitscherlicha, metodą serii niezależnych w trzech powtórzeniach. Wazony napełniano mieszaniną gleby bielcowej z piaskiem w stosunku 2,5: 1 i do każdego z nich dodawano: 1,5 g P w formie KH_2PO_4 , 2 g K w K_2SO_4 , 0,6 g Mg w $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, a także mikroelementy: Fe, B, Cu, i Mn. Nawożenie azotem w ilości 1,2; 2,4 i 3,6 g/wazon, w formie NH_4NO_3 stosowano w dwu równych dawkach, przed siewem i na początku fazy strzelania w źdźbło. Siew wykonano w ostatniej dekadzie marca lub w pierwszych dniach kwietnia, zależnie od pogody w latach badań. W każdym wazonie po przerywce wykonanej w fazie dwóch liści, rosło 10 roślin. Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% całkowitej pojemności wodnej. Rośliny zbierano w fazie pełnej dojrzałości ziarna i określono plon ziarna z wazonu, krzewienie produktywne, liczbę kłosek w wieszce głównej, masę i liczbę ziaren z wiechy oraz masę 1000 ziaren. Również określono plon ziarna oddzielnie dla pędów głównych i bocznych.

Statystyczną analizę wyników przeprowadzono oddzielnie dla każdej odmiany i każdego roku badań, a następnie syntezę z lat. Istotność różnic porównywano za pomocą półprzedziału ufności Tukeya przy $\alpha = 0,05$. Reakcja odmian na zastosowane dawki była podobna w latach badań, dlatego wyniki przedstawione w pracy stanowią wartości średnie z dwóch lat.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane odmiany wykazywały odmienną reakcję na zróżnicowane nawożenie azotem. Istotny wzrost plonu ziarna na dawce 2,4 g w porównaniu do 1,2 g N na wazon stwierdzono dla odmian Chwat, Bachmat, Cwał, Sprinter, Bohun, Polar. Zastosowanie tego składnika w ilości 3,6 g na wazon znacząco zwiększyło plon ziarna odmiany Flamingsstern (rys. 1).

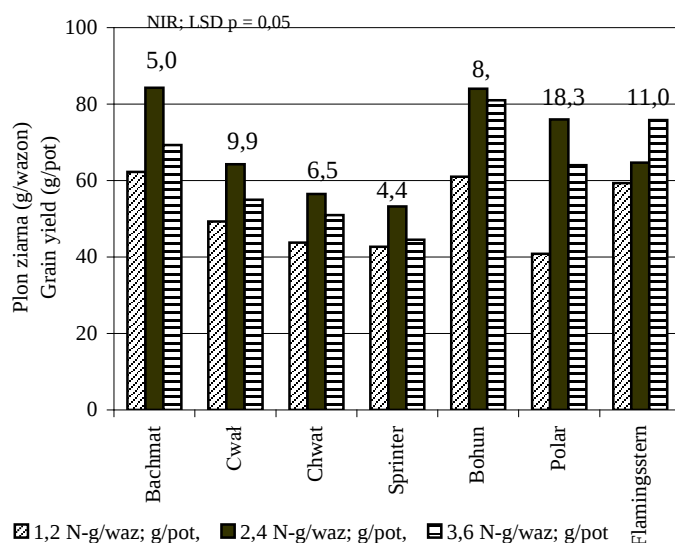
Rośliny owsa każdej z odmian na wzrost dawki azotu najsilniej reagowały zwiększeniem krzewistości produkcyjnej (tab. 1). U odmiany Bachmat, Sprinter, Bohun i Polar istotny wzrost krzewienia wystąpił przy dawce 2,4 N g/wazon, natomiast u pozostałych odmian przy zastosowaniu 3,6 N g/wazon. W omawianych badaniach odmiany, które wytwarzały najwięcej pędów na roślinie odznaczały się najwyższym plonowaniem. Jednakże wzrost liczby pędów na roślinie nie zawsze sprzyja większemu plonowaniu, gdyż często prowadzi do zmniejszenia plenności wiech (Kozłowska-Ptaszyńska i in., 1997, 2001).

Tabela 1

Wpływ nawożenia azotem na cechy struktury plonu odmian owsa (1998–2001)
Influence of nitrogen fertilization on yield structure of oats cultivars (1998–2001)

Wyszczególnienie Description	Odmiany Cultivar	Azot g/wazon Nitrogen g/pot			NIR $\alpha = 0,05$ LSD $\alpha = 0.05$
		1,2	2,4	3,6	
Rozkrzewienie produkcyjne Productive tillering	Bachmat	1,7	2,4	2,6	0,35
	Cwał	1,0	1,2	1,4	0,30
	Chwat	1,1	1,4	1,8	0,50
	Sprinter	1,2	1,9	2,0	0,55
	Bohun	1,7	2,4	2,8	0,43
	Polar	1,8	2,8	3,2	0,61
	Flamingsstern	2,4	2,6	3,0	0,57
Liczba kłosków w wieszce głównej Number of spikelets of main shoot panicle	Bachmat	63,8	64,7	51,4	9,61
	Cwał	90,3	106,6	91,2	9,96
	Chwat	81,5	80,8	72,3	r.n
	Sprinter	65,4	68,0	53,5	6,23
	Bohun	63,2	69,3	64,6	6,57
	Polar	46,1	52,2	36,5	4,49
	Flamingsstern	50,5	49,9	56,1	5,22
Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains	Bachmat	37,4	38,8	34,6	3,05
	Cwał	29,2	31,3	29,0	r.n
	Chwat	27,7	32,9	30,3	4,36
	Sprinter	32,7	32,6	28,8	3,99
	Bohun	23,6	33,6	32,7	r.n
	Polar	26,8	28,3	28,7	r.n
	Flamingsstern	35,7	37,1	34,3	2,47
Masa ziarna z wiechy Weight of grain per panicle (g)	Bachmat	3,60	3,56	2,71	0,39
	Cwał	4,93	5,24	3,97	r.n
	Chwat	4,12	3,96	2,93	0,89
	Sprinter	3,58	2,86	2,29	0,71
	Bohun	3,52	3,46	2,93	0,51
	Polar	2,35	2,76	2,02	r.n
	Flamingsstern	2,53	2,49	2,54	r.n
Liczba ziaren z wiechy Number of grains per panicle	Bachmat	96,1	91,8	78,4	14,3
	Cwał	169,1	167,2	137,0	r.n
	Chwat	148,6	121,4	97,1	40,9
	Sprinter	109,3	86,0	79,7	20,5
	Bohun	107,9	103,1	89,9	r.n
	Polar	88,3	97,8	70,5	r.n
	Flamingsstern	70,8	67,1	74,3	r.n

W przeprowadzonych badaniach (tab. 1) liczba kłosków w wieszce głównej odmiany Cwał, Polar i Bohun wzrastała istotnie przy poziomie nawożenia 2,4 g N, lecz dalszy wzrost intensywności nawożenia powodował obniżenie wartości tej cechy. Odmiana Chwat wykazywała tylko tendencję do spadku omawianej cechy przy wzroście nawożenia azotem. Zastosowanie tego składnika w ilości 3,6 g na wazon znacząco zwiększyło liczbę kłosków w wieszce głównej u odmiany Flamingsstern.

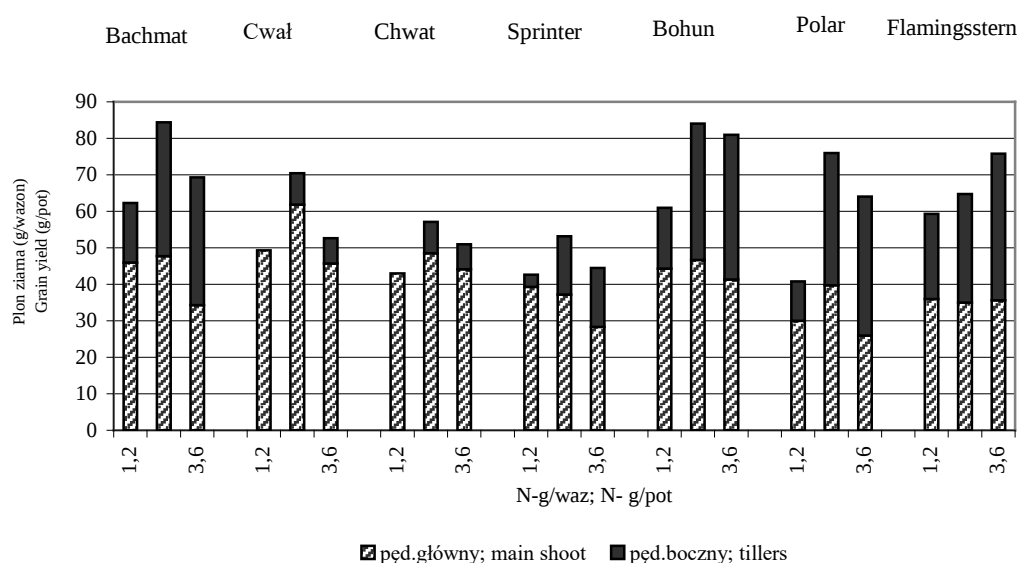


Rys. 1. Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna (g/wazon) odmian owsa (1998–2001)
Fig. 1. Influence of nitrogen fertilization on grain yield (g/pot) of oats cultivars (1998–2001)

Masa ziarna z wiechy odmiany Sprinter ulegała istotnemu zmniejszeniu się przy poziomie 2,4 g N w wazonie, a przy dawce 3,6 g azotu u takich genotypów jak: Bachmat, Chwał i Bohun, zaś reszta spośród badanych odmian nie zmieniała istotnie badanej cechy pod wpływem zróżnicowanego poziomu nawożenia azotem (tab. 1).

Liczba ziaren (tab. 1) w wiesze odmiany Sprinter uległa istotnemu zmniejszeniu się już przy 2,4 g N w wazonie, a przy 3,6 g u takich genotypów jak: Bachmat, Chwał, zaś reszta spośród badanych odmian nie wykazywała istotnych różnic przy zwiększeniu intensywności nawożenia. Największą obniżkę plenności wiech pod wpływem wzrastającego nawożenia azotem cechowały się odmiany Cwał, Chwał, Sprinter, które odznaczały się najniższą krzewistością produktywną. Odmiany o niskiej masie i liczbie ziaren z wiechy charakteryzowały się znacznym wzrostem pędów na roślinie. Określenie plonu ziarna oddzielnie dla pędów głównych i bocznych (rys. 2) wyraźnie wskazuje, że u odmiany, która efektywnie wykorzystywała intensywne nawożenie azotem, wzrost plonu ziarna wynikał głównie ze zwiększenia liczby pędów na roślinie, która rekompensowała spadek masy ziarna z pojedynczej wiechy.

Masa 1000 ziaren większości badanych odmian nie zmieniała się istotnie pod wpływem zwiększania dawki azotu. Jedynie istotny spadek masy 1000 ziaren stwierdzono odmiany Bachmat, Sprinter i Flamingssstern na największej dawce 3,6 g N w podłożu (tab. 1). Ujemny wpływ intensywnego nawożenia azotem na dorodność ziarna owsa przejawia się w większości badań (Collaud, 1995; Kozłowska-Ptaszyńska i in., 1997, 2001; Paltonen-Sainio, 1997).



Rys. 2. Plon ziarna (g/wazon) wytwarzany przez pędy główne i boczne odmian owsa (1998–2001)
Fig. 2. Grain yield (g/pot) produced by main shoots and tillers of oats cultivars (1998–2001)

WNIOSKI

1. Badane odmiany owsa wykazywały odmienną reakcję na uwzględnione w doświadczeniu dawki azotu:
 - odmiany Chwat, Bachmat, Cwał, Sprinter, Bohun i Polar reagowały wzrostem plonu ziarna na dawkę 2,4 g/wazon N,
 - odmiana Flamingsstern efektywnie wykorzystwała intensywne nawożenie azotem (3,6 g/wazon).
2. Wzrastające dawki azotu najsilniej wpływały na krzewistość roślin owsa. U odmian Bachmat, Sprinter, Bohun i Polar istotny wzrost krzewienia wystąpił przy dawce 2,4 N g/wazon, natomiast u pozostałych odmian przy zastosowaniu 3,6 N g/wazon. Zwiększenie krzewistości produktywnej powodowało zmniejszenie masy i liczby ziaren w wieszce. Masa 1000 ziaren badanych odmian poza odmianami Chwat, Bachmat, Sprinter i Flamingsstern nie ulegała większej zmianie pod wpływem zastosowanych dawek azotu.
3. Zwyżka plonu ziarna pod wpływem wzrastających dawek azotu wynikała głównie ze wzrostu liczby pędów produktywnych na roślinie, jak i większej płodności wiech.

LITERATURA

- Budzyński W. 1999. Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne — przegląd wyników badań krajowych. *Żywność — Nauka — Technologia — Jakość* 1 (18) supl.: 14 — 25.
- Collaud J. F. 1995. Effect of nitrogen application on hectoliter weight of spring oats. *Revue Suisse — ds. Agriculture*, 27 (2): 117 — 119.
- Joshida S. 1972. Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 23: 437 — 464.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1987. Reakcja odmian owsa na usuwanie pędów bocznych nie wykłoszonych w zależności od poziomu i terminu nawożenia azotem. *IUNG, Puławy, R* (226): 1 — 35.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J. 1997. Reakcja nowych odmian owsa na nawożenie azotem. *Pam. Puł.* 109: 7 — 18.
- Król M., Pawłowska J., Wierzbicka-Kukułowa A. 1985. Wpływ wzrastających dawek azotu na produktywność odmian owsa w doświadczeniach wazonowych. *IUNG, Puławy*, (204): 3 — 9.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J. 2000. Wpływ dawek azotu na plon i jego strukturę u nowych polskich odmian owsa. *Biul. IHAR* 215: 239 — 244.
- Ohm H. W. 1976. Response of 21 oat cultivars to nitrogen fertilization. *Agronomy J.* 5: 773 — 775.
- Paltonen-Sainio P. 1997. Groat yield and plant stand structure of naked and hulled oat under different nitrogen fertilizer and seeding rates. *Agron. J.* 89: 140 — 147.
- Ruszkowski M. 1985. Produktywność roślin zbożowych. Podstawy produktywności roślin. *Sesja Nauk., IUNG, Puławy*: 71 — 92.

WIESŁAWA PIOTROWSKA ¹
STEFAN PIETKIEWICZ ¹
ZDZISŁAW WYSZYŃSKI ²
TADEUSZ ŁOBODA ³
DARIUSZ GOZDOWSKI ²
EDYTA KOTLARSKA-JAROS ¹
SŁAWOMIR STANKOWSKI ⁴

¹ Katedra Fizjologii Roślin, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

³ Katedra Podstaw Produkcji Rolniczej, Politechnika Białostocka, Białystok

⁴ Katedra Biometrii i Doświadczalnictwa Rolniczego, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wymiana gazowa owsa w zależności od poziomu nawożenia azotem

Gas exchange of oat depending on nitrogen fertilization

W doświadczeniu przeprowadzonym w hali wegetacyjnej w wazonach wagnerowskich określono przy pomocy analizatora gazów w podczerwieni Li-6400 wymianę gazową (fotosyntezę, transpirację, ich pochodną współczynnik wykorzystania wody oraz przewodnictwo szparkowe) u dwóch nowych odmian owsa: oplewionej Chwat i nieoplewionej Akt. Cechy te badano na tle trzech dawek azotu (0,5, 0,75 i 1 g N/wazon) i trzech różnych nawozów azotowych. Nie stwierdzono wpływu stosowanych rodzajów nawozów azotowych na zróżnicowanie wymiany gazowej. W przypadku zróżnicowanych dawek azotu wyższą intensywność fotosyntezy obserwowano tylko w fazie wysuwania się wiechy u roślin w wazonach z największą dawką azotu 1,0 g N/wazon w porównaniu z 0,75 i 0,50 g N/wazon. Stwierdzono ścisłą korelację pomiędzy intensywnością fotosyntezy i przewodnictwem szparkowym ($r = 0,87$ średnio dla odmiany i $0,88$ średnio dla dawek azotu), co świadczy o podobnym wpływie zastosowanych w doświadczeniu czynników. Współczynnik wykorzystania wody (WUE), był znacznie wyższy u odmiany Akt w porównaniu z odmianą Chwat tylko u roślin we wczesnych fazach ontogenezy, niezależnie od dawki azotu. Wartość WUE wyraźnie malała w trakcie ontogenezy w roślinach u obu odmian. W późniejszych fazach ontogenezy nie obserwowano natomiast różnic WUE między badanymi odmianami, a także nie było różnic w WUE na tle dawek azotu.

Słowa kluczowe: azot, nawożenie, owies, WUE, wymiana gazowa

In a greenhouse experiment, gas exchange parameters (photosynthesis, transpiration, their derivative water use efficiency and stomatal conductance) were studied for two new oat cultivars: hulled Chwat and naked Akt. The plants were grown in Wagner's pots, fertilized with different nitrogen doses (0.5, 0.75 and 1 g N/pot), from three different fertilizers, and examined with the Li-6400 gas analyzer. No effect of the applied nitrogen fertilizers upon gas exchange differentiation was found. For the differentiated rates of nitrogen, a higher photosynthetic intensity was observed only during the

phase of panicle appearance in plants grown in pots with the highest nitrogen rate, 1.0 g N/pot. Strong correlation was found between photosynthetic intensity and stomatal conductance ($r = 0.87$ average for cultivars and 0.88 for nitrogen rates), which shows a similar effect of the factors studied in the experiment. Water use efficiency (WUE) was much higher in the cv. Akt as compared to the cv. Chwat only in the early phases of ontogeny, independently of nitrogen rate. Value of WUE clearly decreased during the ontogeny for both cultivars. In later phases of ontogeny no differences were found in WUE neither for the cultivars nor for the nitrogen rates.

Key words: gas exchange, fertilization, nitrogen, oat, WUE

WSTĘP

W ostatnim okresie nastąpiło zintensyfikowanie hodowli owsa. W latach 1999–2002 do doboru wprowadzono 15 nowych odmian (aktualnie on zawiera 27 odmian), w tym pierwsze odmiany nieoplewione: Akt, Cacko i Polar. Nowe odmiany owsa różnią się wymaganiami nawozowymi. Zatem, ważne jest poznanie fizjologicznych reakcji nowych odmian owsa na zróżnicowane nawożenie azotem.

Azot jest jednym z głównych czynników modyfikujących wzrost, rozwój i produktywność roślin uprawnych. Niedobór azotu, który wchodzi w skład wielu związków organicznych, w tym chlorofilu, ogranicza fotosyntezę. Przy małej zawartości azotu dochodzi również do wyraźnego zmniejszenia przewodnictwa szparkowego (von Caemmerer i Farquhar, 1981). Natomiast zwiększenie zawartości azotu w liściach powoduje wzrost ich powierzchni i intensywności fotosyntezy, dwóch podstawowych składowych aktywności fotosyntetycznej. Dostępność azotu wpływa na długotrwałość utrzymywania się powierzchni asymilacyjnej, która w dużej mierze decyduje o przyroście biomasy i plonowaniu. Azot jest głównie pobierany w formie NH_4^+ i NO_3^- , pobieranie obu tych form przez rośliny jest zróżnicowane, a dostępne nawozy azotowe różnią się pod względem zawartości tych form. Na tle zróżnicowanych dawek azotu i jego form, szczególnie ważne są dane dotyczące procesu wymiany gazowej, pozwalające określić wielkość fotosyntezy i transpiracji, czyli wielkości decydujące o wartości współczynnika wykorzystania wody WUE (Water Use Efficiency), a także przewodnictwo szparkowe, od którego zależą te parametry wymiany gazowej. W wielu przypadkach stwierdzono, że drogą hodowlaną można uzyskać formy uprawne charakteryzujące się wydajniejszym zużyciem wody (Yoshie, 1986).

Celem badań było porównanie dwóch odmian owsa, tradycyjnej Chwat i pierwszej polskiej odmiany nieoplewionej Akt pod względem intensywności fotosyntezy i transpiracji, dwóch składowych wymiany gazowej umożliwiających wyznaczenie współczynnika wykorzystania wody WUE oraz określenie przewodnictwa szparkowego liści tych odmian.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w 2002 roku w hali wegetacyjnej Katedry Fizjologii Roślin SGGW na dwóch odmianach owsa (tradycyjnej oplewionej Chwat i nieoplewionej Akt). Nasiona obu odmian pozyskano ze Stacji Hodowli Roślin Strzelce. Rośliny prowadzono

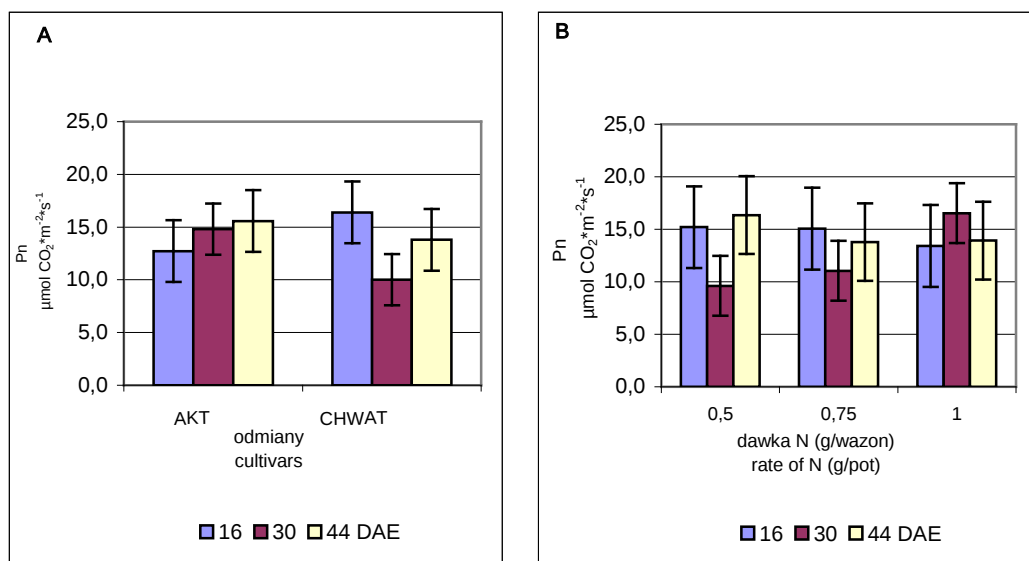
w wazonach wagnerowskich, wypełnionych mieszaniną gleby i piasku w odpowiednich proporcjach wagowych. W każdym wazonie znajdowało się 7 kg czarnej ziemi i 2 kg piasku. Pełna pojemność wodna (PPW) wynosiła 22,70% s.m. gleby, a w czasie doświadczenia utrzymywano 70% PPW. Gleba w wazonach przed dodaniem nawozów azotowych zawierała 0,07% N. Nawożenie azotem wraz z niezbędnymi innymi składnikami mineralnymi stosowano w czasie zakładania doświadczenia. Do każdego wazonu dodano: 0,60 g magnezu, 0,15 g wapnia, 0,35 g fosforu i 0,90 g potasu. Składniki te wprowadzono jako $MgSO_4 \times 7H_2O$, $Ca (H_2PO_4)_2 \times H_2O$, KH_2PO_4 , i K_2SO_4 . Żelazo było podane w postaci cytrynianu żelaza, a mikroelementy według zmodyfikowanej pożywki Hoaglanda. Azot stosowano w trzech różnych nawozach, tj. w saletrze amonowej, siarczanie amonu i preparacie z radiacyjnego oczyszczania gazów w elektrowni „Dolna Odra” (Niedźwiedzki i in., 2000 a, b). Preparat z radiacyjnego oczyszczania gazów odpowiadał składem chemicznym siarczanowi amonu i zawierał podobną ilość metali ciężkich jak pozostałe nawozy azotowe (Niedźwiedzki i in., 2000 a). Każdy z 3 rodzajów nawozów po przeliczeniu na czysty składnik (N) zastosowano w trzech dawkach (0,5, 0,75 i 1,0 g N/wazon). W efekcie uzyskano 9 kombinacji nawozowych. Każda kombinacja występowała w 5 powtórzeniach. Łącznie dla 2 odmian doświadczenie liczyło 90 wazonów, tj. 45 z odmianą Akt i 45 z odmianą Chwat. Do każdego wazonu wysiano (05.04.2002) po 15 ziaren owsa. Wschody obserwowano już w trzy dni po siewie. Większą energią kiełkowania i szybszym wzrostem w początkowym okresie charakteryzował się Chwat. Pełnia krzewienia wystąpiła pod koniec kwietnia, odmiana Akt krzewiła się znacznie silniej niż Chwat. Rośliny odmiany Akt dnia 02.05.2002 miały jeden pęd główny i cztery boczne, a Chwat pęd główny i trzy pędy boczne, w dniu 14.05.2002 był początek strzelania w źdźbło, a 03–05.06.2002 obie odmiany zaczęły się kłosić. Wkrótce po wykłoszeniu rozpoczęło się kwitnienie. W związku z wystąpieniem porażenia roślin przez mszyce 05.06.2002 wykonano oprysk roślin preparatem Decis. Część dolnych liści zaczęła zasychać 16.06.2002, a 11.07.02 owies osiągnął fazę dojrzałości pełnej ziarniaków.

W trakcie wegetacji w trzech terminach 24 kwietnia, 08 i 22 maja za pomocą przenośnego analizatora Li-6400 oznaczono podstawowe parametry wymiany gazowej liści (intensywność fotosyntezy i transpiracji, przewodność szparkową i międzykomórkowe stężenie CO_2) oraz obliczono ich współczynnik wykorzystania wody WUE (Nalborczyk, 1996). W trakcie zbioru oceniono plon ziarna w przeliczeniu na jedną wiechę. Wszystkie wyniki opracowano przy pomocy ANOVA (pakiet Statgraphics 3.1).

WYNIKI I DYSKUSJA

Nie stwierdzono istotnych różnic w oddziaływaniu stosowanych rodzajów nawozów azotowych na intensywność fotosyntezy u obu badanych odmian owsa. Dlatego prezentację wyników zawężono do analizy wpływu odmian i dawek azotu na parametry wymiany gazowej, tj. intensywność fotosyntezy, przewodnictwo szparkowe, transpirację i fotosyntetyczny współczynnik wykorzystania wody (WUE). Wzrost roślin i ich końcowy plon są wypadkową wielu procesów, z których intensywność fotosyntezy jest jednym z najważniejszych (Penning de Vries i van Laar, 1982). Pozostałe parametry wymiany

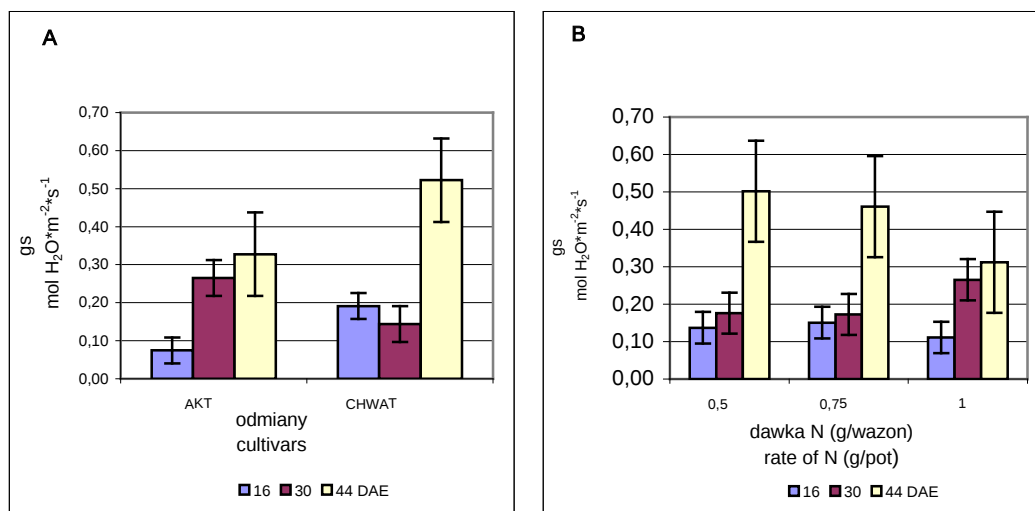
gazowej, a szczególnie przewodnictwo szparkowe bezpośrednio albo pośrednio wpływają na intensywność fotosyntezy. Intensywność fotosyntezy analizowana w fazie krzewienia u obu odmian nie różniła się istotnie, natomiast w fazie strzelania w źdźbło istotnie wyższą intensywnością fotosyntezy odznaczała się odmiana Akt niż Chwat ($14,79$ wobec $10,00 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $\text{NIR}_{0,05} = 4,76$). Podobnie wyższą intensywność fotosyntezy charakteryzowała rośliny tej odmiany, choć nieistotnie, w fazie wysuwania się wiechy ($15,58$ wobec $13,78 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (rys. 1). W przypadku dawek azotu istotne zróżnicowanie intensywności fotosyntezy stwierdzono tylko w fazie strzelania w źdźbło. Wyższą intensywność fotosyntezy obserwowano u roślin w wazonach z największą dawką azotu $1,0 \text{ g N/wazon}$ w porównaniu z $0,75$ i $0,50 \text{ g N/wazon}$ ($16,53$ wobec $11,04$ i $9,61 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $\text{NIR}_{0,05} = 5,09$) (rys. 1).



Rys. 1. Intensywność fotosyntezy (Pn) owsa w zależności od odmiany (A) oraz dawki azotu (B)
Fig. 1. Photosynthetic rate (Pn) depending on cultivar (A) and nitrogen dose (B)

Przewodnictwo szparkowe było modyfikowane przez czynniki doświadczenia w podobnym stopniu, co intensywność fotosyntezy. W fazie krzewienia i strzelania w źdźbło obserwowano istotne różnice w przewodnictwie szparkowym badanych odmian (rys. 2). W fazie krzewienia było ono wyższe u odmiany Chwat ($0,19$ wobec $0,08 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $\text{NIR}_{0,05} = 0,07$), a w fazie strzelania w źdźbło u odmiany Akt ($0,27$ wobec $0,14 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $\text{NIR}_{0,05} = 0,09$). Nie było zaś istotnych różnic w przewodnictwie szparkowym w zależności od zastosowanych dawek azotu.

Ścisła korelacja pomiędzy powyższymi badanymi parametrami wymiany gazowej ($r = 0,87$ średnio dla odmiany i $0,88$ średnio dla dawek azotu) świadczy o podobnym wpływie zastosowanych w doświadczeniu czynników na intensywność fotosyntezy i przewodnictwo szparkowe. Jest to zgodne z wynikami badań von Caemmerer i Farquhara (1981).

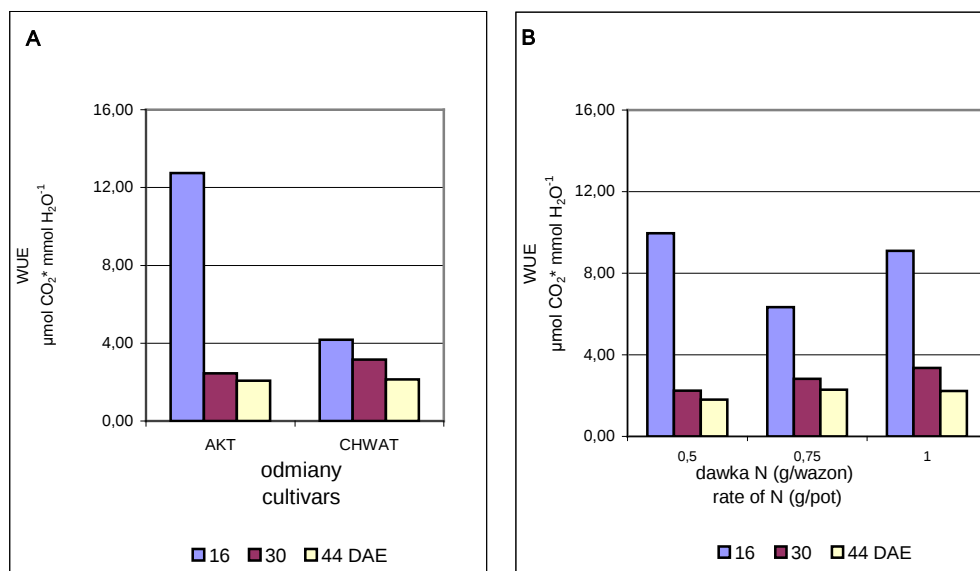


Rys. 2. Przewodnictwo szparkowe (g_s) owsa w zależności od odmiany (A) oraz dawki azotu (B)
Fig. 2. Stomatal conductance (g_s) depending on cultivar (A) and nitrogen dose (B)

Intensywność transpiracji w fazie krzewienia była istotnie wyższa u odmiany Chwat w porównaniu z odmianą Akt (3,98 wobec 1,35 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $\text{NIR}_{0,05} = 1,41$), a w fazie strzelania w źdźbło była wyższa u odmiany Akt (6,19 wobec 3,27 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $\text{NIR}_{0,05} = 1,73$), a w fazie wysuwania wiechy była ponownie wyższa u odmiany Chwat (11,08 wobec 5,71 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $\text{NIR}_{0,05} = 2,61$) (dane zawarte w WUE). Dawki azotu nie wpłynęły w istotny sposób na intensywność transpiracji. Wartości intensywności fotosyntezy, przewodnictwa szparkowego oraz intensywności transpiracji uzyskane w doświadczeniu nie odbiegały od podawanych w literaturze w przypadku innych roślin zbożowych, np. jęczmienia jarego browarnego (Łoboda i in., 2000).

Współczynnik wykorzystania wody (WUE) przez rośliny owsa, będący ilorazem intensywności fotosyntezy i intensywności transpiracji, był znacznie wyższy u odmiany Akt w porównaniu z odmianą Chwat w fazie krzewienia, niezależnie od dawki azotu (rys. 3). W późniejszych fazach ontogenezy nie obserwowano natomiast różnic w WUE między badanymi odmianami, a także nie było różnic w WUE na tle dawek azotu. Wartość WUE w roślinach u obu odmian wyraźnie malała w trakcie ontogenezy

Plon ziarna z wiechy u obu badanych odmian owsa wzrastał wraz ze stosowaną dawką azotu na wazon od 1,42 do 1,72 u odmiany Akt i od 2,00 do 2,27 g u odmiany Chwat (od 1,50 do 1,70 g po odjęciu udziału plewki w plonie ziarna) (tab. 1). Po odjęciu plewki plon ziarna z wiechy badanych odmian nie różnił się istotnie. Podobną relację stwierdzili Gregorczyk i Piech (2000) porównując plonowanie odmiany Akt z odmianą konwencjonalną Bajka.



Rys. 3. Współczynnik wykorzystania wody (WUE) owsa w zależności od odmiany (A) oraz dawki azotu (B)
 Fig. 3. Water use efficiency (WUE) depending on cultivar (A) and nitrogen dose (B)

Tabela 1

Plon ziarna w przeliczeniu na wiechę odmiany nieoplewionej (Akt) i oplewionej (Chwat) owsa nawożonego różnymi dawkami azotu. W przypadku odmiany konwencjonalnej podano również skorygowany plon ziarna bez plewki
 Grain yield of naked (Akt) and hulled (Chwat) oat cultivars per panicle. In the case of conventional variety a corrected grain yield without a glume is also presented

Dawka azotu/wazon (g) Nitrogen rate/pot (g)	Plon na wiechę (g) Yield per panicle (g)		
	Akt	Chwat	
		z plewką glume involved	bez plewki glume excluded
0,5	1,42	2,00	1,50
0,75	1,53	2,12	1,59
1,0	1,72	2,27	1,70

Wydaje się, że występujące różnice w plonowaniu odmian nagoziarnistych i oplewionych nie są spowodowane wyższą intensywnością fotosyntezy liści odmian oplewionych, a raczej mogą być wywołane zarówno większą intensywnością fotosyntezy wiechy, jak i powierzchnią liści i ich długotrwałością u tych odmian (Gregorczyk i Piech, 2000).

W przeciwieństwie do innych roślin zbożowych owies charakteryzuje się wiechowoliściowym modelem fotosyntezy: wiecha, podobnie jak liście odpowiada za około 40% fotosyntezy całej rośliny (Nalborczyk i in., 1981; Nalborczyk i Sowa, 2001). Stąd w celu

dokładnej charakterystyki wymiany gazowej owsa w ciągu dnia trzeba byłoby brać pod uwagę szczególnie intensywność fotosyntezy wiechy, która nie była badana.

WNIOSKI

1. Intensywność fotosyntezy liści analizowanych roślin owsa nie zależy od stosowanego nawożenia azotem i jest podobna u obu badanych odmian.
2. Intensywność fotosyntezy liści badanych roślin ściśle koreluje ze stopniem rozwarcia aparatów szparkowych tylko do fazy wysuwania wiechy.
3. Współczynnik wykorzystania wody (WUE) charakteryzuje się wyraźnym spadkiem w trakcie ontogenezy niezależnie od odmiany i nawożenia azotem.

LITERATURA

- Gregorczyk A., Piech M. 2000. Porównanie dynamiki wzrostu owsa nieoplewionego z oplewionym. *Biul. IHAR* 215: 201 — 208.
- Łoboda T., Pietkiewicz S., Czembor H., Wiewióra J. 2000. Określenie potencjału plonowania wybranych odmian jęczmienia jarego browarnego. *Biul. IHAR* 215: 141 — 152.
- Nalborczyk E. 1996. Dobór i wykorzystanie nowoczesnej aparatury kontrolno pomiarowej w doświadczalnictwie polowym. Cz. I. Oznaczanie wymiany gazowej, struktury przestrzennej i bilansu energii fotosyntetycznej czynnej radiacji roślin w łanie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 447: 81 — 90.
- Nalborczyk E., Nalborczyk T., Wawrzonowska B. 1981. Models of photosynthetic activity in cereals. In: *Photosynthesis and Productivity*. Bal. Intern. Sci. Publ. Philadelphia: 97 — 106.
- Nalborczyk E., Sowa A. 2001. Physiology of rye. In: *Rye: production, chemistry and technology*. (ed. Bushuk W.) St. Paul. Minnesota, USA: 53 — 68.
- Niedźwiedzki E., Stankowski S., Malinowski R. 2000 a. Skład chemiczny produktu w postaci siarczanu amonu i saletry amonowej z odsiarczania i odazotowania spalin oraz jego wpływ na właściwości gleby piaszczystej. *Zesz. Nauk AR Szczecin*. 81: 197 — 202.
- Niedźwiedzki E., Stankowski S., Malinowski R., Murkowski A. 2000 b. Wstępne badania przydatności nawozowej produktu w postaci siarczanu amonu i saletry amonowej z odsiarczania i odazotowania spalin kotłowych pod uprawę kukurydzy. *Zesz. Nauk AR Szczecin*. 81: 203 — 210.
- Penning de Vries F. W. T., van Laar H. H. 1982. Simulation of growth processes and the model BACROS. In: *Simulation of plant growth and crop production. Simulation Monographs*. F.W.T. Penning de Vries, H. H. van Laar (eds.). Pudoc, Wageningen: 114 — 135.
- von Caemmerer S., Farquhar G. D. 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta* 15: 376 — 387.
- Yoshie F. 1986. Intercellular CO₂ concentration and water-use-efficiency of temperate plants with different life-form and from different microhabitats. *Oecologia*. 68: 364 — 370.

BOGDAN DUBIS**WOJCIECH BUDZYŃSKI**

Katedra Produkcji Roślinnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu

Response of naked and husked oats to date and density of sowing

Zbadano i opisano plonowanie owsa oplewionego i nagoziarnistego w łanie o zróżnicowanym zagęszczeniu roślin, uprawianego w warunkach wczesnego i opóźnionego siewu. Owies nagoziarnisty Akt wykazał niższy o 30% poziom plonowania niż oplewiony Borowiak. Po usunięciu plewki z ziarna plon formy nagoziarnistej zrównał się z plonem formy oplewionej. Dwutygodniowe opóźnienie wysiewu w stosunku do możliwie najwcześniejszego skutkowało spadkiem plonu ziarna odmiany oplewionej Borowiak o 2% a odmiany nagoziarnistej Akt o 11%. Zarówno wpływ samego terminu siewu, jak i jego interakcja z odmianą były statystycznie udowodnione. Wykazano istotny wzrost plonu ziarna odmiany Akt pod wpływem zwiększonego wysiewu do 800 ziarniaków na 1 m². Nie udowodniono takiej zależności u oplewionej odmiany Borowiak. Zwiększona gęstość siewu owsa nie rekompensowała skutków obniżki plonu wynikającej z opóźnienia siewu.

Słowa kluczowe: gęstość siewu, owies, plon, termin siewu

Yields of naked and husked oats cultivars were determined and described in the canopy of different plants density, sown at optimal and delayed date. Naked oats cv. Akt showed lower yielding potential by 30% than husked cv. Borowiak. However, yield of both oats forms was the same after dehulling of grains. Two weeks delay of sowing, in relation to the earliest possible date, resulted in yield reduction of cv. Borowiak and Akt by 2 and 11%, respectively. The effects of sowing date and its interaction with cultivar were significant. Yield increase of cv. Akt resulting from of higher sowing density (i.e. 800 kernels·m⁻²) was shown and similar response of cv. Borowiak was not noted. Increased sowing density has not compensated the adverse effect of yield decrease due to delaying of sowing date.

Key words: oats, sowing date, sowing rate, yield

WSTĘP

Prace genetyczno-hodowlane z nowymi odmianami owsa koncentrują się na wyhodowaniu form charakteryzujących się wysoką produktywnością, większą odpornością na choroby i wyleganie, a także nad polepszeniem jakości ziarna (Nita, 1999). Szczególnie duże zainteresowanie praktyki rolniczej dotyczy form bezłuskowych. Ziarno pozbawione plewki charakteryzuje się, bowiem wieloma korzystnymi cechami rolniczymi i użytko-

wymi (Gašiorowski, 1993; Kosieradzka, 1995; Śniady i in., 1997). Udział odmiany nagoziarnistej w rozmnożeniach materiału siewnego tego gatunku wynosił w 2001 roku aż 9%. Jego reakcja na poszczególne ogniwa technologii uprawy była badana sporadycznie (Budzyński i in., 1999; Kozłowska-Ptaszyńska i in., 1997; Piech i in., 1999; Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro, 2002).

Głównym czynnikiem decydującym o plonowaniu oraz kształtowaniu się podstawowych elementów struktury plonu owsa jest termin i gęstość siewu (Budzyński i in., 1999; Mazurek, 1993; Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro, 2002). Badania (Budzyński i in., 1999; Mazurek, 1995; Koźmiński i Michalska, 1992) wykazały silną, negatywną reakcję formy nagoziarnistej na opóźnianie siewu. Podkreśla się także niską krzewistość formy Akt (Kozłowska-Ptaszyńska i in., 1997; Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro, 2002). Dlatego liczba wiech na jednostce powierzchni jest kształtowana głównie poprzez gęstość siewu. Oczywiście, więc wydaje się interakcja gęstości z terminem siewu. Zbyt duże zagęszczenie może jednak prowadzić do zmniejszenia liczby i masy ziaren z wiechy (Kozłowska-Ptaszyńska, 1999).

Głównym celem badań było porównanie plonowania obu form owsa w łanie o zróżnicowanym zagęszczeniu roślin w warunkach wczesnego i opóźnionego siewu.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe założono w latach 2000–2001 na polach doświadczalnych Uniwersyteckiej Stacji Badawczej w Bałcynach k. Ostródy.

Czynnikiem I rzędu była odmiana owsa nagoziarnistego Akt i oplewionego Borowiak; czynnik II rzędu stanowił termin siewu, najwcześniej możliwy do wykonania i opóźniony o 2 tygodnie; czynnikiem III rzędu była gęstość siewu — 400 i 800 ziarniaków na 1 m².

Doświadczenie prowadzono w układzie split-plot, w 4 powtórzeniach, na glebie kompleksu 2 (pszenny dobry), klasy bonitacyjnej IIIa. Gleba charakteryzowała się wysoką zasobnością w fosfor i potas a średnią w magnez, miała odczyn lekko kwaśny. Przedplonem owsa była pszenica ozima. Nawozy fosforowo — potasowe zastosowano przedsięwzię, w dawkach 52 kg P₂O₅/ha oraz 100 kg K₂O/ha. Azot w dawce 90 kg N/ha stosowano w dwóch terminach: 60 kg przedsięwzię i 30 kg w fazie strzelania w źdźbło. Owies wysiewano 4 kwietnia 2000 i 10 kwietnia 2001 (pierwszy termin), a w drugim terminie odpowiednio — 18 i 25 kwietnia, w rozstawie 10 cm, na głębokość 4 cm. Masę wysiewu owsa ustalono w oparciu o masę 1000 ziaren i wartość użytkową materiału siewnego. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 15 m². W fazie krzewienia owsa eliminowano chwasty stosując Chwastox Turbo 340 SL. Zbiór wykonano 14 sierpnia 2000 i 19 sierpnia 2001.

Na powierzchni 1 m² określono liczbę roślin po wschodach, a w fazie dojrzałości młecznej owsa zbonitowano (skalą 9-stopniową) stopień porażenia liści przez plamistości. Oznaczono plon ziarna (przy wilgotności 15%) oraz elementy struktury plonu (liczbę wiech, liczbę ziaren w wieszce i masę 1000 ziaren). Wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji trzyczynnikowej z zastosowaniem testu t-Duncana.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wiele opracowań (Dzieżyc i in., 1997; Michalski i in., 1999; Rudnicki, 1995) wykazuje duży związek układu warunków wilgotnościowych i termicznych z plonem ziarna owsa. Przebieg warunków pogodowych w latach badań był zróżnicowany (tab. 1).

Tabela 1

Średnia temperatura powietrza (°C) i suma opadów (mm) w okresie wegetacji owsa w Balcynach
Means of air temperature (°C) and sums of precipitation (mm) during vegetation seasons of oats in Balcyny

Wyszczególnienie Specification	Lata Years	Miesiące — Months					
		III	IV	V	VI	VII	VIII
Temperatura (°C)	2000	2,2	10,9	13,5	15,9	15,3	16,9
Temperature	2001	0,8	7,3	12,2	13,8	19,5	18,4
Średnia wieloletnia Mean for years	1961–1995	1,2	6,8	12,5	15,8	17,3	16,8
Opady (mm)	2000	52,9	20,2	32,5	33,1	104,2	140,9
Precipitation	2001	30,2	43,5	31,3	48,8	135,1	81,8
Suma z wielolecia Sum for years	1961–1995	27,4	55,8	55,8	66,1	79,1	76,3

Bardzo sucha i ciepła wiosna w roku 2000 nie sprzyjała wzrostowi i rozwojowi owsa. Obfite opady deszczu zanotowano dopiero w lipcu i sierpniu, a więc już w okresie dojrzewania. Owies nie wyległ a rośliny były wolne od chorób. Plon ziarna był wyższy niż się spodziewano. W 2001 roku średnia miesięczna temperatura marca, kwietnia, maja i czerwca nie różniła się wyraźnie od średnich wieloletnich. Wyjątkowo ciepła pogoda utrzymywała się natomiast w lipcu i sierpniu. Suma opadów w marcu była zbliżona do sumy z wielolecia, a w kwietniu przekroczyła o 25% średnią normę miesięczną. Maj i czerwiec były suchsze niż zwykle. Z kolei lipiec i sierpień charakteryzował się obfitymi opadami, często o charakterze burzowym. Wystąpiło średnie porażenie liści przez plamistości, niezależnie od terminu siewu (tab. 2). Łan nie wyległ. Owies dojrzewał wcześniej. Plon był niższy w stosunku do bardzo suchego roku 2000.

Tabela 2

Porażenie owsa przez plamistości liści przed zbiorem (skala 9-stopniowa)
Oats infection of leaves spot before harvesting (in 9-degrees scale)

Lata Years	Gęstość siewu Sowing rate	Akt			Borowiak			Średnio Mean
		termin siewu — sowing date						
		wczesny early	późny late	średnio mean	wczesny early	późny late	średnio mean	
2001	400	7,0	8,0	7,5	8,0	7,0	7,5	7,5
	800	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	średnio — mean	7,0	7,0	7,3	7,5	7,0	7,3	7,3
Średnio — Mean		8,0	8,3	8,2	8,3	8,0	8,2	—
2000		nie wystąpiło; not occurred						

Średnio za 2 lata istotnie wyżej plonował, co oczywiste, owies oplewiony (tab. 3). Plenność odmiany nagoziarnistej była niższa o 30%. Jest to zgodne z charakterystyką

COBORU tej odmiany oraz wynikami wielu autorów (Śniady, 1997; Wróbel i Kijora, 2000). Niższy plon wynikał z faktu mniejszej krzewistości produktywnej i mniejszej liczby pędów z wiechą oraz z mniejszej masy 1000 ziarniaków (tab. 5 i 6). Wolumen plonu ziarna obu form owsa, po usunięciu plewki z odmiany tradycyjnej, ukształtował się na bardzo zbliżonym poziomie (tab. 4). Wcześniej taki układ plonów uzyskiwały Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro (2002). Wykazały one, iż forma nagoziarnista plonuje na poziomie form tradycyjnych po odjęciu łuski. Występują także doniesienia z badań (Wróbel i Kijora, 2000), w których odmiana nagoziarnista, w porównaniu do oplewionej plonowała o 13% wyżej.

Tabela. 3

Plon ziarna owsa (dt z 1 ha) Yield of grain of oats (dt per ha)								
Lata Years	Gęstość siewu Sowing rate	Akt			Borowiak			Średnio Mean
		termin siewu — sowing date						
		wczesny early	późny late	średnio mean	wczesny early	późny late	średnio mean	
2000	400	47,3	44,7	46,0	60,3	59,4	59,9	52,9
	800	48,6	46,9	47,8	60,2	61,2	60,7	64,2
	średnio mean	47,9	45,8	46,9	60,3	60,3	60,3	53,6
2001	400	40,8	32,0	36,4	62,5	61,2	61,9	49,1
	800	46,0	39,2	42,6	65,6	61,2	63,4	53,0
	średnio mean	43,4	35,6	39,5	64,0	61,2	62,6	51,0
Średnio Mean		45,7	40,7	43,2	62,2	60,8	61,5	—
NIR (P = 0,05) dla: lat — 2,0; odmiany — 2,0; terminu siewu — 1,1; gęstości siewu — 1,1; lata × termin siewu— 1,5; lata × gęstość siewu — 1,5; odmiana × termin siewu — 1,5; odmiana × gęstość siewu — 1,5								
LSD (P = 0.05) for: year — 2.0; cultivars — 2.0; sowing date — 1.1; sowing rate — 1.1; year × sowing date — 1.5; year × sowing rate — 1.5; cultivars × sowing date — 1.5; cultivars × sowing rate — 1.5								

W badaniach własnych najwyższy poziom plonowania owsa uzyskano w warunkach wczesnego siewu (tab. 3). Ze współdziałania odmiany i terminu siewu wynika, że silniejszą, ujemną reakcję w plonie na opóźniony siew wykazała forma nagoziarnista. Spadek plonu u tej odmiany wynosił 11%, podczas gdy u formy oplewionej tylko 2%. Dla odmiany nagoziarnistej późny termin siewu był niekorzystny zarówno w pierwszym jak i w drugim roku badań, natomiast dla formy oplewionej tylko w drugim roku (tab. 3). Spadek plonu wystąpił także w obiektach, w których zwiększono masę wysiewu a więc zagęszczenie łanu.

Koźmiński i Michalska (1992) wyliczyli, że 15 dniowe opóźnienie siewu owsa powoduje spadek plonu od 10 do 15%, a 20 dniowe opóźnienie skutkuje obniżką plonu nawet o 20%. Podobne zależności w swoich badaniach wykazała Kozłowska-Ptaszyńska i wsp. (1997) oraz Noworolnik i wsp. (1994). W doświadczeniu Budzyńskiego i wsp. (1999) owies nagoziarnisty na 14-dniowe opóźnienie siewu reagował obniżką plonu o 21%, była ona silniejsza niż u formy oplewionej.

Dotychczasowe opinie badaczy na temat wpływu gęstości siewu na plon ziarna są zróżnicowane (Kozłowska-Ptaszyńska i in., 1997; Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro, 2002; Ścigalska 1999). Kozłowska-Ptaszyńska i wsp. (1997) grupując odmiany owsa w zależności od wymagań zagęszczenia wykazali, że forma nagoziarnista wymaga gęstego siewu (800 ziaren na m²). Natomiast odmiany tradycyjne mogą dobrze plonować w warunkach zagęszczenia wynoszącego 400 ziaren/m². Podobne zależności w badaniach z owsem nagoziarnistym wykazały Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro (2002). Ścigalska (1999) badając wpływ różnych gęstości siewu wykazała tendencje do lepszego plonowania odmian owsa oplewionego przy mniejszym zagęszczeniu (550 ziaren/m²). Badane odmiany owsa Akt i Borowiak, wysiewane w obsadzie 800 ziaren/m² (tab. 3), plonowały korzystniej niż w obsadzie rzadszej (400 ziaren/m²). Siew gęsty zapewniał lepszą zwartość łanu (606 wiech/m²). Z interakcji odmian z gęstością siewu wynika, że forma nagoziarnista dała znacznie wyższy plon w warunkach gęstego siewu (wzrost o 10%). W przypadku odmiany oplewionej zwykła plonu była mniejsza, wystąpiła tylko w 2 roku i wynosiła jedynie 2,4% (tab. 3).

Tabela 4

Plon ziarna owsa bez łuski (dt z 1 ha)
Yield of grain of oats without chaff (dt per ha)

Gęstość siewu Sowing rate	Akt			Borowiak			Średnio Mean
	termin siewu — sowing date						
	wczesny early	późny late	średnio mean	wczesny early	późny late	średnio mean	
400	44,0	38,3	41,2	43,6	42,8	43,2	42,2
800	47,3	43,0	45,1	44,7	43,4	44,0	44,6
Średnio Mean	45,7	40,7	43,2	44,2	43,2	43,7	—

NIR (P = 0,05) dla: terminu siewu — 0,9; gęstości siewu — 0,9; odmiana × termin siewu — 1,2; odmiana × gęstość siewu — 1,3
LSD (P = 0,05) for: sowing date — 0,9; sowing rate — 0,9; cultivars × sowing date — 1,2; cultivars × sowing rate — 1,3

Tabela 5

Współczynnik krzewienia produktywnego owsa
Coefficient of productive tillering for oats

Gęstość siewu Sowing rate	Akt			Borowiak			Średnio Mean
	termin siewu — sowing date						
	wczesny early	późny late	średnio mean	wczesny early	późny late	średnio mean	
400	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
800	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
Średnio Mean	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	—

Późniejszy siew wywoływał wyraźne istotne zmniejszenie zagęszczenia łanu. Taką samą reakcją na termin siewu stwierdzono w masie 1000 ziaren (tab. 6). Badania własne potwierdziły różnicujący wpływ gęstości siewu na elementy struktury plonu (tab. 6).

Tabela 6

Elementy struktury plonu owsa
Elements of yield structure for oats

Lata Years	Gęstość siewu Sowing rate	Akt			Borowiak			Średnio Mean
		Termin siewu — Sowing date						
		wczesny early	późny late	średnio mean	wczesny early	późny late	średnio mean	
liczba wiech (szt./m ²) — panicles number per 1 m ²								
2000	400	401	406	404	488	450	469	436
	800	704	589	647	784	708	746	696
	średnio mean	553	498	526	636	579	608	566
2001	400	351	378	365	432	405	419	392
	800	499	499	499	502	559	531	515
	średnio mean	425	439	432	467	482	475	453
Średnio Mean		489	468	479	552	530	541	—
NIR (P = 0,05) dla: lat — 28; odmiany — 28; terminu siewu — 13; gęstości siewu — 29; interakcji: lata × termin siewu — 18; lata × gęstość siewu — 40								
LSD (P = 0.05) for: year — 28; cultivars — 28; sowing date — 13; sowing rate — 29; interaction: year × sowing date — 18; year × sowing rate — 40								
liczba ziaren w wiesze — grain number per panicle								
2000	400	60,4	58,1	59,3	54,4	52,3	53,4	56,3
	800	54,7	44,4	49,6	38,9	36,0	37,5	43,5
	średnio mean	57,6	51,3	54,5	46,7	44,2	45,5	50,0
2001	400	64,0	66,3	65,2	56,6	62,1	59,4	62,3
	800	54,2	58,6	56,4	50,1	55,9	53,0	54,7
	średnio mean	59,1	62,5	60,8	53,4	59,0	56,2	58,5
Średnio Mean		58,3	56,9	57,6	50,0	51,6	50,8	—
NIR (P = 0,05) dla: lat — 4,7; odmiany — 4,7; gęstości siewu — 3,0; interakcji: lata × termin siewu — 4,3								
LSD (P = 0.05) for: year — 4,7; cultivars — 4,7; sowing rate — 3,0; interaction: year × sowing date — 4,3								
masa 1000 ziaren (g) — weight of 1000 grains								
2000	400	30,8	28,0	29,4	36,4	35,6	36,0	32,7
	800	31,0	25,3	28,2	34,6	37,0	35,8	32,0
	średnio mean	30,9	26,7	28,8	35,5	36,3	35,9	32,4
2001	400	27,6	22,5	25,1	37,5	34,1	35,8	30,4
	800	26,3	23,4	24,9	37,2	34,5	35,9	30,4
	średnio mean	27,0	22,9	25,0	37,4	34,3	35,9	30,4
Średnio Mean		26,8	26,9	26,9	36,4	35,3	35,9	—
NIR (P = 0,05) dla: lat — 1,3; odmiany — 1,3; terminu siewu — 1,0; interakcji: lata × odmiana — 1,8; lata × termin siewu — 1,3; lata × odmiana × termin siewu — 1,9								
LSD (P = 0.05) for: year — 1,3; cultivars — 1,3; sowing date — 1,0; interaction: year × cultivars — 1,8; year × sowing date — 1,3; year × cultivars × sowing date — 1,9								

Wykazano, że gęsty siew u obu form owsa zapewniał większą o 46% zwartość wiech, a zmniejszał liczbę ziarniaków w wiesze o 17% w porównaniu do siewu rzadkiego. Nie wykazano interakcji gęstości i terminu siewu w kształtowaniu cech struktury plonu. Potwierdzono w ten sposób wcześniejsze badania (Budzyński i in., 1999; Kozłowska-

Ptaszyńska i in., 1997; Mazurek, 1993; Noworolnik i in., 1994; Ścigalska, 1999; Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro, 2002) dotyczące wpływu czynników agrotechnicznych na elementy warunkujące plon owsa.

WNIOSKI

1. Owies nagoziarnisty Akt wykazał niższy o 30% potencjał plonowania niż oplewiony Borowiak. Po usunięciu plewki z ziarna plon formy nagoziarnistej zrównał się z plonem formy oplewionej.
2. Dwutygodniowe opóźnienie wysiewu w stosunku do możliwie najwcześniejszego skutkowało spadkiem plonu ziarna odmiany oplewionej Borowiak o 2%, a odmiany nagoziarnistej Akt o 11%. Zarówno wpływ samego terminu siewu, jak i jego interakcja z odmianą były statystycznie udowodnione.
3. Wykazano istotny wzrost plonu ziarna odmiany Akt pod wpływem zwiększonego wysiewu do 800 ziarniaków na 1 m². Nie udowodniono takiej zależności u oplewionej odmiany Borowiak.
4. Zwiększona gęstość siewu owsa nie rekompensowała skutków obniżki plonu wynikającej z opóźnienia siewu.
5. Opisana reakcja owsa w plonie na badane czynniki agrotechniczne była skutkiem zmniejszenia liczby wiech w łanie i zmniejszenia masy 1000 ziaren pod wpływem opóźnienia siewu, oraz bardzo wysoce korzystnego wpływu gęstego siewu na liczbę pędów produktywnych przy znacznie mniejszym wpływie tego czynnika na obniżkę liczby ziaren w wiesze.

LITERATURA

- Budzyński W., Wróbel E., Dubis B. 1999. Reakcja owsa nagiego na czynniki agrotechniczne. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość* 1 (18): 97 — 103.
- COBORU. 2001. Lista opisowa odmian. COBORU, Słupia Wielka.
- Dzieżyc J., Nowak L., Pużek K. 1997. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 314: 11 — 33.
- Kosieradzka I. 1995. Owies nagi — zboże paszowe. *Drobiarstwo*, 10: 28 — 29.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J. 1997. Termin i gęstość siewu nowych odmian owsa. *IUNG Puławy*: 12 — 24.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1999. Zmiany w plonowaniu, strukturze plonu i budowie przestrzennej łanu dwóch odmian owsa w zależności od gęstości siewu. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość* 1(18): 33 — 37.
- Koźmiński Cz., Michalska B. 1992. Wpływ terminu siewu na plonowanie owsa. *Biul. Inf. ART. Olsztyn*, 33: 105 — 114.
- Mazurek J. 1995. Wczesny siew owsa — wyższe plony. *Agrochemia* 2: 3 — 4.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość* 1 (18): 46 — 52.
- Nita T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki owsa. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość* 1 (18): 186 — 192.
- Noworolnik K., Rybicki J. 1994. Plonowanie mieszanek oraz siewów czystych jęczmienia i owsa w zależności od terminu siewu. *Fragm. Agron.* 4: 67 — 72.
- Piech M., Nita Z., Maciorowski R. 1999. Porównanie plonowania dwóch odmian owsa nieoplewionego z oplewionym przy dwóch poziomach nawożenia azotem. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość*, 1(18): 131 — 136.

- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agron.* 3: 21 — 32.
- Ścigalska B. 1999. Plonowanie odmian owsa w zależności od gęstości siewu w warunkach regionu południowo-wschodniego. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość* 1 (18): 173 — 179.
- Śniady R., Dziwak K., Więclaw A. 1997. Owies nagi — roślina XXI wieku. *Zdrowa żywność* 1 (35): 28.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D. 2002. Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Fragm. Agron.* 2 (74): 71 — 78.
- Wróbel E., Kijora C. 2000. Konkurencyjność jarych zbóż pastewnych na glebie lekkiej. Konferencja naukowa „Konkurencyjność rolnictwa z uwzględnieniem uwarunkowań regionalnych w aspekcie integracji z Unia Europejską. Rzeszów — Zatwarnica: 521 — 526.

WŁADYSŁAW SZEMPLIŃSKI

Katedra Produkcji Roślinnej

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszanym

Yielding of naked and covered oat and spring barley in pure and mixed crops

W latach 2000–2001 przeprowadzono badania, w których określano stopień wylegania, porażenia przez patogeny oraz plonowanie dwóch odmian owsa i jęczmienia jarego (formy nagie i oplewione) uprawianych w siewie czystym oraz w mieszkankach międzyodmianowych i międzygatunkowych. Badania wykazały, że oplewione formy owsa i jęczmienia jarego plonowały istotnie wyżej niż formy nieoplewione. Owies Borowiak plonował o 33% wyżej niż forma nieoplewiona, a plon ziarna jęczmienia oplewionego Rodion był o 23% wyższy niż nieoplewionego. W siewach międzygatunkowych najwyższy poziom plonowania zapewniała mieszanka oplewionych form owsa i jęczmienia jarego, której plon ziarna nie różnił się statystycznie od owsa oplewionego Borowiak, a najniższej mieszanka nagoziarnistych form owsa i jęczmienia. Uprawa zbóż w mieszkankach zmniejszała stopień ich wylegania i porażenia przez patogeny oraz gwarantowała wzrost plonowania od 1,3 do 7,0% w porównaniu ze średnim ważonym plonem komponentów z siewu czystego. Nieoplewione odmiany owsa i jęczmienia jarego wykazywały większą zawartość białka surowego w ziarnie niż oplewione. W ziarnie większości mieszanek następował spadek zawartości białka surowego w porównaniu z siewami czystymi komponentów.

Słowa kluczowe: formy nagie, formy oplewione, jęczmień jary, mieszanki zbożowe, odmiany, owies, plon ziarna, porażenie przez patogeny, wyleganie

Field trials were conducted in 2000–2001 to determine lodging, infection by pathogens and yielding of two cultivars of oat and spring barley each (naked and covered forms) grown as single and mixed crops. The results showed that the yields of the covered forms of oat (cv. Borowiak) and spring barley (cv. Rodion) were higher by 33% and 23% than those of the naked forms (cvs Akt and Rastik, respectively), the differences being significant. The lowest yield was produced by the mixture of the naked forms of oat and barley. Cultivation of the mixed crops resulted in reduction of lodging and of infestation by pathogenic fungi. It could also ensure 1.3 to 7% higher yields, as compared to the average yields of the components, obtained in pure sowing. The grains of naked cultivars of oat and spring barley contained more crude protein than those of the covered forms. In most cases, the content of crude protein was lower in the grains harvested from the mixtures than in those produced by single crops.

Key words: grain yield, lodging, mixtures, naked and covered forms, oat, spring barley, pathogens

WSTĘP

Uproszczenia i koncentracja produkcji zbóż prowadzą do zaburzenia równowagi biologicznej agrocenoz. Jednorodność genetyczna ładu zbóż sprzyja m.in. rozprzestrzenianiu się patogenów (Michalski i Osiecka, 1994) i przyczynia się do spadku ich plonowania. Mieszanki zbożowe poszerzają genetyczną różnorodność roślin w łanie, a przez to pozwalają lepiej wykorzystać przestrzeń produkcyjną, zwiększyć ich zdrowotność oraz produktywność (Kurowski i in., 1998; Michalski i in., 1999 a, b). Uzasadnia to wzrost powierzchni ich uprawy w ostatnich latach.

Wprowadzenie do uprawy nowych kreacji owsa i jęczmienia jarego charakteryzujących się ziarnem pozbawionym plewek (Nita, 1999; COBORU, 2001), a przez to niższą zawartością włókna surowego, a wyższą białka i tłuszczu (Čermák i Moudrý, 1998; Maciejewicz-Ryś i Sokół, 1999; Nita, 1999; Petkov i in., 1999), pozwala szerzej wykorzystać ziarno tych gatunków na cele paszowe i konsumpcyjne (Čermák i Moudrý, 1998; Budzyński, 1999; Maciejewicz-Ryś i Sokół, 1999; Petkov i in., 1999). Jednak plenność form nagoziarnistych w stosunku do odmian oplewionych jest wyraźnie niższa (Dziamba i Rachoń, 1991; Čermák i Moudrý, 1998; Nita, 1999; Piech i in., 1999 a, b; Rudnicki i Wasilewski, 1999; Wróbel i in., 1999). W literaturze naukowej jest mało opracowań dotyczących ich agrotechniki, a zwłaszcza uprawy w mieszankach (Dziamba i Rachoń, 1991; Rudnicki i Wasilewski, 1999). Na podstawie wyników plonowania tych form w siewach czystych można przypuszczać, że ich reakcja na uprawę w mieszankach może być inna niż form oplewionych.

Celem badań było określenie reakcji nagoziarnistych i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego uprawianych w siewach czystych oraz mieszankach międzyodmianowych i międzygatunkowych na stopień wylegania i porażenia przez patogeny oraz ich plonowanie.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2000–2001 w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym „Bałcyny” sp z o.o. w Bałcynach na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny średniej, klasy bonitacyjnej IIIa, zaliczonej do kompleksu 2 (pszenny dobry) rolniczej przydatności gleb. Zasobność gleby w fosfor i potas była wysoka, w magnez średnia (18,4 mg P₂O₅; 17,3 mg K₂O; 5,8 mg Mg/100 g gleby), a jej odczyn lekko kwaśny (pH w 1 M KCl — 6,0).

W doświadczeniu jednoczynnikowym prowadzonym w układzie bloków losowanych, w czterech powtórzeniach, badano następujące gatunki i odmiany zbóż jarych oraz ich mieszanki: A — owies nagi Akt (100%), B — owies oplewiony Borowiak (100%), C — jęczmień nagi Rastik (100%), D — jęczmień oplewiony Rodion (100%), E — owies Akt + owies Borowiak (po 50%), F — owies Akt + jęczmień Rastik (po 50%), G — owies Akt + jęczmień Rodion (po 50%), H — owies Borowiak + jęczmień Rastik (po 50%), I — owies Borowiak + jęczmień Rodion (po 50%), J — jęczmień Rastik + jęczmień Rodion (po 50%).

Masę wysiewu zbóż ustalono w oparciu o parametry jakościowe materiału siewnego, przyjmując dla siewu czystego owsa Akt i Borowiak obsadę po wschodach 550 roślin, jęczmienia jarego Rodion 300 roślin, a jęczmienia jarego Rastik 400 roślin/m². W mieszankach obsada każdej odmiany wynosiła 50% z siewu czystego. Ziarno przed siewem zaprawiono zaprawą nasienną o substancji aktywnej tebuknazyl w preparacie Raxil 02 DS w dawce 200 g/100 kg ziarna.

Przedplonem był ziemniak. Nawożenie fosforowe (70 kg P₂O₅/ha — superfosfat potrójny 46%) i potasowe (100 kg K₂O/ha — sól potasowa 50%) zastosowano przed siewem zbóż. Nawożenie azotowe w dawce 90 kg N/ha stosowano w dwóch terminach: 60 kg N wiosną przed siewem zbóż (saletra amonowa 34%), a 30 kg N pogłównie w końcowej fazie ich krzewienia. Regulację zachwaszczenia wykonano herbicydem o substancji aktywnej tribenuron w preparacie Granstar 75 WG (dawka 20 g/ha) w fazie krzewienia zbóż. Przed zbiorem zbóż przeprowadzono w skali 9-stopniowej bonitację wylegania i porażenia przez patogeny. Z elementów struktury plonu określono liczbę wiech (kłosów) na powierzchni 1 m², liczbę ziaren w wieszce (kłosie) i masę 1000 ziaren. Wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji. Najmniejszą istotną różnicę oszacowano testem T-Duncana.

WYNIKI I DYSKUSJA

Owies w 2000 roku nie wykazywał objawów porażenia przez patogeny, natomiast na roślinach jęczmienia w fazie dojrzałości mleczno-woskowej stwierdzono objawy porażenia plamistością siatkową liści (*Pyrenophora teres* (Died.) Drechs.). Stopień porażenia jęczmienia tym patogenem był mały i w siewie czystym wynosił 8,5 stopnia u odmiany nieoplewionej Rastik i 8 stopni u odmiany Rodion. W mieszaniu obu odmian jęczmienia objawy porażenia były większe od 0,3 do 0,8 stopnia niż w siewie czystym. Porażenie jęczmienia plamistością siatkową w mieszankach z owsem było natomiast wyraźnie mniejsze niż odmian w siewie czystym.

W 2001 roku owies wykazywał objawy porażenia plamistościami liści typowymi dla *Helminthosporium avenae* i *Septoria avenae*, a jęczmień jary mączniakiem prawdziwym zbóż i traw (*Erysiphe graminis* DC.). W siewie czystym porażenie owsa nieoplewionego Akt plamistościami liści wynosiło 7,2 stopnia i było o 1 stopień mniejsze od oplewionej odmiany Borowiak i siewu mieszanego obu odmian (6,2 stopnia). W mieszankach międzygatunkowych z jęczmieniem odnotowano redukcję porażenia tymi patogenami odmiany Borowiak od 1 do 1,3 stopnia, natomiast owies nagoziarnisty Akt wykazywał większe objawy porażenia od 0,5 do 0,7 stopnia niż w siewie czystym. Porażenie roślin jęczmienia jarego mączniakiem prawdziwym wynosiło 8 stopni i było podobne zarówno w siewie czystym, jak i mieszanym obu odmian. W mieszankach międzygatunkowych z owsem porażenie jęczmienia jarego mączniakiem prawdziwym zmniejszyło się od 0,5 do 1 stopnia. Wskazuje to, że udział owsa w mieszankach międzygatunkowych poprawiał zdrowotność roślin jęczmienia w łanie, na co zwracają uwagę także m.in. Kurowski i wsp. (1998) oraz Michalski i Osiecka (1999).

Wyleganie zbóż w latach badań wykazywało wyraźny związek z przebiegiem pogody w okresie wegetacji. W 2000 roku, który był suchy (opady od kwietnia do czerwca były o połowę mniejsze niż średnio w wieloleciu), nie stwierdzono wylegania zbóż. Natomiast w roku 2001, umiarkowanie wilgotnym, owies nie wyległ, a wyleganie roślin obu odmian jęczmienia wynosiło 7,5 stopnia w siewie czystym i zmniejszało się do 8,2 stopnia w siewie mieszanym. W mieszankach międzygatunkowych wyleganie zbóż było zbliżone do wylegania owsa w siewie czystym. Owies, jako gatunek bardziej odporny na wyleganie, w mieszankach z jęczmieniem spełniał funkcję rośliny podporowej. Również Michalski (1991) wskazuje na tendencję mniejszego wylegania zbóż uprawianych w mieszankach (tab. 1).

Tabela 1

Porażenie przez patogeny i wyleganie zbóż jarych
Infestation by fungal pathogens and lodging of spring cereals

Gatunek i odmiana Species and cultivar	Owies Oat	Jęczmień Barley		Wyleganie (skala 9°) Lodging (9° scale) (2001)
	<i>Helminthosporium</i> <i>sp.</i> , <i>Septoria sp.</i>	<i>Pyrenophora teres</i>	<i>Erysiphe graminis</i>	
Owies odm. Akt (100%)	7,2	—	—	9,0
Oat cv. Akt (100%)				
Owies odm. Borowiak (100%)	6,2	—	—	9,0
Oat cv. Borowiak (100%)				
Jęczmień odm. Rastik (100%)	—	8,5	8,0	7,5
Barley cv. Rastik (100%)				
Jęczmień odm. Rodion (100%)	—	8,0	8,0	7,5
Barley cv. Rodion (100%)				
Akt + Borowiak	6,2	—	—	9,0
Akt + Rastik	6,7	8,7	9,0	9,0
Akt + Rodion	6,5	8,5	8,7	9,0
Borowiak + Rastik 1 : 1	7,5	8,7	9,0	9,0
Borowiak + Rodion	7,2	8,7	8,5	8,5
Rastik + Rodion	—	7,7	8,0	8,2

Plony ziarna zbóż uprawianych w siewach czystych wahały się od 42,6 dt/ha (owies nagoziarnisty Akt) do 63,5 dt/ha (owies oplewiony Borowiak). W mieszankach wahania w plonach były mniejsze i wynosiły od 44,9 dt/ha (mieszanka jęczmienia nagoziarnistego Rastik z owsem nagim Akt) do 63,5 dt/ha (mieszanka oplewionych form owsa i jęczmienia). Sposób siewu istotnie różnicował poziom plonowania zbóż. W siewie czystym formy oplewione plonowały istotnie wyżej niż formy nagoziarniste. Owies nagoziarnisty Akt plonował na poziomie 67% plonu owsa oplewionego Borowiak, a plon jęczmienia nagoziarnistego Rastik stanowił 77% plonu jęczmienia oplewionego Rodion. Plenność owsa oplewionego Borowiak była o prawie 10% wyższa niż jęczmienia oplewionego Rodion. Jęczmień nagoziarnisty Rastik przewyższał plonowaniem owies nagoziarnisty Akt o 4,5%, jednak różnica ta nie została potwierdzona statystycznie (tab. 2).

Badania Korony i Szemplińskiego (1996), Rudnickiego i Wasilewskiego (1999) oraz Wróbla i wsp. (1999) również wskazują na wyższą konkurencyjność owsa oplewionego w stosunku do jęczmienia oplewionego. W badaniach Noworolnika i Leszczyńskiej (1999)

jęczmień wykazywał większą konkurencyjność na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, a owies na glebie kompleksu żytniego słabego. Z badań Piecha i in. (1999 b) oraz Rudnickiego i Wasilewskiego (1999) wynika, że owies nieoplewiony Akt ustępował plennością odmianie oplewionej Bajka o 35%. Wróbel i wsp. (1999) dowiedli, że na glebie kompleksu żytniego słabego owies nagi Akt ustępował o 12% produktywności owsa oplewionego German. Nita (1999) podaje, że w doświadczeniach COBORU owies nagi Akt plonował o prawie 13% niżej od wzorca oplewionych form owsa, natomiast po uwzględnieniu plonu ziarna obłuskanego plennością ustępował tylko odmianie Bajka. W badaniach czeskich (Čermák i Moudrý, 1998) plenność owsa nieoplewionego odmiany Adam była również niższa, średnio o 28%, od oplewionej odmiany Zlaták. Natomiast Dziamba i Rachoń (1991) badając plenność nagich i oplewionych form jęczmienia jarego wykazali, że formy nagoziarniste ustępowały w tym względzie odmianom oplewionym średnio o 20%. W badaniach COBORU, przeprowadzonych latach 1999–2001 w ramach porejestrowego doświadczenia odmianowego (PDO), odmiana nagoziarnista Rastik uprawiana w warunkach wysokiego poziomu agrotechniki plonowała od 6 do 17% niżej od wzorca zbiorowego odmian jęczmienia jarego (COBORU, 2001).

Tabela 2

Plonowanie owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszkach (średnio 2000–2002)
Yield of oat and spring barley in pure and mixed crops (mean 2000–2002)

Gatunek i odmiana Species and cultivar	Plon ziarna Grain yield (dt/ha)	Wzrost plonowania w stosunku do siewu czystego (%) Increase of yield in relation to pure sowing (%)
Owies odm. Akt (100%) Oat cv. Akt (100%)	42,6	—
Owies odm. Borowiak (100%) Oat cv. Borowiak (100%)	63,5	—
Jęczmień odm. Rastik (100%) Barley cv. Rastik (100%)	44,5	—
Jęczmień odm. Rodion (100%) Barley cv. Rodion (100%)	57,9	—
Akt + Borowiak	56,7	7,0
Akt + Rastik	44,9	3,2
Akt + Rodion	53,6	6,8
Borowiak + Rastik	54,7	1,3
Borowiak + Rodion	63,5	4,6
Rastik + Rodion	52,3	2,1
NIR _(P = 0,05) LSD _(P = 0,05)	3,7	—

Mieszanki międzyodmianowe i międzygatunkowe zapewniały wzrost plonowania w porównaniu z wartościami oczekiwanymi, wyliczonymi z plonów komponentów uzyskanych w siewach czystych, od 1,3 do 7,0%. Najwyższym poziomem plonowania charakteryzowała się mieszanka oplewionych form owsa i jęczmienia (63,5 dt/ha), której plon ziarna był o 4,6% wyższy od średniego plonu tych gatunków w siewie czystym. Największy wzrost plonowania w porównaniu z siewem czystym, w wartościach względnych — 7%, uzyskała mieszanka nagich i oplewionych form owsa. Najniższy przyrost plonu,

w wartościach względnych — 1,3%, zapewniała mieszanka owsa oplewionego Borowiak z jęczmieniem nagim Rastik (tab. 2).

Na podobną zależność plonowania mieszanki jęczmienia jarego i owsa zwracają uwagę Piech i wsp. (1999 a), gdzie najwyższy plon ziarna uzyskała mieszanka owsa oplewionego z jęczmieniem oplewionym, który kształtował się na poziomie owsa oplewionego uprawianego w siewie czystym. W badaniach Rudnickiego i Wasilewskiego (1999) mieszanka owsa oplewionego z jęczmieniem oplewionym plonowała o 17% niżej niż owies, natomiast poziom plonowania mieszanki jęczmienia oplewionego z owsem nagim był podobny do plonowania owsa nagiego. Badania Wróbla i in. (1999) wykazały, że uprawa mieszanek jęczmienia oplewionego z owsem oplewionym i nagoziarnistym była od 2 do 12% mniej korzystna w stosunku do siewów jednogatunkowych owsa oplewionego, a najplenniejsze były mieszanki z udziałem owsa oplewionego. W badaniach Działby i Rachonia (1991) mieszanki nagich i oplewionych form jęczmienia jarego nie różniły się w sposób istotny plonem ziarna od odmian w siewie czystym. Wynika z nich równocześnie, że udział odmian nagoziarnistych w mieszankach nie powinien przekraczać 50% normy wysiewu.

Liczba wiech (kłosów) na jednostce powierzchni była zmienna u poszczególnych gatunków i wynikała z gęstości siewu oraz ich udziału w wysiewie. Z odmian owsa, pomimo takiej samej gęstości siewu, wyraźnie lepszą krzewistość oraz większą liczbę wiech na jednostce powierzchni wykazywała oplewiona odmiana Borowiak; ich liczba była o 23% większa w porównaniu z nieoplewioną odmianą Akt. W siewie mieszanym tych odmian liczba wiech przed zbiorem była zbliżona do średniej ich wartości wynikającej z siewów czystych. Jęczmień oplewiony Rodion wykazywał o 14% większą zwartość kłosów w łanie niż forma nagoziarnista Rastik. Wynikało to z lepszej krzewistości roślin odmiany oplewionej, pomimo, że zarówno masa wysiewu, jak i liczba roślin po wschodach odmiany nagoziarnistej były wyraźnie większe. W siewie mieszanym jęczmienia uzyskano przed zbiorem podobną liczbę kłosów, jak w siewie czystym odmiany oplewionej. W siewie współrzędnym zmniejszała się, w porównaniu z siewem czystym, liczba wiech owsa w łanie, natomiast liczba kłosów jęczmienia była zbliżona do średniej ich wartości uzyskanej w siewie czystym.

Liczba ziaren w wiesze owsa nagiego Akt była o 13% większa niż w wiesze owsa oplewionego Borowiak. Jęczmień nagi Rastik wykazywał o 2,5% większą liczbę ziaren w kłosie niż odmiana oplewiona Rodion. Uprawa jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego w mieszankach międzyodmianowych oraz międzygatunkowych z owsem nie różnicowała liczby ziaren w kłosie w porównaniu z siewem czystym.

Formy nagoziarniste owsa i jęczmienia charakteryzowały się drobniejszym ziarnem niż formy oplewione. Masa 1000 ziaren owsa Akt była o ponad 17% mniejsza niż formy oplewionej Borowiak. U jęczmienia różnica ta była mniejsza i wynosiła zaledwie 2% na niekorzyść formy nagiej Rastik. Owies nagi Akt w mieszankach z jęczmieniem zmniejszał istotnie liczbę ziaren w wiesze, a zwiększał masę 1000 ziaren, natomiast Borowiak wykazywał tendencję zmniejszania się liczby ziaren w wiesze, a masa 1000 ziaren nie różniła się istotnie od siewu czystego (tab. 3).

Tabela 3

Elementy składowe plonu ziarna owsa i jęczmienia jarego w zależności od ich udziału w wysiewie
Yield components of oat and spring barley in relation to their share in the mixtures

Sposób siewu Type of sowing	Liczba wiech (kłosów) na 1 m ² Number of panicles (ears) per 1 m ²	Liczba ziaren w wieszce (kłosie) Number of grains in panicle (ear)	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains (g)
owies odm. Akt oat cv. Akt			
Owies Akt (100%)	451	58,4	26,9
Oat Akt			
Owies Akt + Borowiak	518	57,1	29,4
Oat Akt + Borowiak			
Owies Akt + jęczmień Rastik 1 : 1	190 + 271	47,3	29,5
Oat Akt + barley Rastik			
Owies Akt + jęczmień Rodion	207 + 319	49,1	28,8
Oat Akt + barley Rodion			
NIR; LSD _(0,05)	—	7,7	1,0
owies odm. Borowiak oat cv. Borowiak			
Owies Borowiak (100%)	554	51,6	37,1
Oat Borowiak			
Owies Borowiak + Akt	518	57,1	34,8
Oat Borowiak + Akt			
Owies Borowiak + jęczmień Rastik 1 : 1	239 + 241	47,0	36,1
Oat Borowiak + barley Rastik			
Owies Borowiak + jęczmień Rodion	233 + 315	49,4	37,6
Oat Borowiak + barley Rodion			
NIR — LSD _(0,05)	—	5,9	1,2
jęczmień odm. Rastik barley cv. Rastik			
Jęczmień Rastik (100%)	539	20,4	45,8
Barley Rastik			
Jęczmień Rastik + Rodion	621	20,2	44,4
Barley Rastik + Rodion			
Jęczmień Rastik + owies Akt 1 : 1	271 + 190	20,5	47,1
Barley Rastik + oat Akt			
Jęczmień Rastik + owies Borowiak	241 + 239	20,4	45,1
Barley Rastik + oat Borowiak			
NIR — LSD _(0,05)	—	r.n. — n.s.	0,8
jęczmień odm. Rodion barley cv. Rodion			
Jęczmień Rodion (100%)	617	19,9	46,5
Barley Rodion			
Jęczmień Rodion + Rastik	621	20,2	45,6
Barley Rodion + Rastik			
Jęczmień Rodion + owies Akt 1 : 1	319 + 207	19,9	48,1
Barley Rodion + oat Akt			
Jęczmień Rodion + owies Borowiak	315 + 233	20,2	48,0
Barley Rodion + oat Borowiak			
NIR — LSD _(0,05)	—	r.n. — n.s.	1,2

W mieszaninie owsa odmiana Akt zwiększała, a odmiana Borowiak zmniejszała masę 1000 ziaren w porównaniu z ich siewem czystym. Masa 1000 ziaren odmiany Rodion w mieszance z jęczmieniem Rastik była statystycznie podobna jak w siewie czystym, natomiast Rastik w mieszance z Rodionem istotnie zmniejszał wartość tej cechy. W siewie międzygatunkowym z owsem masa 1000 ziaren jęczmienia oplewionego Rodion istotnie wzrastała w stosunku do siewu czystego, a jęczmienia nagoziarnistego istotnie wzrastała tylko w mieszance z owsem nagim Akt, natomiast w mieszance z owsem oplewionym była podobna jak w siewie czystym.

Odmiany nagoziarniste cechowały się znacznie większą zawartością białka surowego w ziarnie niż formy oplewione (tab. 4). Różnica ta na korzyść form nagoziarnistych, w wartościach bezwzględnych, wynosiła 3% dla owsa i 2,6% dla jęczmienia. Na wyższą zawartość białka w ziarnie form nagich tych gatunków zwracają uwagę także inni autorzy (Dziamba i Rachoń, 1991; Nita, 1999; Petkov i in., 1999; Wróbel i in., 1999).

Tabela 4

Zawartość białka w ziarnie owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszkach
Protein content in grain of oat and spring barley in pure and mixed crops

Gatunek i odmiana Species and cultivar	Białko surowe Crude protein (%)	Wzrost (+) lub spadek (-) w stosunku do siewu czystego (%) Increase (+) or decrease (-) in relation to pure sowing (%)
Owies odm. Akt (100%)	15,1	—
Oat cv. Akt (100%)		
Owies Borowiak (100%)	12,1	—
Oat Borowiak (100%)		
Jęczmień odm. Rastik (100%)	15,8	—
Barley cv. Rastik (100%)		
Jęczmień odm. Rodion (100%)	13,2	—
Barley cv. Rodion (100%)		
Akt + Borowiak	13,5	-0,7
Akt + Rastik	15,2	-1,6
Akt + Rodion	13,8	-2,5
Borowiak + Rastik 1 : 1	14,4	+3,2
Borowiak + Rodion	12,7	+0,4
Rastik + Rodion	14,3	-1,4

W mieszkach jednogatunkowych zawartość białka w ziarnie była niższa, w wartościach względnych o 0,7% u owsa i 1,4% u jęczmienia, w stosunku do zawartości tego składnika uzyskanego w ziarnie z siewów czystych. W mieszkach międzygatunkowych owsa nagiego Akt z jęczmieniem nagim i oplewionym następował spadek, w wartościach względnych odpowiednio o 1,6 i 2,5%, zawartości białka surowego w ziarnie. W mieszance owsa oplewionego Borowiak z jęczmieniem (nagim i oplewionym) zawartość białka w ziarnie była o 0,4 i 3,2% wyższa w porównaniu ze średnią zawartością tego składnika uzyskaną w siewie czystym komponentów. W literaturze (Dziamba i Rachoń, 1991) podkreśla się, że w mieszkach wzrasta w ziarnie zawartość białka w stosunku do siewów czystych komponentów.

WNIOSKI

1. Owies oplewiony Borowiak plonował o prawie 10% wyżej niż jęczmień oplewiony Rodion, a jęczmień nagoziarnisty Rastik o ponad 4% wyżej niż owies nagi Akt.
2. Nieoplewione formy owsa i jęczmienia jarego plonowały istotnie niżej niż formy oplewione. Owies Akt plonował o 33% niżej niż forma oplewiona, a plon ziarna jęczmienia nagego Rastik był o 23% mniejszy niż oplewionego.
3. W siewach międzygatunkowych najwyższy poziom plonowania, w wartościach bezwzględnych, zapewniała mieszanka oplewionych form owsa i jęczmienia jarego, której plon ziarna nie różnił się statystycznie od owsa oplewionego Borowiak, a najniżej mieszanka nagoziarnistych form owsa i jęczmienia.
4. Uprawa zbóż w mieszankach zmniejszała stopień ich wylegania i porażenia przez patogeny oraz gwarantowała wzrost plonowania, w wartościach względnych od 1,3 do 7,0%, w porównaniu ze średnim ważonym plonem komponentów z siewu czystego.
5. Nieoplewione odmiany owsa i jęczmienia jarego wykazywały większą zawartość białka surowego w ziarnie niż oplewione. W ziarnie większości mieszanek następował spadek zawartości białka surowego w porównaniu z siewami czystymi komponentów.

LITERATURA

- Budzyński W. 1999. Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne — przegląd wyników badań krajowych. Żywność, nauka, technologia, jakość. Supl., PTTŻ Kraków, 1: 11 — 25.
- COBORU. 2001. Wyniki plonowania odmian w doświadczeniach porejestrowych. Zboża, rzepak 2001. Słupia Wielka: 1 — 17.
- Čermák B., Moudrý J. 1998. Comparison of grain yield and nutritive value of naked and husked oats. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricult. 66: 89 — 98.
- Dziamba Sz., Rachoń L. 1991. Produktowność nagoziarnistych i oplewionych odmian jęczmienia jarego uprawianych w siewie czystym i mieszankach. Fragm. Agron. 1: 94 — 100.
- Korona E., Szempliński W. 1996. Konkurencyjność rolnicza jarych zbóż pastewnych. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricult. 63: 177 — 183.
- Kurowski T. P., Nowicki J., Wanic M. 1998. Choroby jęczmienia jarego i owsa uprawianych w siewie czystym i mieszankach. Fragm. Agron. 4: 25 — 35.
- Maciejewicz-Ryś J., Sokół K. 1999. Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego (*Avena sativa* L.) i nagoziarnistego (*Avena sativa* var. *nuda*). Żywność, nauka, technologia, jakość. Supl., PTTŻ Kraków, 1: 273 — 278.
- Michalski T. 1991. Rozwój i plonowanie jęczmienia jarego i owsa w siewie czystym i w mieszankach. Rocz. AR Poznań, CCXXVI: 113 — 121.
- Michalski T., Osiecka B. 1999. Porównanie skuteczności ograniczania chorób jęczmienia i owsa poprzez uprawę w mieszankach oraz chemiczną ochronę. W: Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach. Ogólnopolska Konf. Nauk. AR Poznań 2–3 grudnia: 68 — 69.
- Michalski T., Weber Z., Gołębiak B. 1999 a. Skuteczność ograniczania chorób zbóż jarych przez uprawę w mieszankach w latach 1996–1999. W: Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach. Ogólnopolska Konf. Nauk. AR Poznań 2–3 grudnia: 72 — 73.
- Michalski T., Weber Z., Horoszkiewicz J. 1999 b. Porównanie plonowania mieszanki jęczmienia z owsem, pszenicą oraz pszenżytem z ich siewami czystymi. W: Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach. Ogólnopolska Konf. Nauk. AR Poznań 2–3 grudnia: 74 — 75.
- Nita Z. T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. Żywność, nauka, technologia, jakość. Suplem., PTTŻ Kraków, 1: 186 — 192.

- Noworolnik K., Leszczyńska D. 1999. Konkurencyjność owsa względem jęczmienia w siewie mieszanym. *Żywność, nauka, technologia, jakość. Supl., PTTŻ Kraków*, 1: 126 — 130.
- Petkov K., Piech M., Łukaszewski Z., Kowieska A. 1999. Porównanie składu chemicznego i wartości pokarmowej owsa nieoplewionego i oplewionego. *Żywność, nauka, technologia, jakość. Supl., PTTŻ Kraków*, 1: 253 — 259.
- Piech M., Nita Z., Stankowski S. 1999 a. Porównanie plonowania mieszanek jęczmienia z owsem nieoplewionym i oplewionym. *Żywność, nauka, technologia, jakość. Supl., PTTŻ Kraków*, 1: 131 — 136.
- Piech M., Nita Z., Maciorowski R. 1999 b. Porównanie plonowania dwóch odmian owsa nieoplewionego z oplewionym przy dwóch poziomach nawożenia azotem. *Żywność, nauka, technologia, jakość. Supl., PTTŻ Kraków*, 1: 137 — 141.
- Wróbel E., Budzyński W., Dubis B. 1999. Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna efektywność uprawy owsa i jęczmienia jarego na glebie lekkiej. *Żywność, nauka, technologia, jakość. Supl., PTTŻ Kraków*, 1: 166 — 172.

MARIAN PIECH¹**ROBERT MACIOROWSKI**¹**KRUM PETKOV**²¹Katedra Biometrii i Doświadczalnictwa²Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa
Akademia Rolnicza w Szczecinie

Plon ziarna i składników pokarmowych nieoplewionych i oplewionych odmian owsa oraz jęczmienia jarego w siewie czystym i w mieszance

The yield of grain and nutritive components of naked and hulled oat varieties and of spring barley in pure sowing and in mixed crops

Materiał badawczy stanowiło ziarno z doświadczenia polowego przeprowadzonego w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego i w Strzelcach k. Kutna w latach 1998–1999. Obejmowało ono 7 obiektów: dwie odmiany owsa nieoplewionego (Akt i ród STH 296), odmianę oplewioną Bajka, jęczmień Rataj oraz mieszanki jęczmienia z każdą z odmian owsa. Plon białka, tłuszczu, aminokwasów egzogennych (lizyna, metionina, cystyna, treonina) oraz energii metabolicznej dla świń uzyskano w oparciu o plon ziarna, jego skład chemiczny oraz ocenę strawności dla świń metodą bilansową, która posłużyła do wyliczenia energii metabolicznej. Plon składników pokarmowych: białka ogółem, tłuszczu surowego, aminokwasów ograniczających (lizyna, metionina, cystyna, treonina) oraz plon energii metabolicznej uzyskiwany z ziarna mieszanek jęczmienia z odmianami nieoplewionymi owsa Akt i STH 296 był z reguły niższy niż z mieszanki jęczmienia z odmianą oplewioną Bajka, a jedynie plon tłuszczu był wyższy o 24–34%. Głównym czynnikiem ograniczającym zastosowanie odmian nieoplewionych owsa do uprawy w mieszankach z jęczmieniem jest niski plon ziarna oraz dominacja wagowa w tych mieszankach jęczmienia. W porównaniu z odmianą oplewioną Bajka odmiany nieoplewione owsa w siewie czystym dawały: wyższy plon białka o 2% (Akt) i o 11% (STH 296), wyższy plon tłuszczu o 55% (Akt) i 40% (STH 296), podobny plon aminokwasów ograniczających i energii metabolicznej. Przeprowadzone badania wskazują na wysoką przydatność paszową odmian nieoplewionych owsa uprawianych w siewie czystym, natomiast odmiany te nie są konkurencyjne dla odmian oplewionych w uprawie w mieszankach z jęczmieniem, przeznaczonych do żywienia świń.

Słowa kluczowe: energia metaboliczna dla świń, jęczmień, mieszanki, owies nieoplewiony, plon ziarna, skład aminokwasowy, zawartość białka, zawartość tłuszczu

The grain harvested in the field experiment carried out in 1997–1999 at two stations (Lipnik and Strzelce) was evaluated. The experiment included 7 objects: two naked oat varieties (Akt and STH

296), hulled oat var. Bajka, barley var. Rataj, and mixtures of each of the oat varieties with barley. The yields of: total protein, crude oil, essential amino acids (lysine, methionine, cysteine, threonine) and metabolizable energy were estimated based on the grain yield, chemical composition of grain and digestibility for pigs. The yields of nutritive components (total protein, oil, essential amino acids) and the yield of metabolizable energy of naked oats mixed with barley were lower than those of hulled oats mixed with barley. Only the oil yield was higher by about 24–34%. The main factor limiting the usefulness of the naked oat varieties mixed with barley is a low yield of grains and domination of the barley grains in these mixtures. The naked oat varieties, as compared with a hulled var. Bajka, showed a higher protein content by 2% (Akt) and 11% (STH 296), a higher oil content by 55% (Akt) and 40% (STH 296), as well as similar amino acids and metabolizable energy yields. The results confirmed the high nutritive value of the naked oats cultivated in pure sowing, whereas these varieties are not as valuable as the hulled ones cultivated in the mixtures with barley.

Key words: amino acid composition, barley, grain yield, lipid content, metabolizable energy, pigs, mixtures, naked oat, protein content

WSTĘP

W ostatnich 30 latach areal uprawy jarych mieszanek zbożowych systematycznie wzrastał kosztem owsa uprawianego w siewie czystym. Od roku 1995 powierzchnia uprawy się ustabilizowała i mieszanki zajmują ok. 1,5 mln ha, czyli ok. 17% powierzchni zbóż ogółem, a owies w siewie czystym tylko ok. 6,2%. Według tradycyjnych poglądów na uprawę mieszanek, są one przykładem ekstensywnego rolnictwa, typowego dla gospodarstw niskotowarowych. Nowe poglądy na systemy gospodarowania w rolnictwie w znacznie szerszym stopniu akcentują charakter proekologiczny rolnictwa, traktując ekosystemy rolnicze jako fragment naturalnego otoczenia człowieka. Stąd trendy do większego zróżnicowania upraw polowych, wykorzystania regionalnych gatunków, stosowania mieszanek i mieszanin oraz szerszego wprowadzenia rolnictwa zintegrowanego pozwalającego jak najbardziej zamknąć obieg energii i materii w obrębie jednego gospodarstwa.

Mieszanki zbożowe uprawiane są wyłącznie na paszę, dlatego ziarno powinno charakteryzować się dużą wartością paszową, a więc wysoką zawartością pełnowartościowego białka i wysoką wartością energetyczną (Kuś, 1999; Michalski i in., 2000). Najczęściej uprawia się mieszanki jęczmienia z owsem, które zawierają stosunkowo mało białka oraz dość dużo włókna, stąd próby komponowania mieszanek trójskładnikowych z dodatkiem pszenicy (Leszczyńska i Noworolnik, 2000). Innym rozwiązaniem mogłaby być uprawa mieszanek jęczmienia z owsem nieoplewionym.

Zrejonizowana w 1997 roku odmiana nieoplewiona owsa Akt cieszy się dużym zainteresowaniem rolników i areal jej uprawy systematycznie wzrasta. W 2000 roku zajmowała ona ok. 19% powierzchni plantacji nasiennych owsa. Według Valentina (1995), Maciejewicz-Ryś i Sokół (1999), Petkova i wsp. (2001) oraz badań odmianowych COBORU (Zych, 2000) owies nieoplewiony zawiera więcej tłuszczu i białka o korzystniejszym składzie aminokwasowym niż owies oplewiony. Dlatego też forma nagoziarnista ma wyższą energię metaboliczną. Wadą owsa nieoplewionego jest niższy plon ziarna w porównaniu z owsem oplewionym, nawet po uwzględnieniu zawartości łuski (Budzyński, 1999; Wróbel i in., 1999; Piech i in., 2001 a; Zych, 2000).

Celem niniejszego opracowania było porównanie wartości mieszanek jęczmienia z owsem nieoplewionym i oplewionym przy uwzględnieniu wydajności zebranego ziarna, zawartości składników pokarmowych i wartości energetycznej oraz plonów tychże składników z jednostki powierzchni uprawy. Chodzi bowiem, o stwierdzenie, czy odmiana owsa nieoplewionego Akt może zastąpić konwencjonalne odmiany oplewione uprawiane w mieszankach z jęczmieniem.

MATERIAŁ I METODY

W niniejszej pracy wykorzystano wyniki plonu ziarna z doświadczenia polowego przeprowadzonego w Lipniku k. Stargardu Szczecińskiego i w Strzelcach k. Kutna z lat 1998–1999 (Piech i in., 2001 b). Obejmowało ono 7 obiektów: dwie odmiany owsa nieoplewionego (zrejonizowaną odmianę Akt i ród STH 296), odmianę oplewioną Bajka, jęczmień Rataj oraz mieszanki jęczmienia z każdą z odmian owsa.

Podstawowy skład chemiczny ziarna oraz zawartość aminokwasów wykonano w Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej, a szczegółową metodykę opisano w pracy Petkova i wsp. (2001). Ocenę strawności przeprowadzono na wieprzkach metodą bilansową bezpośrednią. Energię metaboliczną obliczono wykorzystując równanie Hoffmana i Schiemmanna z poprawkami Möllera i Kirsch-Gessnera (Normy Żywienia Świń, 1993). Plon składników pokarmowych z jednostki powierzchni obliczono jako iloczyn plonu ziarna i zawartego w nim składnika, oddzielnie dla każdej odmiany lub mieszanki, ze zbioru w Lipniku i Strzelcach w latach 1998 i 1999.

Wyniki opracowano statystycznie przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji jako syntezę z dwóch lat dla każdej miejscowości oddzielnie. W przypadku plonu składników pokarmowych do testowania użyto interakcji czynnika z latami. Porównania wielokrotne średnich wykonano przy użyciu procedury Tukeya dla $p = 0,05$.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki przedstawione w tabeli 1 wskazują, że biorąc pod uwagę średni plon ziarna z obu miejscowości w dwóch latach — żadna z mieszanek nie plonowała wyżej niż jej komponenty uprawiane w siewie czystym. Plon ziarna mieszanek był zbliżony do tego komponentu, który plonował wyżej w siewie czystym. Najwyżej plonowała mieszanka z udziałem owsa oplewionego Bajka (62,4 dt/ha), natomiast mieszanki, w których komponentem były odmiany nieoplewione, plonowały o około 10 dt/ha niżej. Po uwzględnieniu zawartości łuski, której średnia zawartość u odmiany nieoplewionej Bajka wynosiła 25%, wszystkie mieszanki plonowały na zbliżonym poziomie. W mieszankach z owsem nieoplewionym udział wagowy owsa wynosił od 28 do 47%, zależnie od miejscowości i lat badań, natomiast w mieszance z odmianą nieoplewioną Bajka — był większy i kształtował się w granicach od 56 do 76%. Odmiana Bajka plonowała wyżej niż odmiany nagoziarniste owsa, średnio o 17 dt/ha, a po przeliczeniu na plon ziarna bez łuski plony odmian były podobne.

Tabela 1

Plon ziarna odmian owsa w czystym siewie i w mieszankach (dt/ha) i udział procentowy ziarna owsa w mieszance

The grain yield (dt/ha) of oat varieties in pure sowing and in mixtures with barley and percentage of oat grain in the mixtures

Odmiany Varieties		Lipnik			Strzelce			$\bar{X}$
		1998	1999	$\bar{X}$	1998	1999	$\bar{X}$	
Akt (n.o.)	dt/ha	38,1	40,6	39,4	71,9	44,7	58,3	48,8
STH296 (n.o.)	dt/ha	36,8	38,5	37,7	67,4	47,7	57,6	47,6
Bajka (op.)	dt/ha	57,6	56,0	56,8	86,2	57,3	71,7	64,3
Bajka (b.p.)	dt/ha	43,2	40,3	41,8	67,4	41,3	54,4	48,1
Rataj	dt/ha	44,9	51,2	48,0	75,6	51,7	63,6	55,8
Akt + Rataj	dt/ha	43,7	46,9	45,3	71,2	48,6	59,9	52,6
w tym Akt	(%)	28,5	47,2	37,8	39,0	42,5	40,8	39,3
STH296 + Rataj	dt/ha	42,5	47,7	45,1	71,6	49,9	60,8	52,9
w tym STH296	(%)	31,8	50,1	41,0	31,1	37,6	34,4	37,7
Bajka + Rataj	dt/ha	46,4	54,7	50,6	86,5	61,8	74,1	62,4
w tym Bajka	(%)	55,8	58,7	57,2	76,0	64,0	70,0	63,6
Bajka (b.p.) + Rataj	dt/ha	39,6	45,8	42,7	72,0	51,7	61,8	52,3
$\bar{X}$		44,3	48,0	46,1	75,8	51,7	63,7	53,2
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}		5,13	9,23	3,50	7,51	3,48	3,50	2,47

n.o. — Nieoplewiona naked

op. — Oplewiona hulled

b.p. — Bez plewki without hull

Ziarno mieszanek jęczmienia z odmianami nieoplewionymi owsa, w porównaniu z mieszanką jęczmienia z odmianą oplewioną owsa, zawierało więcej białka ogółem o 10 do 16 g w 1 kg ziarna, i tłuszczu surowego o 15 do 18 g, oraz zawierało 2,5-krotnie mniej włókna (tab. 2). Zawartość aminokwasów lizyny, metioniny, cystyny i treoniny była wyższa w ziarnie mieszanek z udziałem odmian nieoplewionych, jednak względny udział tych aminokwasów w białku ogółem, z wyjątkiem cystyny, zmniejszył się w porównaniu z mieszanką z udziałem odmiany oplewionej owsa. Mieszanki z udziałem odmiany nieoplewionej STH 296 miały korzystniejszy skład, z wyjątkiem zawartości włókna, niż mieszanki z odmianą nieoplewioną Akt. Energia metaboliczna mieszanek jęczmienia z owsem nieoplewionym była o 1,6 MJ/kg wyższa w porównaniu z mieszankami z odmianą oplewioną owsa.

Ziarno odmian nieoplewionych owsa w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka charakteryzowało się wyższą zawartością białka ogółem o 29 do 41 g na 1 kg ziarna i tłuszczu surowego o 37 do 43 g, oraz ponad 4-krotnie mniejszą zawartością włókna. W związku z tym energia metaboliczna ziarna tych odmian była wyższa o około 3,5 MJ/kg ziarna. Odmiany nieoplewione zawierały więcej aminokwasów w porównaniu z odmianą oplewioną, jednak względny udział lizyny i metioniny w ziarnie był mniejszy, natomiast udział cystyny i treoniny był większy. Ziarno odmian nieoplewionych owsa charakteryzowało się lepszym składem pokarmowym oraz wyższą o 3,5 MJ/kg energią metaboliczną w porównaniu z ziarnem jęczmienia. Skład aminokwasowy odmian nieoplewionych, z wyjątkiem metioniny, był także korzystniejszy. Różne warunki siedliska związane z daną miejscowością i rokiem zbioru roślin, wywoływały największe różnice

w zawartości białka w ziarnie, aminokwasów treoniny i lizyny, a najbardziej stabilną cechą okazała się energia metaboliczna.

Tabela 2

Zawartość składników pokarmowych w ziarnie owsa (g/kg ziarna, 86% s.m.) oraz energia metaboliczna (EM) dla świń (MJ/kg ziarna)
The chemical composition of oat grain (g/kg grain, 86% d.m.) and metabolizable energy (EM) for pigs (MJ/kg grain)

Wariant Treatment		Białko ogółem Total protein	Tłuszcz surowy Crude Oil	Włókno surowe Crude fibre	Lizyna Lysine	Metionina Methionine	Cystyna Cysteine	Treonina Threonine	EM
odmiany i mieszanki varieties and mixtures									
Akt		116,5	83,9	18,3	4,88	1,85	3,12	4,17	15,1
STH 296		128,8	77,5	23,8	4,93	1,83	3,17	4,49	14,8
Bajka		87,8	40,6	94,4	3,83	1,57	2,12	2,99	11,5
Rataj		98,8	20,7	43,8	3,42	2,12	2,24	3,30	12,9
Akt + Rataj		102,3	46,0	32,5	3,73	1,83	2,81	3,64	13,6
STH 296 + Rataj		108,2	48,9	35,7	3,84	1,92	2,85	3,64	13,5
Bajka + Rataj		92,4	31,4	80,1	3,63	1,72	2,14	3,24	11,9
miejscowość i rok locality and year									
Lipnik	1998	98,2	42,5	49,1	3,61	1,97	2,66	2,61	13,2
	1999	92,8	53,9	49,4	3,79	1,61	2,79	3,77	13,3
Strzelce	1998	123,7	50,5	42,8	4,84	1,91	2,54	4,39	13,5
	1999	114,7	54,1	44,2	4,24	1,88	2,46	4,23	13,5

Plon białka mieszanki jęczmienia z odmianą nieoplewioną owsa STH 296 był zbliżony do mieszanki z owsem oplewionym Bajka (tab. 3). Mieszanka z odmianą nieoplewioną Akt dawała o około 7% niższy plon białka niż mieszanka z odmianą STH 296. Tendencje te utrzymywały się w obu miejscowościach i latach badań. Mieszanka jęczmienia z odmianą Bajka dawała wyższy plon białka niż komponenty mieszanki w siewie czystym, natomiast mieszanka odmiany Akt z jęczmieniem — nieznacznie niższy. Mieszanka z udziałem odmiany nieoplewionej STH 296 dawała plon białka pośredni między plonem komponentów w siewie czystym. W siewie czystym najwyższy plon białka uzyskano z odmiany nieoplewionej STH 296, średnio o 11% wyższy w porównaniu z odmianą oplewioną.

Plon tłuszczu uzyskany mieszanek z udziałem odmian nieoplewionych owsa był wyższy od 24 do 34% w porównaniu z mieszanką z udziałem odmiany Bajka (tab. 3). Plon tłuszczu zawartego w ziarnie mieszanek był zbliżony do średniego plonu obu komponentów w siewie czystym. Z porównania plonu tłuszczu odmian uprawianych w siewie czystym wynika, że odmiany nieoplewione owsa plonowały wyżej o 40 do 55% niż odmiana oplewiona Bajka. Tendencje te utrzymywały się niezależnie od warunków siedliska.

Tabela 3

Plon składników pokarmowych oraz energii metabolicznej dla świń
The yields of nutrients and metabolizable energy for pigs

Wariant Treatment	Lipnik			Strzelce			$\bar{X}$
	1998	1999	$\bar{X}$	1998	1999	$\bar{X}$	
plon białka (kg/ha) total protein yield (kg/ha)							
Akt	382	411	397	917	549	733	565
STH 296	448	406	427	1000	612	806	617
Bajka	467	437	452	829	507	668	560
Rataj	428	421	425	813	530	672	548
Akt + Rataj	404	417	410	803	550	676	543
STH 296 + Rataj	400	438	419	927	586	757	588
Bajka + Rataj	399	439	419	908	575	741	580
$\bar{X}$	418	424	421	885	558	722	571
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	ns		ns	43,1		137,4	
plon tłuszczu (kg/ha) oil yield (kg/ha)							
Akt	299	351	325	530	343	436	381
STH 296	233	332	283	450	382	416	349
Bajka	217	224	221	344	224	284	252
Rataj	83	99	91	153	115	134	113
Akt + Rataj	134	233	183	341	267	304	244
STH 296 + Rataj	148	238	193	394	277	335	264
Bajka + Rataj	120	172	146	291	200	246	196
$\bar{X}$	176	236	206	358	258	308	257
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	35,4		112,8	44,5		141,4	
plon aminokwasów(lizyna, metionina, cystyna, treonina) (kg/ha) amino acids yield (kg/ha)							
Akt	48,2	51,0	49,6	105,5	62,3	83,9	66,8
STH 296	47,0	51,8	49,4	106,3	66,6	86,5	67,9
Bajka	52,1	54,8	53,4	101,6	61,3	81,5	67,5
Rataj	42,2	56,1	49,2	84,9	59,9	72,4	60,8
Akt + Rataj	47,8	53,6	50,7	88,9	60,0	74,5	62,6
STH 296 + Rataj	45,0	56,4	50,7	98,3	61,0	79,6	65,2
Bajka + Rataj	40,7	59,7	50,2	101,4	66,2	83,8	67,0
$\bar{X}$	46,2	54,8	50,5	98,1	62,5	80,3	65,4
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	5,8		ns	6,1		ns	
plon energii metabolicznej dla świń (GJ/ha) metabolizable energy yield (GJ/ha)							
Akt	54,5	58,9	56,7	102,8	63,8	83,3	70,0
STH 296	51,9	55,6	53,8	94,7	68,4	81,5	67,6
Bajka	64,5	61,4	63,0	97,0	62,7	79,8	71,4
Rataj	55,5	62,6	59,1	95,4	64,6	80,0	69,5
Akt + Rataj	57,7	61,9	59,8	93,9	64,5	79,2	69,5
STH 296 + Rataj	55,6	62,8	59,2	93,2	66,5	79,8	69,5
Bajka + Rataj	54,7	62,6	58,6	99,9	69,5	84,7	71,7
$\bar{X}$	56,3	60,8	58,6	96,7	65,7	81,2	69,9
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	3,46		ns	6,90		ns	

Łączny plon aminokwasów lizyny, metioniny, cystyny i treoniny z jednostki powierzchni mieszanki jęczmienia z owsem oplewionym był o 4 do 7% wyższy niż mieszanki z owsem nieoplewionym. Średni plon aminokwasów obu form owsa w siewie czystym był

zbliżony, przy czym odmiany nieoplewione dawały wyższy plon w Strzelcach, a niższy w Lipniku.

Plon energii metabolicznej dla świń (tab. 3) w przeliczeniu na wartość energetyczną wyrażoną w GJ/ha wykazywał mniejsze zróżnicowanie porównywanych wariantów doświadczenia niż plon poszczególnych składników rozpatrywanych oddzielnie. Plon energii metabolicznej mieszanek jęczmienia z owsem nieoplewionym był niższy o 2,2 GJ/ha w porównaniu z mieszanką z owsem oplewionym. W siewie czystym owies nieoplewiony Akt i oplewiony Bajka przewyższały pod względem plonu energii metabolicznej odmianę nieoplewioną owsa STH 296.

DYSKUSJA

Uzyskane w niniejszych badaniach wyniki potwierdzają bardzo korzystny skład pokarmowy ziarna odmian nagoziarnistych owsa w porównaniu z konwencjonalnymi odmianami oplewionymi. Na szczególną uwagę zasługuje wysoka zawartość tłuszczu i w związku z tym wysoka energia metaboliczna, gdyż zawartość tłuszczu w znacznie większym stopniu niż białko, związki bezazotowe wyciągowe i włókno decyduje o energii zawartej w paszy. Odmiana nieoplewiona Akt w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka charakteryzowała się większym współczynnikiem strawności substancji organicznej o 15,2%, białka ogółem i tłuszczu surowego o 6% i włókna surowego o 22,3% (Petkov i in., 2001). Ponieważ odmiana Akt w czystym siewie w doświadczeniach w Strzelcach ustępowała plennością ziarna naturalnego odmianie Bajka o 18%, ale przewyższała ją plonem ziarna bez plewki o 7% (tab. 1), a także zawartością energii metabolicznej w ziarnie (tab. 2), zatem średni plon energii metabolicznej odmiany Akt był wyższy w porównaniu z Bajką średnio o 4,2 GJ/ha. W Lipniku przy niższym plonie ziarna i mniejszej zawartości składników pokarmowych, gdzie odmiana Akt ustępowała odmianie Bajka także pod względem plonu ziarna bez plewki, jej plon energii metabolicznej dla świń był niższy przeciętnie o 6,3 GJ/ha. Rudnicki i Wasilewski (2000), stosując tzw. jednostki pszenne jako miernik wartości paszowej, stwierdzili niższy o 11% plon przy uprawie odmiany nieoplewionej owsa w porównaniu z odmianą oplewioną. Było to wynikiem o ponad 35% niższego plonowania odmiany nagoziarnistej owsa.

Różnica między plonem ziarna i składników pokarmowych uzyskiwanych z mieszanki jęczmienia z odmianą nieoplewioną Akt i z odmianą oplewioną Bajka kształtowała się odmiennie w obu miejscowościach. W Lipniku mieszanka Rataj + Akt wykazywała przewagę nad mieszanką Rataj + Bajka pod względem plonu ziarna bez łuski (o 2,5 dt/ha) i plonu tłuszczu (o 38 kg/ha). Obie mieszanki miały podobną wydajność energetyczną zebranego ziarna. W Strzelcach mieszanka Rataj + Akt w porównaniu z mieszanką Rataj + Bajka wykazała mniejszy plon ziarna bez łuski (o 2 dt/ha), białka (o 25 kg/ha) i aminokwasów (o 6,8 kg/ha). W końcowym efekcie wydajność energii metabolicznej z 1 ha mieszanki Rataj + Akt była mniejsza w porównaniu z mieszanką Rataj + Bajka, średnio o 5,2 GJ/ha. W drugiej mieszance większy był udział ziarna owsa (70%) niż w mieszance pierwszej (41%), co miało wpływ także na plon energii metabolicznej. Na decydującą rolę konkurencyjności komponentów mieszanki w uzyskiwanym plonie ziarna wskazują prace

Noworolnika i Leszczyńskiej (1999). Wyższy plon składników pokarmowych mieszanek jęczmienia z owsem oplewionym w porównaniu z owsem nieoplewionym uzyskali w swoich badaniach także Rudnicki i Wasilewski (2000).

Rolnicy wykorzystują ziarno mieszanek zbożowych praktycznie wyłącznie we własnym gospodarstwie, dlatego przed podjęciem decyzji o składzie mieszanki powinni wziąć pod uwagę inne czynniki przemawiające na korzyść odmian nieoplewionych owsa np. ze względu na zawartość łuski mniejsze koszty transportu, oszczędność energii na śrutowanie ziarna. Jednakże biorąc pod uwagę obecny poziom plonowania ziarna i składników pokarmowych nie wydaje się celowe szersze zastępowanie nimi odmian oplewionych w mieszankach. Można oczekiwać, że intensywne prace hodowlane i badania nad odmianami krótkosłomymi owsa prowadzone w Polsce (Nita, 1999) i Anglii (Green, 2001; Valentine, 2001) doprowadzą do przełamania bariery plenności i dalszego polepszenia jakości pokarmowej owsa nieoplewionego. Wówczas może nastąpić poszerzenie możliwości uprawy mieszanek zbożowych z udziałem owsa nieoplewionego. Wyniki wstępnych badań z polskimi rodami krótkosłomymi wskazują, że możliwe jest podniesienie plenności w stosunku do odmiany Akt nawet o 20%, przy podobnej zawartości tłuszczu (Nita i Werwińska, 2003 inf. ustna)

WNIOSKI

1. W dwuletnich doświadczeniach polowych wykonanych w dwóch miejscowościach plon składników pokarmowych: białka ogółem, aminokwasów ograniczających (lizyna, metionina, cystyna, treonina) oraz plon energii metabolicznej uzyskiwany z ziarna mieszanek jęczmienia z owsem nieoplewionym Akt i STH 296, był z reguły niższy niż z mieszanki z odmianą oplewioną Bajka, a jedynie plon tłuszczu był wyższy o 24–34%.
2. Odmiany nieoplewione owsa w siewie czystym dawały w porównaniu z odmianą oplewioną Bajka: wyższy plon białka o 2% (Akt) do 11% (STH 296), wyższy plon tłuszczu o 55% (Akt) i 40% (STH 296) oraz podobny plon aminokwasów ograniczających i energii metabolicznej.
3. Głównym czynnikiem ograniczającym zastosowanie odmian nieoplewionych owsa do uprawy w mieszankach z jęczmieniem jest niski plon ziarna oraz dominacja wagowa w tych mieszankach jęczmienia.
4. Przeprowadzone badania wskazują na przydatność paszową odmian nieoplewionych owsa do uprawy w siewie czystym, natomiast nie wydają się one konkurencyjne wobec odmian oplewionych do uprawy w mieszankach z jęczmieniem przeznaczonych do żywienia świń.

LITERATURA

- Anonim. 1999. Oats in new era. Semundo Limited, Cambridge.
- Budzyński W. Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne. Przegląd wyników badań krajowych. *Żywność* 1 (18), Supl.: 11 — 25.
- Green C., 2001: Maximizing energy and protein in dwarf naked oats. Third European Conference on Functional Properties in Oats. Uppsala, May 17–18. 2001: 43 — 44.
- Kuś J. 1999. Rola zasiewów mieszanych w różnych systemach gospodarowania. *Konf. Nauk. „Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach”, Poznań 2–3 grudnia 2000: 4 — 16.*
- Leszczyńska D., Noworolnik K. 1999. Plon białka i energii netto ziarna mieszanki zbożowej (jęczmień, owies, pszenica) w zależności od kilku czynników agrotechnicznych. *Konf. Nauk. "Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach", Poznań 2–3 grudnia: 62 — 66.*
- Michalski T., Osiecka B., Kowalik J. 2000. Wpływ ochrony roślin na plony i wartość paszową jęczmienia i owsa oraz ich mieszanek. *Rocz. AR Poznań CCCXXV, Roln. 58: 75 — 82.*
- Maciejewicz-Ryś J., Sokół K. 1999. Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego (*Avena sativa* L.) i nagoziarnistego (*Avena sativa* var. *nuda*). *Żywność* 1 (18) Supl. 273 — 278.
- Nita Z. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Żywność* 1 (18) Supl.: 186 — 192
- Normy żywienia Świń, Wartość Pokarmowa Pasz. 1993. PAN IFiZZ. Omnitech Press, Warszawa.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 1999. Konkurencyjność owsa względem jęczmienia w siewie mieszanym. *Żywność* 1 (18), Supl.: 126 — 130.
- Petkov K., Piech M., Lubowicki R., Łukaszewski Z., Jaskowska I., Biel W. 2001. Ocena wartości pokarmowej ziarna owsa nieoplewionego i oplewionego w żywieniu trzody chlewnej. *Rocz. Nauk. Zoot. 28 (2): 151 — 157.*
- Piech M., Maciorowski R., Nita Z. 2001 a. Reakcja owsa nieoplewionego i oplewionego na nawożenie azotem. *Biul. IHAR 217: 111 — 118.*
- Piech M., Nita Z., Maciorowski R. 2001 b. Porównanie przydatności owsa nagiego z oplewionym do uprawy w mieszankach z jęczmieniem. *Rocz. AR Poznań CCCXXV, Roln. 58: 87 — 95.*
- Rudnicki F., Wasilewski P. 2000. Efekty uprawy mieszanek zbożowych z udziałem owsa nieoplewionego. *Konf. Nauk. "Przyrodnicze i produkcyjne aspekty uprawy roślin w mieszankach", Poznań 2–3 grudnia 2000: 102 — 103.*
- Valentine J. 1995. Naked oats. In: *The oat crop: Production and utilization*. Chapman and Hall, London: 504 — 532.
- Valentine J. 2001. Opportunities for genetic improvement of oats. Third European Conference on Functional Properties in Oats, Uppsala, May 17–18, 2001: 14 — 16.
- Wróbel E., Budzyński W., Dubis B. 1999. Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna efektywność uprawy owsa i jęczmienia jarego na glebie lekkiej. *Żywność* 1 (18), Supl.: 166 — 172.
- Zych J. 2000. Owies. Zboża jare 1999. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych, COBORU, Słupia Wielka.

KAZIMIERZ KLIMA**KINGA SZAREK**

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Krakowie

Reakcja owsa oplewionego i nagoziarnistego na uprawę w mieszankach zbożowych w zależności od położenia na stoku

Yielding of covered and naked oats grown in mixed crops depending on the field location on a slope

W latach 2000–2002 badano plonowanie owsa oplewionego i nagoziarnistego uprawianych w siewie czystym i w mieszankach w zależności od położenia na stoku. Siewy czyste komponentów mieszanek oraz mieszanki wydały większy plon w strefie dolnej stoku charakteryzującej się większą zasobnością w składniki pokarmowe. Średni plon owsa nagoziarnistego wysiewanego w czystym siewie był mniejszy o $0,98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu do plonu owsa oplewionego. Jednak po uwzględnieniu zawartości łuski ziarna owsa oplewionego, plony tych zbóż były podobne. Mieszanka owsa nagoziarnistego z pszenżytem jarym wydała mniejszy plon od mieszanki owsa oplewionego z jęczmieniem jarym oraz owsa oplewionego z pszenżytem jarym i jęczmieniem jarym. Owies nagoziarnisty jako komponent mieszanek zbożowych lepiej wykorzystywał warunki środowiskowe aniżeli owies oplewiony.

Słowa kluczowe: LER (współczynnik ekwiwalentu terenowego), owies nagoziarnisty, owies oplewiony, tereny górskie

In the years 2000–2002, the yields of covered and naked oats grown in pure sowing and in mixtures were evaluated. Special attention was paid on the relations between a field location on a slope and oat yielding. Both the mixtures and their particular components applied in pure sowing yielded at higher levels in the lower zone of the slope, the soil of which contained a greater amount of nutrients. The average yield of naked oats cultivated in pure sowing was smaller than that of covered oats by $0.98 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. However, if the content of grain hull of covered oats was taken into account, the average yields of covered and naked oats were found similar. The yield of naked oats mixed with spring triticale was smaller than those of the mixture of covered oats and spring barley and of the mixture of covered oats and spring triticale. Naked oats applied as the components of the corn mixtures better exploited environmental conditions than did covered oats.

Key words: covered oats, naked oats, mountain area, LER (Land Equivalent Ratio)

WSTĘP

Pierwszą polską odmianą owsa nagoziarnistego był Akt, którą zarejestrowano w 1997 roku. Owies ten swoją popularność zawdzięcza wyższej od innych zbóż zawartości białka i tłuszczu (Pizło i in., 1999; Zych, 1999). Zwiększona zawartość β -glukanu do poziomu 3–6%, sprzyja zmniejszeniu w organizmach ludzkich stężenia serum LDL-cholesterolu (Górny, 1989). Areal uprawy owsa nagoziarnistego objął w 1999 roku ok. 30 tys. ha (Piech i in., 2000). Dotychczasowe wyniki nielicznych badań nad uprawą tego gatunku w warunkach południowej Polski niedostatecznie informują o przydatności owsa nagoziarnistego do uprawy na górskich terenach urzeźbionych (Bobrecka-Jamro i in., 1999; Pizło i in., 1999; Tobiasz-Salach. i Bobrecka-Jamro, 2001). Dlatego zasadne jest podejmowanie doświadczeń w tym zakresie, zwłaszcza, iż owies postrzegany jest za tę roślinę jarą wczesnego siewu, która szczególnie predysponowana jest do uprawy na terenach górskich.

Celem badań było określenie plonowania owsa oplewionego i nagoziarnistego uprawianych w siewach czystych i mieszanych w zależności od położenia na stoku w warunkach górskich południowo-zachodniej części Beskidu Niskiego.

MATERIAŁ I METODY

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założone metodą losowanych bloków przeprowadzono w latach 2000–2002 w Górskiej Stacji Doświadczalnej Czarna koło Krynicy. Czynnikiem pierwszym były dwie strefy stoku o zróżnicowanym nachyleniu i właściwościach glebowych:

- strefa górna między 570 a 560 m n.p.m. o średnim nachyleniu 16,6%,
- strefa dolna między 552,8 a 545 m n.p.m. ze spadkiem 12,4%.

Czynnikiem drugim były mieszanki z udziałem owsa oplewionego i nagoziarnistego oraz siew czysty komponentów mieszanek (tab. 1). Zastosowano nawożenie mineralne następującymi dawkami: 80–N, 120 — P_2O_5 , 100 $kg \cdot ha^{-1}$ K_2O .

Mieszanki zbożowe i zboża w siewie czystym uprawiano w ogniwie płodozmianowym:

- ziemniak na oborniku ($40 t \cdot ha^{-1}$),
- zboża w siewach czystych i mieszanych,
- mieszanki zbożowo-strączkowe.

Przy opracowywaniu wyników wykorzystano współczynnik ekwiwalentu terenowego LER (land equivalent ratio) (Mead i Wille, 1980; Sobkowicz, 1999). Miernik ten zastosowano dla dokonania syntetycznej oceny biologicznej efektywności mieszanek (Rao i in., 1987). Współczynnik jest sumą względnych plonów poszczególnych gatunków uprawianych w mieszankach:

$$LER = \frac{Y_{ij}}{Y_i} + \frac{Y_{ji}}{Y_j}$$

gdzie:

Y_i — plon gatunku i w siewie czystym

Y_j — plon gatunku j w siewie czystym

Y_{ij} — plon gatunku i w mieszance z gatunkiem j

Y_{ji} — plon gatunku j w mieszance z gatunkiem i

Do opracowania statystycznego uzyskanych wyników wykorzystano analizę wariancji. Istotność różnic obiektowych testowano z wykorzystaniem procedury porównań wielokrotnych z wykorzystaniem testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1

Skład, ilość wysiewu i liczba ziaren na m² komponentów mieszanek zbożowych
Composition, seeding rate and a number of grains per m² of the components of cereal mixtures

Wyszczególnienie Specification	Przeciętna ilość wysiewu (kg·ha ⁻¹) Average seeding rate (kg·ha ⁻¹)	Liczba ziaren zdolnych do skielkowania (szt·m ⁻²) Number of grains capable for germination (grain·m ⁻²)
Owies oplewiony Dukat Covered oats	220	650
Owies nagoziarnisty Akt Naked oats	202	715
Pszenżyto jare Migo Spring tritcale	200	570
Jęczmień jary Rodos Spring barley	170	410
Owies oplewiony Covered oats	110	325
Jęczmień Barley	85	205
Owies nagoziarnisty Naked oats	61	360
Jęczmień Barley	85	205
Owies oplewiony Covered oats	110	325
Pszenżyto Tritcale	100	284
Owies nagoziarnisty Naked oats	61	360
Pszenżyto Tritcale	100	284
Owies oplewiony Covered oats	73	216
Pszenżyto Tritcale	67	189
Jęczmień Barley	57	137
Owies nagoziarnisty Naked oats	67	238
Pszenżyto Tritcale	67	189
Jęczmień Barley	57	137

Warunki przeprowadzenia badań

Glebę, na której wykonano doświadczenie, określono jako brunatną, wytworzoną ze zwietrzliny skał fliszowych. Zakwalifikowano ją do piątej klasy bonitacyjnej, 12 kompleksu owsiano-ziemniaczanego górskiego. Miąższość poziomu próchnicznego w strefie górnej wynosiła 20, a w strefie dolnej 25 cm. Przeciętna zawartość przyswajalnego fosforu w strefie górnej była niska, a w strefie dolnej średnia, natomiast przyswajalnego potasu w strefie górnej była średnia, zaś w dolnej wysoka (tab. 2). Warunki meteorologiczne w latach 2001 i 2002 sprzyjały rozwojowi owsa (tab. 3). Natomiast susza w 1 i 2 dekadzie maja oraz sierpnia 2000 roku przyczyniła się do obniżenia plonu owsa. Według kryteriów opracowanych przez Kaczorowską (1962) sezon kwiecień-sierpień w roku 2000 zaliczono do przeciętnych, sezon w 2001 roku do bardzo wilgotnych (powódź w lipcu), zaś sezon w 2002 roku do suchych.

Tabela 2

Właściwości chemiczne gleby
Chemical characteristics of soil

Strefa Zone	Poziom genetyczny Genetic horizon	Zawartość przyswajalnego fosforu i potasu (mg 100 g gleby) Available phosphorus and potassium content (mg 100 g soil)		C organiczny Organic C (%)	Azot ogólny Total nitrogen (%)	pH _w 1 M KCl pH in 1 M KCl
		P ₂ O ₅	K ₂ O			
Górna Upper	0–20 Ap	9,4	24,1	1,57	0,1820	5,0
	20–70 /B/C	0,5	9,4	0,21	0,0410	5,0
	70–108 Cg	0,4	10,9	0,14	0,0594	5,1
Dolna Lower	0–25 Ap	10,6	25,1	1,84	0,2208	5,1
	25–44 Gg	1,7	6,3	0,82	0,0940	5,0
	44–63 C1g	0,2	3,1	0,68	0,0463	5,2
	63–130 C2g	0,3	9,7	0,11	0,0410	5,6

Tabela 3

Miesięczny rozkład opadów (mm) w okresie wegetacji zbóż w latach 2000–2002
Monthly distribution of precipitation (mm) during the vegetation period of cereals in the years 2000–2002

Lata Years	Miesiące Months					Suma opadów Total of rainfall	
	IV	V	VI	VII	VIII	IV–VIII	I–XII
2000	32,3	95,3	112,4	158,8	54,6	453,4	842,8
2001	100,9	59,9	143,4	320,1	53,9	678,2	1040,2
2002	35,9	96,4	104,6	114,9	72,7	425,5	737,0
1981–2000	61,3	101,7	118,0	100,6	93,8	475,4	833,9

WYNIKI I DYSKUSJA

Mniejsza zasobność gleby w strefie górnej stoku spowodowała mniejszą (średnio o 5%) wydajność siewów czystych i mieszanych, niż w strefie dolnej (tab. 4). Zróżnicowanie zasobności gleb terenów urzeźbionych w składniki pokarmowe według Klimy (2000)

wywołane jest procesem stokowym. Efektem tego zjawiska jest użyźnianie podnóża stoków i dna doliny kosztem wyższych partii stoku.

Tabela 4

Plon ziarna siewów czystych i mieszanek zbożowych ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od położenia na stoku
Yield of grain in pure stand and in mixtures ($t \cdot ha^{-1}$) depending on a crop location on the slope

Obiekt Object	Strefa Zone		Średnio Mean
	górna upper	dolna lower	
Owies oplewiony Covered oats	3,51	3,85	3,68
Owies nagoziarnisty Naked oats	2,58	2,82	2,70
Pszenżyto jare Spring tritcale	3,62	3,84	3,73
Jęczmień jary Spring barley	3,86	4,00	3,93
Owies oplewiony + jęczmień jary Covered oats + spring barley	3,87	4,02	3,94
Owies nagoziarnisty + jęczmień jary Naked oats + spring barley	3,47	3,66	3,56
Owies oplewiony + pszenżyto jare Covered oats + spring tritcale	3,67	3,83	3,75
Owies nagoziarnisty + pszenżyto jare Naked oats + spring tritcale	3,28	3,39	3,33
Owies oplewiony + pszenżyto jare + jęczmień jary Covered oats + spring tritcale + spring barley	3,78	3,88	3,83
Owies nagoziarnisty + pszenżyto jare + jęczmień jary Covered oat + spring tritcale + spring tritcale	3,47	3,57	3,52
Średnio Mean	3,51	3,69	3,60
NIR; LSD $\alpha = 0,05$ dla stref; for zones		0,151	
NIR; LSD $\alpha = 0,05$ dla obiektów; for objects			0,502

Spośród siewów czystych jęczmień jary wydał największy plon ($3,93 t \cdot ha^{-1}$), zaś najmniejszą wydajność zanotowano w przypadku owsa nagoziarnistego $2,70 kg \cdot ha^{-1}$. Średni plon owsa nagoziarnistego był mniejszy o $0,98 t \cdot ha^{-1}$ (o 27%), w porównaniu z owsem oplewionym. Podobne różnicowanie plonów uzyskali w swoich doświadczeniach inni badacze (Pizło i in., 1999; Piech i in., 2000). Średnia zawartość łuski w ziarnie owsa oplewionego wyniosła 32%. Uwzględniając tę wartość można stwierdzić, że owies nagoziarnisty plonował podobnie jak owies oplewiony.

Natomiast wszystkie mieszanki z owsem nagoziarnistym wydały większy plon niż siew czysty owsa nagiego. Plony tych mieszanek zbliżone były do tego komponentu mieszanki, który plonował lepiej w siewie czystym. Uwzględniając jednak średnią zawartość łuski owsa oplewionego (32%) można zauważyć, że plonowanie mieszanek z owsem oplewionym i nagoziarnistym było podobne, co stanowi potwierdzenie innych badań (Piech i in., 2000).

Udział wagowy owsa nagiego w mieszance ziarna siewnego zdolnego do wschodów wyniósł: 54% (mieszanka z jęczmieniem jarym), 50% (mieszanka z pszenżytem jarym),

35% (mieszanka z pszenżytem i jęczmieniem). Analogiczne wartości dla owsa oplewionego przedstawiały się następująco: 56%, 52%, 37%. W plonie relacje wagowe dla owsa nagoziarnistego wyniosły analogicznie: 41%, 40%, 26%, zaś dla owsa oplewionego 48%, 47%, 32%. Osiągnięty rezultat wskazuje na celowość zwiększania ilości wysiewu owsa nagoziarnistego w mieszankach sygnalizowany między innymi przez Piecha i wsp. (2000). Wyniki dotychczasowych badań nad owsem nieoplewionym, wskazują bowiem na fakt, iż wschody tego zboża są mniejsze od 9–10% (Peltonen-Sainio, 1994; Piech i in., 2000) do 13% (Dziamba i in., 1999) w porównaniu ze wschodami owsa oplewionego.

Tabela 5

Plonowanie komponentów mieszanek zbożowych w zależności od położenia na stoku
Yielding of the components of cereal mixtures depending on a crop location on the slope

Skład mieszanki Mixture composition	Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Yield of grain			LER (Land Equivalent Ratio)			
	Strefa Zone		Średnio Mean	Strefa Zone		Średnio Mean	Razem Total
	Górna Upper	Dolna Lower		Górna Upper	Dolna Lower		
Owies oplewiony; covered oats	1,87	1,95	1,91	0,53	0,52	0,515	1,030
+ jęczmień jary; spring barley	2,00	2,07	2,03	0,52	0,51	0,515	
Owies nagoziarnisty; naked oats	1,43	1,52	1,47	0,55	0,53	0,540	1,070
+ jęczmień jary; spring barley	2,04	2,14	2,09	0,53	0,53	0,530	
Owies oplewiony; covered oats	1,76	1,82	1,79	0,52	0,47	0,485	1,010
+ pszenżyto jare; spring tritcale	1,91	2,01	1,96	0,53	0,52	0,525	
Owies nagoziarnisty; naked oats	1,34	1,39	1,36	0,52	0,49	0,505	1,035
+ pszenżyto jare; spring tritcale	1,94	2,00	1,97	0,54	0,52	0,530	
Owies oplewiony; covered oats	1,21	1,24	1,22	0,34	0,32	0,330	1,010
+ jęczmień jary; spring barley	1,27	1,29	1,28	0,33	0,32	0,325	
+ pszenżyto jare; spring tritcale	1,30	1,35	1,33	0,36	0,35	0,355	1,015
Owies nagoziarnisty; naked oats	0,91	0,94	0,93	0,35	0,33	0,340	
+ jęczmień jary; spring barley	1,25	1,28	1,26	0,32	0,32	0,320	1,015
+ pszenżyto jare; spring tritcale	1,31	1,35	1,33	0,36	0,35	0,355	
Średnio Mean	1,53	1,60	1,56	0,523	0,505	0,514	1,028
NIR; LSD $\alpha = 0,05$ dla stref; for zones r.n.							
NIR; LSD $\alpha = 0,05$ dla obiektów; for objects			0,275				

Współczynnik ekwiwalentu terenowego LER wskazuje między innymi na zdolność wykorzystywania warunków siedliskowych przez komponenty mieszanki. Z danych przedstawionych w tabeli 5 wynika, że najlepiej warunki te wykorzystywał owies nagoziarnisty (0,54) w mieszance z jęczmieniem jarym (0,53), co dało razem dla mieszanki 1,07. Odpowiednia wartość dla mieszanki owsa oplewionego z jęczmieniem wyniosła tylko 1,03. Tendencja do lepszego wykorzystywania warunków środowiskowych przez owies nagoziarnisty potwierdziła się we wszystkich mieszankach. Świadczy o tym fakt, iż wartości LER obliczone dla owsa nagoziarnistego były większe w poszczególnych mieszankach od analogicznych wartości LER dla owsa oplewionego. Średnia wartość LER w strefie górnej wyniosła 0,523 i była zaledwie o 4% większa od analogicznej wartości w strefie dolnej. Rezultat ten potwierdza znaną opinię, iż rośliny wysiewane

w mieszankach wykazują tendencję do lepszego plonowania w gorszych warunkach siedliskowych niż ich siewy czyste (Rudnicki i Wasilewski, 1993; Michalski, 1994).

WNIOSKI

1. Komponenty mieszanek uprawiane w siewach czystych oraz mieszanki wydały większy plon w strefie dolnej stoku charakteryzującej się większą zasobnością gleby w składniki pokarmowe niż w strefie górnej.
2. Średni plon owsa nagoziarnistego wysiewanego w czystym siewie był mniejszy o 0,98 t·ha⁻¹) w porównaniu do plonu owsa oplewionego. Jednak po uwzględnieniu zawartości łuski ziarna owsa oplewionego, plony tych zbóż były podobne. Można zatem stwierdzić, iż wprowadzenie do uprawy w terenach górskich owsa nieoplewionego może okazać się pod względem plonowania mało konkurencyjne w stosunku do uprawianego tu dotychczas owsa oplewionego.
3. Mieszanka owsa nagoziarnistego z pszenżytem jarym wydała mniejszy plon od mieszanki owsa oplewionego z jęczmieniem jarym oraz owsa oplewionego z pszenżytem jarym i jęczmieniem jarym.
4. Owies nagoziarnisty jako komponent mieszanek zbożowych lepiej wykorzystywał warunki środowiskowe aniżeli owies oplewiony.

LITERATURA

- Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Szpunar-Krok E. 1999. Uprawa owsa nagoziarnistego. Pamiętnik Puł. 114: 37 — 39.
- Dziamba Sz., Wielgo B., Maj L., Cebula M. 1999. Wpływ przedsiewnej biostymulacji nasion odmian owsa na plonowanie i elementy struktury plonu. Żywność, Nauka, Technologia nr. 1, (18), Supl.: 112 — 118.
- Górny A. 1989. Dziedziczenie zawartości β -glukanu w ziarnie owsa. Hod. Rośl. Nasien. Biul. Branż. 1: 16 — 13.
- Kaczorowska Z. 1962. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Prace Geogr. IG PAN, 33: 1 — 107.
- Klima K. 2000. Produkcyjność i przeciwerozyjna skuteczność płodozmianów w warunkach górskich południowo-zachodniej części Beskidu Niskiego. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy nr 258: 1 — 96.
- Mead R., Willey R.W. 1980. The concept of a „land equivalent ratio” and advantages in yields from intercropping. Expl. Agric. 16: 217 — 228.
- Michalski T. 1994. Agrotechniczne aspekty uprawy mieszanek w świetle literatury. Mat. Konf. Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych. AR w Poznaniu: 65 — 74.
- Piech M., Nita Z., Maciorowski R. 2000. Porównanie przydatności owsa nagiego z oplewionym do uprawy w mieszankach z jęczmieniem. Rocz. AR w Poznaniu, ser., Rolnictwo 58: 89 — 97.
- Peltonen-Sainio P. 1994. Yield component differences between naked and conventional oat. Agron. J. 86: 510 — 513.
- Pizło H., Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R. 1999. Skład chemiczny nowych rodów owsa uprawianego w warunkach górskich Beskidu Niskiego. Żywność, Nauka Technologia nr 1 (18), Supl.: 142 — 146.
- Rao M. R., Rego T. J., Willey R. W. 1987. Response of cereals to nitrogen in sole cropping and intercropping with different legumes. Plant and Soil 101: 167 — 177.
- Rudnicki F., Wasilewski P. 1993. Badania nad uprawą jarych mieszanek zbożowych. Cz. I i II. Rocz. AR w Poznaniu CCXLIII: 57 — 72.
- Sobkowicz P. 1999. Wydajność mieszanek pszenżyta jarego z wyką siewną uprawianą na nasiona w zależności od sposobu siewu i nawożenia azotem. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Rolnictwo 74: 193 — 203.

- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D. 2001. Plonowanie owsa oplewionego i nagoziarnistego w rejonie Bieszczadów. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Sesja Nauk. 77: 35 — 41.
- Zych J. 1999. Zboża jare 1998, z. 1118. Synteza wyników doświadczeń odmianowych COBORU, Słupia Wielka.

JAN KOŁODZIEJKatedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Krakowie

Wpływ opadów atmosferycznych na kształtowanie się wybranych cech ziarna owsa uprawianego w warunkach górskich

Influence of precipitation on shaping some properties of oat grain cultivated in mountain conditions

Materiał źródłowy niniejszej pracy stanowiły doświadczenia polowe przeprowadzone przez COBORU w warunkach górskich (tereny położone powyżej 550 m. n.p.m.). Dokonano analizy % udziału łuski, masy 1000 ziaren i % udziału pośladu w plonie nasion owsa na tle opadów atmosferycznych. Obliczenia przeprowadzono z zastosowaniem metody modelowej, pozwoliło to określić optymalną wielkość charakterystyk opadowych w okresach rozwojowych owsa. Wykazano zróżnicowanie zapotrzebowania owsa w kolejnych okresach rozwojowych na opady atmosferyczne dla uzyskania optymalnych cech użytkowych ziarna. Generalnie niższe opady okazały się korzystniejsze do uzyskiwania niższego procentowego udziału łuski, a wyższe do niższego udziału pośladu w plonie nasion owsa. Opady niższe w czasie rozwoju wegetatywnego i wyższe w rozwoju generatywnym sprzyjały uzyskiwaniu wysokiej masy 1000 ziaren.

Słowa kluczowe: masa 1000 ziaren, łuska, opady atmosferyczne, owies, poślad

Source data of this work came from field experiments carried out by COBORU (National Centre for Cultivar Testing) in mountain areas (located above 550 m a.s.l.). Analysis of hull contribution percentage, mass of 1000 grains and percentage contribution of offal in oat yield was performed against the background of precipitation. Calculations were made using the modeling method that allows determining optimal quantity of precipitation in particular oat phenophases. Differentiation in water demand was demonstrated for successive oat phenophases for obtaining optimal functional characters of grain. In general, lower amount of precipitation turned out to be more advantageous for lower percentage of hull, while higher amount of precipitation was better for lower contribution of offal in oat yield. Lower precipitation during the vegetative phases of development and higher one during the generative phase favoured high mass of 1000 grains.

Key words: hull, mass of 1000 grains, oat, precipitation, offal

WSTĘP

Jednym z głównych czynników decydujących o plonie ziarna owsa i jego strukturze są opady atmosferyczne. Dość bogata literatura z tego zakresu obejmuje w szczególności tereny nizinne, gdzie częściej mogą wystąpić niedobory wody (Panek, 1992; Rudnicki, 1995; Wojciechowska, 1993; Stupnicka-Rodzinkiewicz i in., 1999). Produkcja rolnicza w terenach górskich może być ograniczana raczej przez nadmiar opadów, co może niekorzystnie wpływać na wysokość uzyskiwanych plonów i ich jakość (Bobrecka-Jamro, 1999). O przydatności ziarna owsa, jego wartości pokarmowej dla zwierząt i do przetwórstwa decyduje między innymi udział łuski w plonie ziarna, udział pośladu oraz masa 1000 ziaren. Owies ze względu na wyższe wymagania wodne, nieco niższe ciepłne oraz glebowe jest rośliną zalecaną do uprawy w terenach górskich i podgórskich (Wojciechowska, 1993). Plonuje on istotnie wyżej niż jęczmień jary, szczególnie na glebach słabszych, lub podobnie jak inne gatunki zbóż i jest bardziej niezawodny (Kuś i in., 1999, Rudnicki, 1995).

W niniejszym opracowaniu podjęto próbę oceny udziału łuski, pośladu i masy 1000 ziaren owsa w plonie ziarna w zależności od przebiegu opadów atmosferycznych w wydzielonych okresach rozwojowych.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano wyniki doświadczeń polowych i analiz przeprowadzonych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych opublikowanych w syntezach wyników doświadczeń odmianowych. Doświadczenia polowe i analizy przeprowadzono zgodnie z instrukcją metodyczną na glebach od 11 do 13 kompleksu przydatności rolniczej na wysokości powyżej 550 m n.p.m. Do analizy zebranego materiału wykorzystano codzienne notowania wysokości opadów atmosferycznych oraz faz rozwojowych owsa ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian Łopuszna jako stacji reprezentatywnej (Machnik, 1973; Machnik, Rybarczyk, 1988). W celu szczegółowego określenia udziału czynnika wodnego na badane elementy struktury plonu, obliczenia przeprowadzono w fazach rozwojowych owsa. Materiał badawczy obejmuje wybrane 12 lat i stanowi zbiór 48 jednorocznych doświadczeń polowych, w których przeprowadzono analizę. Lata badań oceniono pod względem wilgotnościowym stosując kryterium podane przez Z. Kaczorowską (1986).

Do określenia wpływu opadów meteorologicznych na wybrane elementy struktury plonu nasion owsa posłużono się metodą modelową (Makowiecki, 1986). Wysokość opadów z 12 letniego okresu badań podzielono na trzy przedziały, opady niskie, średnie i wysokie. Za podstawę wydzielenia przyjęto średnią sumę opadów w danym okresie rozwojowym. Dolną granicę opadów średnich obliczono odejmując od ich wartości średniej $\frac{1}{2}$ odchylenia standardowego, natomiast górną dodając $\frac{1}{2}$ odchylenia. Opady niższe od dolnej granicy opadów średnich uznano za opady niskie, natomiast wyższe od górnej granicy uznano jako opady wysokie. Dla określonych w ten sposób przedziałów obliczono średnie wysokości analizowanych elementów plonu ziarna owsa.

WYNIKI I DYSKUSJA

Lata badań doświadczeń polowych były dość zróżnicowane zarówno pod względem sum opadów, jak i ich rozkładu. Charakterystykę wilgotnościową lat podano w tabeli 2. Suma opadów w okresie wegetacji owsa wynosiła średnio 440,2 mm, wahając się od 288,6 do 675,5 mm, przy odchyleniu standardowym stanowiącym 99,17. Mniejsze zróżnicowanie opadów notowano w początkowych okresach rozwoju owsa niż w czasie rozwoju generatywnego tab.3. Szereg autorów podaje, że optymalne opady dla owsa zawierają się w granicach od 300–400 mm (Dzieży, 1987; Panek, 1992, 1993; Rudnicki, i in., 1995). Trybała (1996) uważa, że na glebach lekkich dla owsa opady w wysokości 200–250 mm są wystarczające, natomiast dla pozostałych zbóż jarych minimum to wynosi 300 mm. Opady optymalne dla gleb kompleksu żytniego z ich rozbić na agrofazy wyznaczone dla nizinnej części kraju wynoszą sumarycznie od siewu do dojrzałości woskowej około 300 mm (Panek, 1993). Szczegółowe wymagania owsa dla rejonu Bydgoszczy podaje Rudnicki i wsp. (1995) "...korzystny dla plonów owsa jest ciepły kwiecień, niezbyt chłodny i z umiarkowaną ilością opadów maj, ciepły czerwiec z opadami powyżej przeciętnej oraz średnio ciepły lipiec ze znaczną ilością opadów". Stwierdza się nieco dłuższy okres wegetacji owsa w rejonie badań, gdzie jego siew przypadał średnio na początek II dekady kwietnia, a zbiór na I dekadę września (tab. 1). Na uwagę zasługuje wysoka zmienność długości trwania poszczególnych okresów rozwojowych, gdzie najwyższy współczynnik zmienności zanotowano w okresie od wschodów do krzewienia (tab. 1).

Tabela 1

Średnie terminy występowania faz rozwojowych owsa uprawianego w warunkach górskich
Mean terms of occurrence of development stages for oat cultivated in mountain conditions

Okresy rozwojowe Development periods	Średnie terminy występowania faz rozwojowych Mean terms of development periods occurrence	Średnia długość fazy rozwojowej (dni) Mean length of development periods (days)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
Siew — wschody Sowing — emergence	12.04–2.05	19	29,10
Wschody — krzewienie Emergence — tillering	3.05–16.05	14	66,14
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	17.05–2.06	17	26,35
Strzelanie w źdźbło - kłoszenie Shooting — earing	3.06–6.07	34	30,64
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	7.07–15.08	40	27,88
Dojrzałość woskowa — zbiór Wax maturity — harvest	16.08–5.09	21	53,10
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	12.04–5.09	145	9,46

Owies charakteryzuje się wysoką zmiennością plonowania, będącą wynikiem zróżnicowania opadów atmosferycznych, na co zwracają uwagę (Kuś, 1999; Rudnicki,

1995; Ścigalska, 1999). Średni procentowy udział łuski w plonie nasion wynosił w okresie badawczym 32,0%, a współczynnik zmienności stanowił 15,94%. W krajowych odmianach owsa udział łuski w plonie ziarna waha się od 25,5–32,6% (Gąsiorowski i in., 1997), jej udział w badaniach (Pilzłó i in., 1999) wynosił średnio 39,5%, i szczególnie wysoki stwierdzono przy niekorzystnych warunkach pogody. Wysoki udział łuski w ziarnie owsa obniża jego wartość pokarmową i technologiczną, stąd tendencje do hodowli i rozpowszechnienia owsa nagoziarnistego (Nita, 1999). Bardziej stabilnym parametrem okazała się masa 1000 ziaren (MTZ), przy średniej 32,6 g i współczynniku zmienności 6,13%. Jak podaje Ścigalska (1999) MTZ decyduje o wysokości plonowania, która z kolei zależna była od przebiegu warunków pogodowych. Wyraźne zróżnicowanie udziału pośladu w plonie ziarna w kolejnych latach doświadczeń powodowane było przebiegiem pogody. Jego średni udział wynosił 2,0%, przy współczynniku zmienności 42,00%. (tab. 2). Poślad w plonie ziarna jest niepożądany, gdyż obniża przydatność technologiczną oraz wartość pokarmową owsa.

Tabela 2

Podstawowe charakterystyki elementów struktury plonu ziarna owsa
Basal characteristics of structure elements for oat grain yield

Lata i ich charakterystyka *	Udział łuski w%	Masa 1000 ziaren	Udział pośladu w%
Years and their characteristics *	Hull contribution	Mass of 1000 grains	Offal contribution
1983 — Przeciętny	36,4	34,7	1,8
Average			
1984 — Przeciętny	42,8	31,8	1,8
Average			
1985 — Bardzo wilgotny	39,7	29,7	1,0
Very humid			
1986 — Bardzo suchy	29,8	33,6	2,1
Very dry			
1988 — Przeciętny	29,4	31,8	1,4
Average			
1990 — Wilgotny	29,5	30,6	3,0
Humid			
1993 — Przeciętny	28,2	35,5	0,8
Average			
1994 — Suchy	34,2	30,8	1,9
Dry			
1995 — Przeciętny	29,0	31,3	3,4
Average			
1997 — Przeciętny	28,7	35,3	2,0
Average			
1998 — Wilgotny	28,7	33,9	1,6
Humid			
1999 — Przeciętny	27,3	31,9	3,3
Average			
Średnia	32,0	32,6	2,0
Mean:			
Współczynnik zmienności	15,94	6,13	42,00
Variation coefficient			

*— Klasyfikacja opadowa lat wg Z. Kaczorowskiej

*— Precipitation classification of years according to Z. Kaczorowska

Wpływ opadów atmosferycznych na procentowy udział łuski w ziarnie owsa (tab. 3)

W początkowym okresie rozwojowym od siewu do wschodów, przypadającym średnio na II połowę kwietnia, wydzielone opady wysokie > 36,6 mm okazały się sprzyjające dla niskiego udziału łuski w plonie ziarna (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ wysokości opadów na procentowy udział łuski w plonie ziarna owsa Influence of precipitation on percentage contribution of hull in oat grain yield

Okresy rozwojowe Development periods	Opady atmosferyczne Precipitation						
	niskie low		średnie mean		wysokie high		$\bar{X}$ SD
	opad precipitation (mm)	udział łuski, średnia i w (%) hull contribution, mean and in (%)	opad precipitation (mm)	udział łuski, średnia i w (%) hull contribution, mean and in (%)	opad precipitation (mm)	udział łuski, średnia i w (%) hull contribution, mean and in (%)	opad precipitation (mm)
Siew — wschody Sowing — emergence	< 28,6	31,8 100	28,6–36,6	34,2 107	> 36,6	31,7 99	32,6 4,0
Wschody — krzewienie Emergence — tillering	< 10,5	28,7 88	10,5–26,9	33,7 105	> 26,9	31,5 98	38,7 16,4
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	< 23,5	30,7 96	23,5–45,2	34,1 106	> 45,2	28,2 88	34,4 21,6
Strzelanie w źdźbło — kłoszenie Shooting — earing	< 99,6	33,7 105	99,7–146,3	29,4 92	> 146,4	30,0 103	123,0 46,6
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	< 86,4	32,8 103	86,5–142,3	29,6 93	> 142,4	34,9 109	114,4 55,8
Dojrzałość woskowa — zbiór Wax maturity — harvest	< 53,5	31,0 97	53,5–80,7	32,9 103	> 80,7	32,5 102	67,1 27,2
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	< 373,0	31,1 97	373,0–472,2	32,9 103	> 472,2	34,9 109	422,6 99,2

$\bar{X}$ — W okresie badań; In investigation period

SD — Odchylenie standardowe; Standard deviation

Opady optymalne wyznaczone dla terenów nizinnych Dzieżyc i wsp. (1987) pokrywały się z opadami średnimi z miejsca badań. W dalszym okresie rozwoju od wschodów do krzewienia trwającym średnio 14 dni, przy najwyższym współczynniku zmienności stanowiącym 66,14% (tab. 1), opady niskie < 10,5 mm były zdecydowanie sprzyjające, natomiast przy opadach wyższych wyraźnie wzrastał udział łuski w ziarnie owsa. Opady optymalne wyznaczone dla terenów nizinnych były ponad dwa razy niższe od ich wysokości średniej występującej w naszych badaniach, gdzie stanowiły 38,7 mm. Z kolei opady wysokie > 45,2 mm, w czasie od krzewienia do strzelania w źdźbło sprzyjały niskiemu udziałowi łuski. Należy zaznaczyć, że rośliny od krzewienia do kłoszenia charakteryzują się zwiększonymi potrzebami wodnymi. W badaniach suma opadów w tej

agrofeno-fazie wynosiła średnio 157,4 mm i nieznacznie przekraczała opady optymalne terenów nizinnych. W okresach rozwojowych strzelanie w źdźbło — kłoszenie i kłoszenie — dojrzałość woskowa najbardziej korzystne okazały się opady średnie, które sprzyjały niskiemu udziałowi łuski w plonie ziarna owsa. Udział łuski w plonie ziarna stanowił odpowiednio 92 i 93% średniego procentu udziału łuski w plonie ziarna owsa. W fazie od dojrzałości woskowej do zbioru opady niskie < 53,5 mm, jak również dla całego okresu wegetacji < 373,0 mm sprzyjały niskiemu udziałowi łuski, który stanowił 97% średniego procentowego udziału łuski w ziarnie owsa.

Wpływ opadów atmosferycznych na masę 1000 ziaren owsa (tab. 4)

Opady średnie w okresie od siewu do wschodów zawierające się w przedziale 28,6–36,6 mm były sprzyjające dla uzyskania ponad przeciętnej masy 1000 ziaren owsa, uzyskiwano wtedy 101% średniej masy z okresu badań.

Tabela 4

Wpływ wysokości opadów na wysokość masy 1000 ziaren
Influence of precipitation on mass of 1000 grains

Okresy rozwojowe Development periods	Opady atmosferyczne Precipitation					
	niskie low		średnie mean		wysokie high	
	opad precipitation (mm)	masa 1000 ziaren 1000-grain weight (g), (%)	opad precipitation (mm)	masa 1000 ziaren 1000-grain weight (g), (%)	opad precipitation (mm)	masa 1000 ziaren 1000-grain weight (g), (%)
Siew — wschody Sowing — emergence	< 28,6	32,7 100	28,6–36,6	32,8 101	> 36,6	32,4 99
Wschody — krzewienie Emergence — tillering	< 10,5	33,2 102	10,5–26,9	32,3 99	> 26,9	32,1 98
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	< 23,5	33,7 103	23,5–45,2	32,2 99	> 45,2	31,6 97
Strzelanie w źdźbło — kłoszenie Shooting — earing	< 99,6	30,8 95	99,7–146,3	32,5 100	> 146,4	33,7 103
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	< 86,4	32,3 99	86,5–142,3	32,6 100	> 142,4	32,8 105
Dojrzałość woskowa — zbiór Wax maturity — harvest	< 53,5	32,2 98	53,5–80,7	33,7 103	> 80,7	32,3 99
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	< 373,0	32,1 98	373,0–472,2	32,5 100	> 472,2	33,2 102

W dalszym okresie rozwoju owsa, od wschodów do krzewienia i od krzewienia do strzelania w źdźbło korzystne okazały się niskie opady, natomiast przy opadach średnich i wysokich, obserwowano systematyczny spadek masy 1000 ziaren owsa. W agrofeno-fazach, strzelanie w źdźbło — kłoszenie i od kłoszenia do dojrzałości woskowej, uzyskiwaniu wyższej masy 1000 ziaren sprzyjały opady zawarte w przedziale opadów wysokich, przy których ich masa wynosiła odpowiednio 103 i 105% średniej masy

z analizowanego okresu badań. W fazie od dojrzałości woskowej do zbioru opady średnie zawarte w przedziale 53,5–80,7 mm sprzyjały uzyskiwaniu wysokiej masy 1000 nasion owsa, gdzie stanowiła ona 103% średniej z okresu badań. Opady niskie i wysokie w tym czasie obniżały masę 1000 ziaren owsa. Analiza całego okresu wegetacji, od siewu do zbioru wskazuje, że wyższe opady okazały się bardziej sprzyjające uzyskiwaniu wyższej masy 1000 ziaren niż opady średnie i niskie.

Wpływ opadów atmosferycznych na udział pośladu w plonie nasion owsa (tab. 5)

Niski udział pośladu w ziarnie owsa jest cechą pożądaną, świadczy to o wyrównaniu ziarna i wpływa na jakość plonu. W pierwszej agrofenofazie, od siewu do wschodów, niska zawartość pośladu w plonie nasion owsa wystąpiła przy opadach niskich i wysokich, stanowiła ona 93% średniego procentowego udziału pośladu z okresu badań.

Tabela 5

Udział pośladu w plonie ziarna owsa
Contribution of offal in oat grain yield

Okresy rozwojowe Development periods	Opady atmosferyczne Precipitation					
	niskie low		średnie mean		wysokie high	
	opad precipitation (mm)	udział pośladu offal contribution (%)	opad precipitation (mm)	udział pośladu offal contribution (%)	opad precipitation (mm)	udział pośladu offal contribution (%)
Siew — wschody sowing — emergence	< 28,6	1,9 93	28,6–36,6	2,7 133	> 36,6	1,9 93
Wschody — krzewienie emergence — tillering	< 10,5	1,9 93	10,5–26,9	2,3 114	> 26,9	2,1 107
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	< 23,5	1,8 90	23,5–45,2	1,8 90	> 45,2	3,4 168
Strzelanie w źdźbło — kłoszenie Shooting — earing	< 99,6	2,1 103	99,7–146,3	2,0 100	> 146,4	2,0 100
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	< 86,4	2,6 129	86,5–142,3	1,9 95	> 142,4	1,5 73
Dojrzałość woskowa — zbiór wax maturity — harvest	< 53,5	1,9 95	53,5–80,7	1,5 75	> 80,7	2,6 130
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	< 373,0	1,8 90	373,0–472,2	2,3 116	> 472,2	1,6 80

W tej fazie przy opadach średnich w przedziale 28,6–36,6 mm, udział pośladu w plonie ziarna wyraźnie wzrastał i stanowił 133% średniego procentowego udziału. W dalszym okresie rozwoju, od wschodów do krzewienia opady niskie < 10,5 mm okazały się sprzyjające do uzyskiwania w plonie ziarna niskiego udziału pośladu, który stanowił 93% średniego udziału z wielolecia. W okresie rozwojowym od krzewienia do strzelania w źdźbło dla udziału pośladu korzystne okazały się opady niskie i średnie. W agrofenofazie strzelanie w źdźbło – kłoszenie otrzymano zbliżony udział procentowy

pośladu w ziarnie owsa. Należy zaznaczyć, że jest to początek zwiększonych potrzeb wodnych owsa, który trwa do dojrzałości woskowej. W fazie od kłoszenia do dojrzałości woskowej przy opadach wysokich powyżej 142,4 mm udział pośladu w plonie był najniższy i stanowił 73% średniego udziału z wielolecia. W okresie rozwojowym od dojrzałości woskowej do zbioru, kiedy to występuje dalsze wypełnianie ziarniaków, sprzyjające okazały się opady średnie 53,5–80,7 mm, udział pośladu był wtedy najniższy i stanowił 75% średniego udziału pośladu z okresu badań. Przy opadach wysokich udział pośladu w plonie był największy, natomiast mniejszy przy opadach niskich i stanowił odpowiednio 130 i 95%. W całym okresie wegetacji przy opadach wysokich > 472,2 mm notowano najniższy udział pośladu w plonie ziarna, natomiast przy opadach niskich i średnich, udział był znacznie wyższy i stanowił odpowiednio 80 i 116% średniego udziału pośladu w badanych latach.

WNIOSKI

Przedstawiona w pracy metoda pozwoliła na oszacowanie udziału wybranych cech jakościowych plonu ziarna owsa, w zależności od przebiegu opadów atmosferycznych w jego wydzielonych fazach rozwojowych.

1. W fazie od siewu do wschodów opady > 36,6 mm kształtowały niski udział łuski w plonie ziarna owsa, natomiast przy opadach z przedziału 28,6–36,6 mm notowano wysoką masę 1000 nasion, a także niski udział pośladu.
2. Od wschodów do krzewienia dla analizowanych cech ziarna owsa sprzyjające okazały się opady < 10,5 mm, prawie 3-krotnie niższe od średniej wieloletniej z okresu badań.
3. W fazie krzewienie — strzelanie w źdźbło opady > 45,2 mm wpływały na niski udział łuski, < 23,5 mm kształtowały wysoką masę 1000 ziaren, a z przedziału 23,5–45,2 mm sprzyjały niskiemu udziałowi pośladu w plonie ziarna owsa.
4. W czasie zwiększonych potrzeb wodnych owsa, od strzelania w źdźbło do dojrzałości woskowej opady zbliżone do średniej wieloletniej z okresu badań zawarte w przedziale 86,5–142,3 były optymalne dla uzyskania niskiego udziału łuski, natomiast opady wyższe o około 20 mm sprzyjały osiągnięciu wysokiej masy 1000 nasion i obniżały udział pośladu w plonie ziarna owsa.
5. Opady niższe o ponad 10 mm od średniej wieloletniej w agrofenofazie dojrzałość woskowa — zbiór sprzyjały niższemu udziałowi łuski w plonie ziarna. Dla uzyskania wysokiej masy 1000 nasion i niskiego udziału pośladu optymalne opady wynosiły 53,5–80,7 mm.
6. Optymalne opady w okresie wegetacji owsa dla uzyskania wysokiej masy 1000 nasion i niskiego udziału pośladu stanowiły 472,2 mm, natomiast dla niskiego udziału łuski w plonie ziarna owsa korzystne okazały się opady w wysokości < 373,0 mm.

LITERATURA

- Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Pilzłó H. 1999. Ocena możliwości uprawy wczesnych rodów owsa warunkach Beskidu Niskiego. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 84 — 89.
- Dziężyć J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 314: 11 — 33.
- Gąsiorowski H., Klockiewicz-Kamińska E., Chalcarz A., Górecka D. 1997. Charakterystyka polskiego owsa. Cz. II. Technologiczne wskaźniki jakości polskiego owsa. *Biuletyn AR w Poznaniu Zakładu Technologii Zbóż*. 6: 42 — 53.
- Kaczorowska Z. 1986. *Pogoda i klimat*. WSiP, Warszawa.
- Kuś J., Smagacz J., Kamińska M. 1999. Porównanie plonowania owsa z innymi gatunkami zbóż w trwałym doświadczeniu płodozmianowym. *Polskie Tow. Techn. Żywności. Żywność* 1 (18), Kraków: 60 — 68.
- Machnik R. 1973. Przyrodnicza reprezentatywność stacji doświadczalnych oceny odmian. *Biul. Oc. Odm. COBORU*, z. 4, PWN, Warszawa-Poznań: 23 — 86.
- Machnik R., Rybarczyk J. 1988. Termiczne i opadowe podobieństwo stacji doświadczalnych oceny odmian. *Zeszyt* 1 (23), COBORU, Słupia Wielka.
- Makowiecki J. 1986. Ocena zapotrzebowania ziemniaków na opady atmosferyczne metodą modelową. *Zesz. Probl. PNR* z. 268: 315 — 323.
- Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych*. 1988 Wydanie I, COBORU, Słupia Wielka.
- Nita Z. T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 186 — 192.
- Noworolnik K., Polak E., Ruskowska B. 1981. Porównanie produktywności jęczmienia i owsa na glebach kompleksu żytńskiego słabego. *Pam. Puł.* 74: 113 — 122.
- Panek K. 1993. Czynniki plonotwórcze — plonowanie roślin. Rozdział 4, *Opady*. Praca zbiorowa pod redakcją J. Dziężyca, PWN, Warszawa: 149 — 241.
- Panek K. 1992. Działanie i współdziałanie opadów na plonowanie owsa w różnych rejonach kraju. *Biul. Inf. ART. Olsztyn*, 33: 95 — 104.
- Pilzłó H., Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R. 1999. Skład chemiczny nowych rodów owsa uprawianego w warunkach Beskidu Niskiego. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1, (18), Kraków: 142 — 146.
- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo termiczne. *Fragm. Agron.* 3 (47): 21 — 32.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Lepiarczyk A., Łabza T., Hochół T., Pasek T. 1999. Plonowanie owsa w okolicach Krakowa w zależności od warunków pogodowych i sposobu uprawy roli. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 186 — 152.
- Ścigalska B. 1999. Plonowanie odmian owsa w zależności od gęstości siewu w warunkach regionu południowo-wschodniego. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 153 — 160.
- Trybała M. 1996. *Gospodarka wodna w rolnictwie*, PWRiL, Warszawa.
- Wojciechowska U. 1993. *Fizjologia owsa*. Praca zbiorowa pod redakcją J. Mazurek, IUNG, Puławy, R (304).

BARBARA SKOWERA**JAN KOŁODZIEJ**

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej

Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Akademia Rolnicza w Krakowie

Wpływ czynników termiczno-opadowych na plonowanie owsa w Kotlinie Orawsko- Nowotarskiej

Influence of thermal and precipitation factors on yield of oat in the Orawsko- Nowotarska Basin

Praca została oparta na materiałach publikowanych przez COBORU oraz na materiałach meteorologicznych IMGW z lat 1985–1996 dla Łopusznej. Dane dotyczyły średnich plonów owsa oraz terminów występowania kolejnych faz fenologicznych. W pracy wykorzystano również dobowe dane meteorologiczne z miejscowej stacji meteorologicznej. Przedmiotem badań było ilościowe określenie oddziaływania warunków termicznych (temperatury średniej, maksymalnej i minimalnej powietrza) i opadowych (sum opadów atmosferycznych i liczby dni z opadem) na plonowanie owsa uprawianego w warunkach klimatycznych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Stwierdzono zależność plonów owsa od warunków meteorologicznych, przede wszystkim takich elementów jak: temperatury średniej powietrza w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło, liczby dni z opadem i sumy opadów w okresie od dojrzałości woskowej do zbioru oraz od długości okresu wegetacyjnego owsa.

Słowa kluczowe: fazy rozwojowe, owies, opady, plony, temperatura

The work was based on materials published by COBORU and meteorological data worked out by IMGW in the years 1985–1996 for Łopuszna. These data concerned mean yield of oat and terms for consecutive phenological stages. Daily meteorological data concerning mean, maximum and minimal air temperature as well as precipitation sums and number of days with precipitation were used in the work either. The aim of the work was quantitative determination of influence of thermal (mean, maximum and minimal air temperature) and precipitation (sums of precipitation and number of days with precipitation) conditions on yield of oat cultivated in climatic conditions of the Orawsko-Nowotarska Basin. The influence of meteorological conditions on yield proved to be statistically significant. The most important were effects of mean and extreme air temperatures in the flowering-shooting phase, number of days with precipitation and sums of precipitation between sowing and harvest as well as effect of length of oat growing season.

Key words: oat, phenological stages, precipitation, temperature, yields

WSTĘP

Owies jest cenną rośliną, o wysokich walorach odżywczych, dlatego też zalecany jest w diecie człowieka. Bezdyskusyjne są również jego walory jako rośliny paszowej. Jego uprawa rozpowszechniona jest na terenie całego kraju, jednak uprawa w regionach zgodnie z wymaganiami siedliskowymi może przyczynić się do zwiększenia plonów tej rośliny (Gąsiorowski in., 1997; Panek, 1992, 1993). Wiele opracowań rolniczych charakteryzujących wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa dotyczy obszarów nizinnych (Bobrecka-Jamro, 1999; Rudnicki, 1995; Ścigalska, 1999; Stupnicka, i in., 1999, Michalski i in., 1999). Natomiast owies uprawiany w terenach górskich znajduje korzystne warunki rozwoju ze względu na swoje duże wymagania wilgotnościowe i mniejsze ciepłne, szczególnie na glebach kompleksu owsiano-pastewnego, gdzie uzyskuje się znacznie wyższe plony od jęczmienia jarego (Witek, 1979; Noworolnik i in., 1981; Skowera, 2000).

W polskiej literaturze agrometeorologicznej dotyczącej wpływu warunków pogodowych na plonowanie owsa jest dużo prac dotyczących obszarów nizinnych, natomiast obszary górskie są uboższe w tego typu opracowania ze względu na duże zróżnicowanie warunków meteorologicznych oraz brak reprezentatywnych danych meteorologicznych. Istniejące prace uwzględniające ilościowy wpływ warunków pogodowych na plonowanie zbóż dotyczyły całego obszaru Pogórza i Beskidów, bez uwzględniania zróżnicowania lokalnych warunków klimatycznych. Z elementów meteorologicznych brane były pod uwagę tylko opady atmosferyczne rozpatrywane w aspekcie częstości opadów i sum opadów (Zawora in., 1990; Zawora i in., 1991). W pracy Skowery (2000) dotyczącej związków pomiędzy elementami meteorologicznymi (średnimi temperaturami powietrza i sumami opadów) a plonami owsa w piętrach wysokościowych polskich Karpat Zachodnich, autorka określiła wpływ piętrowego zróżnicowania tych elementów na plonowanie owsa. O wysokości plonów owsa na tych obszarach decyduje przede wszystkim wysokość temperatury w kwietniu i sumy opadów w maju.

Autorzy niniejszego opracowania podjęli próbę określenia udziału sumy opadów atmosferycznych i liczby dni z opadami w powiązaniu z temperaturą w wydzielonych okresach rozwojowych na plonowanie owsa w warunkach klimatycznych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej.

MATERIAŁ I METODA

Dane dotyczące plonowania owsa pochodziły z doświadczeń odmianowych przeprowadzonych na stacji doświadczalnej COBORU i opublikowane w Syntezach Wyników Doświadczeń Odmianowych (1985–1996). W czasie wegetacji owsa notowano daty pojawiania się kolejnych faz rozwojowych. Dane meteorologiczne pochodzą z miejscowej stacji IMGW zlokalizowanej wśród pól doświadczalnych. Dotyczyły one godziennych pomiarów temperatury powietrza i jej wartości skrajnych, dobowych sum i liczby dni z opadem. Gleby pól doświadczalnych należą do 11, 12 i 13 kompleksu glebowo-rolniczego. Na uwagę zasługuje wysoka reprezentatywność obszarowa Stacji Doświadczalnej w Łopusznej. Jak podaje Machnik (1973) oraz Machnik i Rybarczyk (1988)

obejmuje ona południową część Beskidu Zachodniego i północną część Obniżenia Orawsko-Podhalańskiego (wschodnie krańce Beskidu Żywieckiego, Gorce, Kotlina Orawsko-Nowotarską i Rów Podtatrzański). Rozpatrywano wpływ warunków termiczno-opadowych na plonowanie owsa w następujących okresach rozwojowych:

- siew — wschody,
- wschody — krzewienie,
- krzewienie strzelanie w źdźbło,
- strzelanie w źdźbło — kłoszenie,
- kłoszenie — dojrzałość woskowa,
- dojrzałość woskowa — zbiór,
- siew — zbiór.

Dla określenia związku pomiędzy długością kolejnych faz i wybranymi czynnikami pogody na plon owsa wykorzystano metodę regresji wielokrotnej krokowej. W pierwszym etapie obliczono współczynniki korelacji, ich istotność pozwoliła na wprowadzenie zmiennych do równania regresji wielokrotnej.

WYNIKI

Przebieg pogody w latach badań 1985–1996 był bardzo zróżnicowany, co znalazło odbicie w plonowaniu owsa. Średnie plony w Łopusznej kształtowały się na poziomie 52,8 dt/ha i wahały się od 31,8 dt/ha do 66,5dt/ha, co stanowiło 60,2% do 125,9% plonu średniego wieloletniego (tab. 3). Najniższe plony uzyskano w latach o szczególnie niekorzystnym przebiegu pogody (1985 i 1996), a najwyższe w latach o korzystnym przebiegu (1992 i 1991).

W roku 1985, w okresie wegetacji owsa wystąpiły w Łopusznej obfite i częste deszcze (676 mm opadu, 87 dni z opadem). Niskie temperatury w fazie siew-wschody i wschody-krzewienie wydłużyły okres pierwszy i drugi oraz opóźniły występowanie następnych faz rozwojowych. W fazie siew — krzewienie zanotowano wtedy w Łopusznej ponad 310 mm opadu, przy 44 dniach z opadem. Warunki termiczne podczas wegetacji owsa w roku 1985 były przeciętne — tylko czerwiec był bardzo chłodny. Opady w tym czasie przekroczyły znacznie średnią wieloletnią — tylko w lipcu były one w granicach normy dla tego miesiąca (tab. 3).

W roku 1996 suma opadów w okresie od siewu do zbioru wynosiła 628 mm przy 90 dniach z opadem, ale ich rozkład był inny niż w 1985 roku; w dwu pierwszych fazach rozwojowych suma opadów wynosiła 41,4 mm przy 12 dniach z opadem i dość wysokiej temperaturze powietrza. Wysokie opady atmosferyczne wystąpiły w okresie kłoszenie-dojrzałość woskowa — 198,5 mm (30 dni z opadem), a długość tej fazy stanowiła 52 dni. W następnej fazie, dojrzałość woskowa-zbiór opady były jeszcze wyższe i wynosiły 262,8mm przy 30 dniach z opadem, co przy dość niskiej temperaturze powietrza (9,9°C) w tym czasie spowodowało wydłużenie tego okresu do 45 dni (tab. 1). Charakterystykę warunków pogodowych w tym roku ilustruje tabela 3.

Tabela 1

Charakterystyki warunków meteorologicznych w kolejnych okresach rozwojowych owsa w Łopusznej (1985–1996)**Characteristics of meteorological conditions in consecutive development stages of oat in Łopuszna (1985–1996)**

Okresy rozwojowe Development stages	Długość okresu rozwojowego Length of development stages (dni/days)	Temperatura średnia powietrza Mean air temperature (°C)	Suma opadów Precipitation (mm)	Liczba dni z opadem Number of days with precipitation
Siew-wschody Swing-emergence	18	7,5	31,3	8
Wschody-krzewienie Emergence-tillering	17	9,7	50,5	8
Krzewienie-strzelanie w źdźbło Flowering-shooting	15	12,4	49,2	8
Strzelanie w źdźbło-kłoszenie Shooting-earing	33	14,9	103,3	16
Kłoszenie-dojrzałość woskowa Earing-wax maturity	43	15,8	132,3	19
Dojrzałość woskowa-zbiór Wax maturity-harvest	25	13,4	68,7	10
Siew-zbiór Sowing-harvest	145	13,0	435,3	69

Najwyższe plony owsa uzyskano w latach 1992 i 1991. Wystąpiły wtedy dla owsa najkorzystniejsze warunki pogodowe, przeciętne i niskie opady oraz umiarkowane temperatury powietrza (tab. 3). W roku 1992 suma opadów od siewu do wschodów wynosiła 256 mm przy 51 dniach z opadem, średnia temperatura wynosiła 13,6°C. Wyższe niż w pozostałych latach temperatury powietrza i niższe opady atmosferyczne, oraz korzystny ich rozkład przyczyniły się do skrócenia okresów międzyfazowych i w konsekwencji całego okresu od siewu do zbioru w porównaniu z pozostałymi latami. Najwyższy plon owsa uzyskano w roku 1992, wynosił on 66,5 dt/h, co stanowiło 125,9% plonu średniego wieloletniego, pomimo że na obszarze całej Polski w miesiącach letnich panowała dotkliwa susza atmosferyczna i glebowa. W miesiącach wiosennych (III–IV) wystąpiły przeciętne warunki termiczne i opadowe, tylko maj był nieco chłodniejszy w stosunku do średniej wieloletniej, ale w warunkach naturalnie wilgotnego klimatu górskiego były to korzystne warunki dla uprawy owsa.

Z analizy obliczonych współczynników korelacji pomiędzy elementami meteorologicznymi w kolejnych fazach rozwojowych a plonami owsa wynika, że istotny ujemny wpływ na plonowanie owsa w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej miały temperatury średnie w fazie wschody-krzewienie (tab. 2). Temperatury średnie, maksymalne i minimalne istotnie, ujemnie oddziaływały na plon w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło, natomiast w czasie strzelanie w źdźbło-kłoszenie temperatury średnie, oraz sumy opadów i liczba dni z opadem w fazie dojrzałość woskowa-zbiór. Wysokie i częste opady w okresie od siewu do zbioru, a szczególnie w fazie dojrzałość woskowa-zbiór, oraz zbyt wysokie temperatury powietrza w okresie wschody-kłoszenie powodują obniżenie plonów owsa (tab. 1, tab. 3). Najwyższe plony uzyskano w latach 1992 i 1991, gdy temperatura średnia w fazie

krzewienie-strzelanie w źdźbło wynosiła od 8,2° do 13,0°C, a w fazie strzelanie w źdźbło-kłoszenie od 12,1° do 14,3°C. Najniższe plony uzyskano w latach 1996 i 1985 przy temperaturach odpowiednio: 12,0°, 13,5°C i 18,9°, 18,4°C w wymienionych kolejno okresach rozwojowych. Tylko w trzeciej fazie; krzewienie-strzelanie w źdźbło uzyskano istotne ujemne związki plonów owsa z temperaturami ekstremalnymi. W roku 1992, gdy plony były najwyższe średnia temperatura maksymalna wynosiła 16,6°C, a najniższe plony uzyskano w roku 1996 przy temperaturze maksymalnej 26,2°C. Podobne związki statystyczne uzyskano z temperaturą minimalną: w tych samych latach najwyższe plony uzyskano przy średniej temperaturze minimalnej 4,3°C, a najniższe przy temperaturze 6,0° i 7,4°C w roku 1985. W pozostałych okresach rozwojowych wpływ temperatury na plony owsa okazał się statystycznie nieistotny.

Tabela 2

Wartości współczynników korelacji pomiędzy plonami a wybranymi elementami meteorologicznymi (1985–1996)

Values of correlation coefficients between yield and some meteorological elements

	Siew wschody Sowing- emergence	Wschody krzewienie Emergence- tillering	Krzewienie strzelanie w źdźbło Tillering- shooting	Strzelanie w źdźbło kłoszenie Shooting- earing	Kłoszenie dojrzałość woskowa Earing-wax maturity	Dojrzałość woskowa zbiór Wax maturity- harvest	Siew-zbiór Sowing- harvest
Długość fazy Length of development stage	-0,44	-0,24	-0,05	0,34	-0,11	-0,45	-0,28
średnia mean	-0,42	-0,61	-0,51	-0,59	0,18	0,33	-0,11
Tempe- ratura maks. max.	-0,18	-0,31	-0,64	-0,42	0,15	0,31	0,02
Tempe- ratura min. min.	-0,36	-0,41	-0,58	-0,07	0,31	0,11	-0,08
Suma opadów Sum of precipitation	0,14	-0,31	-0,10	0,07	-0,25	-0,66	-0,53
Liczba dni z opadem Number of days with precipitation	0,44	-0,32	0,04	0,31	-0,23	-0,67	-0,32

Wartości krytyczne współczynników korelacji dla; Critical values of correlation coefficients: $\alpha = 0.1$ $r = 0.4575$, $\alpha = 0.05$ $r = 0.5324$, $\alpha = 0.02$ $r = 0.6120$, $\alpha = 0.01$ $r = 0.6614$

Opady atmosferyczne, a przede wszystkim ich rozkład istotnie, ujemnie wpływały na wysokość plonów w fazie dojrzałość woskowa-zbiór, gdyż wysokie opady powodują wtedy niekorzystne warunki zbioru zbóż i mogą wpłynąć również na obniżenie jakości zebranego ziarna. Liczba dni z opadem w tym okresie w latach, gdy uzyskano najwyższe plony owsa (1992, 1991) wynosiła od 3 do 11, natomiast w latach, gdy plony były najniższe (1985, 1996) ich liczba w tym okresie stanowiła odpowiednio 30 i 11 dni. W pozostałych okresach uzyskane związki plonów z opadami były statystycznie nieistotne. Nie świadczy to o mniejszym znaczeniu opadów dla rozwoju owsa w tym regionie, lecz oznacza, że

opady są wystarczające do zaspokojenia potrzeb wodnych tej rośliny — nawet, gdy są bardzo niskie, jak w roku 1992. Wysokie opady jakie wystąpiły w roku 1985 i 1996 powodowały obniżenie plonów.

Tabela 3

Charakterystyka warunków cieplno-wilgotnościowych w Łopusznej w latach 1985–1996
Characteristic of heat and moisture conditions and yield of oat in Łopuszna in the years 1985–1996

Rok Year	Marzec March	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Plony Yield	
								dt/ha	%
1985	n/p	n/w	c/bw	bch/w	n/p	c/sw	n/p	40,9	77,5
1986	n/bs	bc/ss	sc/p	c/p	n/s	c/p	n/bs	46,8	88,6
1987	sch/w	n/s	ch/bw	c/s	sc/bs	bch/p	bc/p	59,8	113,6
1988	bch/p	ch/s	n/s	ch/p	n/p	n/p	n/p	49,2	93,2
1989	c/p	c/bw	ch/bw	bch/bw	ch/bw	ch/p	n/p	51,3	97,2
1990	bc/p	n/bw	n/p	n/bw	bch/p	c/w	sch/sw	62,0	117,4
1991	bc/bs	ch/p	sch/p	n/s	n/p	n/bw	n/p	65,0	123,1
1992	n/p	n/p	ch/p	n/s	n/s	sc/bs	ch/w	66,5	125,9
1993	ch/w	n/p	c/p	ch/p	bch/p	ch/p	ch/s	62,8	118,9
1994	c/bw	n/bw	ch/p	n/p	bc/p	n/p	bc/s	49,8	94,3
1995	n/w	ch/w	bch/p	n/w	c/bs	bch/p	ch/p	48,4	91,7
1996	ch/p	ch/s	n/w	n/s	sch/w	ch/bw	sch/sw	31,8	60,2

Temperatura; Temperature: sc — Skrajnie ciepły; Extremely warm, bc — Bardzo ciepły; Very warm, c — Ciepły; Warm, n — Normalny; Normal, ch — Chłodny; Cool, bch — Bardzo chłodny; Very cool, sch — Skrajnie chłodny; Extremely cool (wg Ziemińskiej, 2000)

Opady; Precipitation: ss — Skrajnie suchy; Extremely dry, bs — Bardzo suchy; Very dry, s — Suchy; Dry/, p — Przeciętny; Intermediate,

w — Wilgotny; Humid, bw — Bardzo wilgotny; Very humid, sw — Skrajnie wilgotny; Extremely humid (wg Kaczorowskiej, 1962)

Przeprowadzone analizy korelacji i regresji wielokrotnej krokowej potwierdzają duży wpływ przebiegu pogody w na wysokość plonów owsa. Ścigalska (1999) i Michalski i wsp. (1999) podkreślają, że zależność plonów owsa od temperatury jest dość słaba, natomiast duża od wysokości opadów, a zwłaszcza ich rozkładu. W niniejszym opracowaniu uzyskane wyniki są częściowo tylko zbieżne z wynikami wymienionych autorów, a wynika to ze specyfiki górskiego klimatu Łopusznej. Autorzy niniejszego opracowania wykorzystali dane dobowe dotyczące wartości elementów meteorologicznych, terminy występowania kolejnych faz rozwojowych oraz wartości plonów pochodzących z doświadczeń polowych z dwunastu kolejnych lat. Z meteorologicznego i statystycznego punktu widzenia jest to wystarczająco długi okres, żeby zbudować model opisujący zależność plonów od czynników determinujących ich wysokość. Ze względu na dużą ilość zmiennych niezależnych (większą niż $n = 12$), do budowy modelu regresji wielokrotnej wykorzystano tylko te elementy, których korelacja z plonami była istotna statystycznie (tab. 2). Następnie opracowano model regresji z krokowym doбором najlepszych zmiennych niezależnych. Wybrano model zależności plonów od warunków pogodowych dla poziomu istotności przynajmniej $\alpha = 0,05$.

Zależność plonowania nasion owsa od przebiegu warunków termiczno-opadowych w czasie wegetacji owsa opisuje równanie:

$$Y = -0,79x_1 - 3,80 x_2 + 2,88 x_3 + 1,72 x_4 - 0,20 x_5 - 0,37 x_6 - 0,05 x_7 - 9,16$$

$F_{\text{oblicz.}} = 48,42$; $F_{\text{teoret}} = 2,95$; $R^2 = 99,54$

x_1 — temperatura średnia w okresie wschody-krzewienie,

x_2 — temperatura średnia w okresie krzewienie-strzelanie w źdźbło,

x_3 — temperatura maksymalna w okresie krzewienie-strzelanie w źdźbło,

x_4 — temperatura minimalna w okresie krzewienie-strzelanie w źdźbło,

x_5 — suma opadów od dojrzałości woskowej do zbioru,

x_6 — liczba dni z opadem od dojrzałości woskowej do zbioru,

x_7 — suma opadów w okresie od siewu do zbioru.

Podstawiając wartości elementów meteorologicznych do uzyskanego modelu plony obliczone w roku 1992 wynoszą 66,1 dt/ha, w 1991 — 64,8 dt/ha, w 1985 — 40,7 dt/ha i w 1996 — 31,6 dt/ha.

Przeprowadzona analiza regresji wielokrotnej krokowej potwierdziła istotne zależności uzyskane w rachunku korelacji plonów owsa przede wszystkim od temperatury średniej powietrza w fazach: wschody-krzewienie (x_1) i krzewienie-strzelanie w źdźbło (x_2), sumy opadów (x_7) od siewu do zbioru, a szczególnie w ostatniej fazie tuż przed zbiorami (x_5) oraz liczby dni z opadem w tej fazie (x_6).

Uzyskane zależności plonów od przebiegu warunków pogodowych różnią się od wyników uzyskanych w opracowaniach dotyczących nizinnej części Polski (Michalski i in., 1999; Panek, 1992, 1993; Rudnicki, 1995; Ścigalska, 1999). Nie mniej jednak uzyskane w niniejszej pracy istotne związki temperatury powietrza z wysokością plonów owsa potwierdzają opinie Rudnickiego (1995), Stupnickiej-Rodzinkiewicz i wsp. (1999) oraz Ścigalskiej (1999) odnośnie większej wrażliwości owsa na warunki cieplne w fazach: wschody-krzewienie, krzewienie-strzelanie w źdźbło, strzelanie w źdźbło-kłoszenie. Obliczone związki dotyczące wpływu opadów na plony owsa nie są możliwe do porównania z opracowaniami dla innych regionów Polski (Michalski i in., 1999). Wynika to ze specyfiki klimatu lokalnego Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, jak również metody opracowania.

WNIOSKI

1. Nie stwierdzono związków statystycznych pomiędzy plonami owsa a długością trwania poszczególnych faz rozwojowych.
2. Uzyskano istotne współczynniki korelacji plonów z temperaturą powietrza i opadami atmosferycznymi w niektórych fazach.
3. Wystąpiły istotne, ujemne korelacje plonów owsa z temperaturą średnią powietrza w fazach: wschody-krzewienie, krzewienie-strzelanie w źdźbło i strzelanie w źdźbło-kłoszenie.
4. Temperatury minimalne i maksymalne istotnie, ujemnie wpływały na plony w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło.
5. Istotne statystycznie, ujemne związki plonów z sumami opadów i liczbą dni z opadem wystąpiły w fazie dojrzałość woskowa-zbiór i dla plonów z sumą opadów w całym okresie wegetacji.

6. W ujęciu regresji wielokrotnej krokowej plonowanie owsa najsilniej zależało od temperatury średniej w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło, liczby dni z opadem i sumy opadów w fazie dojrzałość woskowa-zbiór.
7. Obliczenia statystyczne potwierdzają, że czynniki klimatyczne determinowały wysokość uzyskanych plonów owsa w warunkach przyrodniczych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej

LITERATURA

- Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Pilzłó H. 1999. Ocena możliwości uprawy wczesnych rodów owsa w warunkach Beskidu Niskiego. *Polskie Tow. Tech. Żywn.* 1 (18), Kraków: 84 — 89.
- Gąsiorowski H., Klockiewicz-Kamińska E., Chalcarz A., Górecka D. 1997. Charakterystyka polskiego owsa. Cz. II. Technologiczne wskaźniki jakości polskiego owsa. *Biul. AR w Poznaniu Zakładu Technologii Zboż.* 6: 42 — 53.
- Kaczorowska Z. 1986. *Pogoda i klimat*. Wyd. Szkol. i Pedagog., Warszawa: 315.
- Machnik R. 1973. Przyrodnicza reprezentatywność stacji doświadczalnych oceny odmian. *Biuletyn Oceny Odmian, COBORU*, z. 4, PWN. Warszawa-Poznań: 23 — 86.
- Machnik R., Rybarczyk J. 1988. Termiczne i opadowe podobieństwo stacji doświadczalnych oceny odmian. *Zeszyt 1 (23), COBORU, Słupia Wielka*: 20.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 46 — 52.
- Noworolnik K., Polak E., Ruskowska B. 1981. Porównanie produktywności jęczmienia i owsa na glebach kompleksu żytanego słabego. *Pam. Puł.* 74: 113 — 122.
- Panek K. 1993. Czynniki plonotwórcze — plonowanie roślin, rozdział 4, *Opady*. Praca zbiorowa pod redakcją J. Dzieżyca, PWN, Warszawa: 149 — 241.
- Panek K. 1992. Działanie i współdziałanie opadów na plonowanie owsa w różnych rejonach kraju. *Biul. Inf. ART. Olsztyn*, 33: 95 — 104.
- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agron.* 3 (47): 21 — 32.
- Stupnicka-Rodzyńkiewicz E., Lepiarczyk A., Łabza T., Hochół T., Pasek T. 1999. Plonowanie owsa w okolicach Krakowa w zależności od warunków pogodowych i sposobu uprawy roli. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 186 — 152.
- Syntezy Wyników Doświadczeń Odmianowych, Zboża Jare. 1985–1996. *Zesz.* 746–1090, COBORU, Słupia Wielka.
- Ścigalska B. 1999. Plonowanie odmian owsa w zależności od gęstości siewu w warunkach regionu południowo-wschodniego. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 153 — 160.
- Skowera B. 2000. Wpływ elementów meteorologicznych na plonowanie roślin uprawnych w piętrach wysokościowych polskich Karpat Zachodnich. *Acta. Agroph. Vol.* 34: 169 — 180.
- Witek T. 1979. Wpływ jakości gleby na plonowanie roślin uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 224: 35 — 46.
- Zawora T., Olechnowicz-Bobrowska B., Pasela E. 1990. Wpływ ilości i częstości opadów atmosferycznych na plonowanie roślin uprawnych w Karpatach Zachodnich. *Probl. Zagosp. Ziem Górskich*, 30: 89 — 102.
- Ziarnicka A. 2001. Klasyfikacja odchyleń od normy temperatury powietrza w Polsce Południowo-wschodniej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. IŚ, z. 21*: 7 — 18.

ALEKSANDER SZMIGIEL¹**ANDRZEJ ZŁOBECKI**²¹ Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin² Katedra Podstaw Budowy Maszyn
Akademia Rolnicza w Krakowie

Odporność oplewionych i nieoplewionych ziarniaków owsa na uszkodzenia mechaniczne

Resistance of husked and naked oat seeds to mechanical damage

W pracy przedstawiono ocenę odporności ziarna owsa odmiany oplewionej Chwat i nagoziarnistej Akt na uszkodzenia mechaniczne. Odmiany owsa uprawiano w roku 2001 w zróżnicowanych warunkach siedliskowych: w okolicach Krakowa na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego (czarnoziem zdegradowany położony na lessie), oraz w Kotlinie Sądeckiej na wysokości 365 m n.p.m. na glebie kompleksu pszennego górskiego (gleba brunatna). Odmiany owsa uprawiano w czystym siewie oraz w mieszance z jęczmieniem jarym. Ocenę odporności ziarna na uszkodzenia mechaniczne przeprowadzono wykonując próby zgniatania ziarna między dwiema stalowymi płytkami w układzie zaprogramowanym przez Mohseina (Kolowca, 1979). Ziarniaki zgniatano w położeniu bruzdką w dół. Wartość siły zgniatania rejestrowano w momencie powstania uszkodzenia. Pomiary wykonywano na 400 ziarniakach dla każdego obiektu. Uzyskane rozkłady wartości sił porównywano z szeregiem popularnych rozkładów statystycznych występujących w doświadczałnictwie (Ślipek, 1987). Największe parametry zgodności uzyskano dla rozkładu Weibulla. Parametry tego rozkładu określono przez zastosowanie estymacji nieliniowej, a porównania parametrów rozkładów pomiędzy próbami dokonano graficznie. Wyniki pomiarów siły w granicy mikrouszkodzeń dla ziarna oplewionego (odmiana Chwat) zależały istotnie od warunków siedliskowych. Natomiast ziarniaki nagie (odm. Akt) wykazywały małą zmienność reakcji na uprawę w różnych warunkach siedliskowych.

Słowa kluczowe: owies nagi, owies oplewiony, uszkodzenia mechaniczne ziarna

The paper presents an assessment of resistance to mechanical damage for two oat cultivars: husked Chwat and naked Akt. The oats were cultivated in 2001 under diverse site conditions: in the vicinity of Krakow on very good wheat soil complex (degraded chernozem on loess) and in the Sądecka Basin on 365 m a.s.l. on a mountain wheat soil complex (brown soil). The both oat cultivars were grown as pure cultures and in mixtures with spring barley. The assessment of grain resistance to mechanical damage was carried out by means of grain crushing between two steel plates in the system programmed by Mohsein (Kolowca, 1979). The seeds were crushed furrow down. The strength value was registered when the damage appeared. The measurements were made on 400 seeds for each object. The obtained strength value distributions were compared with a series of popular statistic distributions useful in experimentation (Ślipek, 1987). The highest compatibility parameters were obtained for the Weibull distribution. The parameters of this distribution were determined by application of non-linear estimation, while comparisons between distributions among samples were done graphically. The results

of strength measurements within the microdamage range for the husked grain (Chwat cv.) changed significantly depending on cultivation conditions. The naked seed (Akt cv.) strength was independent on the cultivation conditions.

Key words: husked oat, naked oat, mechanical damage of seeds

WSTĘP

Wprowadzenie do uprawy nieoplewionych odmian owsa stwarza konieczność określenia ich odporności na uszkodzenia mechaniczne (Piech i in., 1999). Różnice w budowie morfologicznej ziarniaków oplewionych i nagoziarnistych mogą powodować ich różną odporność na uszkodzenia mechaniczne, zwłaszcza przy zastosowaniu zbioru mechanicznego (Budzyński, 1999; Piech i in., 1999). Poznanie odporności na uszkodzenia ziarniaków odmian nieoplewionych pozwoli na odpowiednie ustalenie parametrów pracy kombajnu, a tym samym na zmniejszenie mechanicznych uszkodzeń (Ślipek, Złobecki, 1983). W naszym kraju bardzo często uprawia się zboża jare w mieszankach międzygatunkowych, dotyczy to zwłaszcza owsa i jęczmienia jarego (Nita, Ormowska, 1996). Dlatego w niniejszym opracowaniu podjęto próbę określenia odporności na uszkodzenia mechaniczne oplewionych i nagoziarnistych odmian owsa uprawianych w czystym siewie i mieszance z jęczmieniem jarym. W nauce dotyczącej wytrzymałości materiałów nie ma odrębnej dziedziny zajmującej się wytrzymałością materiałów pochodzenia biologicznego. Nie ma praw i sformułowań dotyczących wytrzymałości tej grupy materiałów. Istnieje zatem potrzeba tego typu badań.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań było ziarno owsa oplewionego odmiany Chwat oraz nieoplewionej odmiany Akt uprawianych w roku 2001. Doświadczenia polowe prowadzono w zróżnicowanych warunkach siedliskowych; jedno doświadczenie lokalizowane było na terenie nizinnym w okolicach Krakowa w miejscowości Prusy na glebie określanej jako czarnoziem zdegradowany, kompleks pszenny bardzo dobry, drugie w Kotlinie Sądeckiej w miejscowości Nawojowa (wys. 365 m n.p.m.) na glebie brunatnej zaliczanej do kompleksu pszennego górskiego. Odmiany owsa uprawiano w czystym siewie oraz w mieszance z jęczmieniem jarym. Nawożenie mineralne w ilości N — 50 kg/ha, P₂O₅ — 40 kg/ha, K₂O — 60 kg/ha zastosowano przed siewem. Ilość wysiewu dostosowana była do warunków uprawy, przy czym w mieszance oba komponenty stanowiły po 50% normy wysiewu.

Rok 2001 odznaczał się większą ilością opadów w stosunku do średniej wieloletniej. W okresie wegetacji owsa suma opadów w Prusach była wyższa o 134 mm. W Nawojowej rok 2001 był wyjątkowo wilgotny, a suma opadów w okresie wegetacji owsa przewyższała średnią wieloletnią o ponad 500 mm. W obu miejscowościach temperatura powietrza była wyższa od przeciętnej.

Ocenę odporności ziarna na uszkodzenia przeprowadzono wykonując próby zgniatania ziarna pomiędzy dwiema stalowymi płytkami w układzie zaproponowanym przez N. Mohsenina (Kolowca, 1979). Ziarniaki zgniatano w położeniu bruzdką w dół.

Rejestrowano wartości siły zgniatania w momencie powstawania uszkodzenia. Pomiary wykonywano na 400 ziarniakach dla każdej kombinacji. Uzyskane rozkłady wartości sił porównywano z szeregiem popularnych rozkładów statystycznych występujących przy próbach wytrzymałościowych materiałów. Największe parametry zgodności uzyskano dla rozkładu Weibulla. Szczególne zastosowanie znajduje on przy określaniu wielkości granicznych m. in. przy określaniu wytrzymałości zmęczeniowej materiału czy maksymalnego obciążenia przenoszonego przez dany element. Jest to siła, która powoduje uszkodzenie zwane przez autorów „siłą w granicy uszkodzenia ziarna” (Kolowca, 1979). Parametry tego rozkładu określano przez zastosowanie estymacji nieliniowej, a porównania parametrów rozkładów pomiędzy próbami dokonywano graficznie (Ślapek, 1987).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W warunkach nizinnych (Prusy) plon ziarna owsa wynosił dla odmiany Chwat 4,99 t/ha, a dla odmiany nagoziarnistej Akt 2,63 t/ha. Plon mieszanki odmiany Chwat z jęczmieniem jarym wyniósł 4,18 t/ha, a mieszanki odmiany Akt z jęczmieniem 2,84 t/ha. W miejscowości Nawojowa plony ziarna były niższe i wyniosły: odmiana Chwat — 4,10 t/ha, odmiana Akt — 1,78 t/ha. Plon ziarna mieszanek wynosił: odmiana Chwat + jęczmień jary 3,82 t/ha a odmiany Akt + jęczmień jary — 2,14 t/ha (tab. 1).

Tabela 1

Parametry rozkładu Weibulla dla siły w granicy mikrouszkodzeń, odmiany owsa oplewionego i nieoplewionego, miejscowość Prusy
Parameters of Weibull distribution for strength within range of micro-damage, husked and naked oat cultivars, the site Prusy

Odmiana Cultivar	Parametry rozkładu Weibulla Parameters of Weibull distribution			Istotność różnic Significance of differences
	B — skali B — scale	C — kształtu C — shape	Θ — położenia Θ — position	
Chwat	1,70	0,53	4,99	3
Akt	2,60	0,87	4,99	3
Chwat + jęczmień Chwat + barley	13,2	99,9	51,65	124
Akt + jęczmień Akt + barley	3,05	0,64	4,99	3

Wyniki estymacji parametrów rozkładu Weibulla w postaci parametrów skali — B, kształtu — C, i położenia — Θ, dla owsa oplewionego i nieoplewionego uprawianego w czystym siewie i mieszance z jęczmieniem zamieszczono w tabelach 1 i 2. Wynika z nich, że w dobrych warunkach glebowych i klimatycznych (Prusy) badane odmiany uprawiane w czystym siewie nie różniły się istotnie pomiędzy sobą. Natomiast ziarno tych samych odmian uprawianych w warunkach podgórskich (Nawojowa) reagowało różnie na siłę obciążenia. Wyniki estymowanych parametrów rozkładu Weibulla wskazują, że rozkład siły w granicy mikrouszkodzeń dla owsa oplewionego (odm. Chwat) ma istotnie wyższe parametry skali i kształtu, co świadczy o znacznie większym rozrzucie wyników. Zjawisko to przy uprawie tej odmiany w mieszance z jęczmieniem wskazuje na znaczny

wzrost parametrów skali kształtu, a także położenia dla obu miejscowości. Ekstremalne wartości tych parametrów wystąpiły dla owsa oplewionego uprawianego w Nawojowej. Natomiast nie odnotowano takich zmian u owsa nagiego (odm. Akt), gdzie parametry rozkładów Weibulla dla siły w granicy powstawania uszkodzeń nie różniły się istotnie pomiędzy sobą i to zarówno dla różnych warunków glebowych, jak i dla uprawy w siewie czystym i w mieszance z jęczmieniem (tab. 2).

Tabela 2

Parametry rozkładu Weibulla dla siły w granicy mikrouszkodzeń, odmiany owsa oplewionego i nieoplewionego, miejscowość Nawojowa
Parameters of Weibull distribution for strength within range of micro-damage, husked and naked oat cultivars, the site Nawojowa

Cultivar Odmiana	Parametry rozkładu Weibulla Parameters of Weibull distribution			Istotność różnic Significance of differences
	B — skali B — scale	C — kształtu C — shape	Θ — położenia Θ — position	
Chwat	6,50	0,94	4,99	3
Akt	2,97	0,49	4,99	3
Chwat + jęczmień	66,9	99,9	8,26	124
Chwat + barley				
Akt + jęczmień	3,22	0,55	4,99	3
Akt + barley				

Wyniki przeprowadzonej estymacji wskazują, że owies oplewiony jest bardziej wrażliwy na warunki siedliskowe w porównaniu z owsem nagim i następują zmiany właściwości fizycznych ziarna w sposób istotny w zależności od tych warunków. Tak więc, uprawiając owies oplewiony w różnych warunkach siedliskowych należy się liczyć z dużą zmiennością parametrów wytrzymałościowych ziarniaków, co powoduje, że zbiór zmechanizowany może być utrudniony. Natomiast rozkłady siły w granicy mikrouszkodzeń dla ziarna owsa nieoplewionego (odm Akt) cechowały się niską zmiennością i parametry rozkładu Weibulla ocenianych wartości nie różniły się istotnie pomiędzy sobą niezależnie od warunków siedliskowych. Tak niska zmienność, a co za tym idzie silne skupienie wokół jednej wartości mogą świadczyć o dość dobrej przydatności owsa nagiego do zbioru zmechanizowanego gdyż dobór właściwych parametrów pracy kombajnu może być znacznie bardziej ułatwiony. Należy przypuszczać, że istniejące różnice pomiędzy owsem oplewionym i nieoplewionym mogą być skutkiem obecności plewek w zgniatanych ziarnie, które mają wpływ na wartości mierzonych sił.

WNIOSKI

1. Wyniki pomiarów siły w granicy mikrouszkodzeń ziarna owsa oplewionego (odm. Chwat) zmieniają się istotnie w zależności od warunków siedliskowych.
2. Właściwości wytrzymałościowe ziarna owsa nagiego cechuje dość niska nieistotna reakcja zarówno na zmienne warunki siedliskowe jak i sposób uprawy (w czystym siewie i w mieszance z jęczmieniem jarym).

3. Uzyskane parametry rozkładów Weibulla świadczą o dobrych parametrach wytrzymałościowych odmiany owsa nieoplewionego Akt.

LITERATURA

- Budzyński W. 1999. Reakcja owsa na wyniki agrotechniczne, przegląd wyników badań krajowych. *Żywność*, 1 (18): 11 — 25.
- Kolowca J. 1979. Wpływ obciążeń mechanicznych na uszkodzalność i wartość biologiczną ziarna pszenicy. *Zeszyty Naukowe AR Kraków, Rozprawa habilitacyjna Nr. 70*.
- Nita Z., Orłowska. 1996. Hodowla owsa nagoziarnistego nagoziarnistego w Zakładzie Doświadczalnym IHAR w Strzelcach. *Biul. IHAR* 197, 1: 141 — 145.
- Piech M., Nita Z. Stankowski S. 1999. Porównanie plonowania mieszanek jęczmienia z owsem nieoplewionym i oplewionym. *Żywność*, 1 (18): 131 — 136.
- Ślipek Z. 1987. Ocena właściwości fizycznych pszenicy dla potrzeb zbioru kombajnowego. *Zeszyty Naukowe AR Kraków. Rozprawa habilitacyjna Nr. 117*.
- Ślipek Z., Złobecki. A. 1983. Analiza wpływu uszkodzeń ziarna pszenicy na wartość siewną. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie nr 180, Mech i Energ. Roln. z. 1: 1083*.

ELŻBIETA SKÓRSKA

RAFAŁ LEWANDOWSKI

Zakład Fizyki

Akademia Rolnicza w Szczecinie

Porównanie reakcji trzech odmian owsa na promieniowanie UV-B

Comparison of reactions of three oat varieties to UV-B radiation

Pod wpływem zastosowanej dawki promieniowania UV-B ($UV-B_{BE} = 4 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, 15 dni) w roślinach owsa (*Avena sativa* L.) rosnących w kontrolowanych warunkach temperatury ($17^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$, dzień/noc) i oświetlenia ($PPFD = 150 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) nastąpiły niekorzystne zmiany cech biometrycznych oraz fizjologicznych. Biorąc pod uwagę cechy biometryczne, spośród badanych trzech odmian (Akt, Bajka i Cacko) najbardziej wrażliwe okazały się rośliny nieoplewionej odmiany Cacko, które miały, w porównaniu z roślinami kontrolnymi, skrócone i zwężone liście oraz zmniejszoną suchą masę roślin. Rośliny tradycyjnej odmiany Bajka wykazały większą tolerancję na zastosowaną dawkę UV-B, także w mniejszym stopniu miały naruszony aparat fotosyntetyczny niż badane odmiany nieoplewione Akt i Cacko.

Słowa kluczowe: *Avena sativa*, formy oplewione, formy nieoplewione, fotosynteza, owies, promieniowanie UV-B, ultrafiolet

Under influence of the UV-B radiation ($UV-B_{BE} = 4 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, 15 days), plants of oat (*Avena sativa* L.) growing in controlled conditions of the temperature ($17^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$, day/night) and light ($PPFD = 150 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) showed undesirable changes of the biometrical and physiological features. Considering the biometrical features, from among the examined three varieties (Akt, Bajka, Cacko), the most sensitive was the naked Cacko variety it had shortened and stenosed leaves, and diminished dry mass of plants. Plants of the traditional husked Bajka variety showed higher tolerance to the used UV-B dose, had less disturbed photosynthetic apparatus than the investigated naked varieties Akt and Cacko.

Key words: *Avena sativa*, husked forms, naked forms, oat, photosynthesis, ultraviolet, UV-B radiation

WSTĘP

W ostatnim okresie wśród roślin zbożowych coraz większe zainteresowanie wzbudza owies ze względu na swe walory żywieniowo-fizjologiczne (Maciejewicz-Ryś i Sokół, 1999). Jego ziarno w stosunku do innych zbóż zawiera o 10–25% więcej białka, 3–4 razy więcej tłuszczu, a także więcej żelaza, wapnia, magnezu, manganu, cynku i lecytyny (Pizło i in., 1999). Wyróżnia się ponadto wysokim poziomem błonnika pokarmowego, a także

uznaje się je za dobre źródło tiaminy, kwasu pantotenowego i witaminy E. Białka owsa bogate są w aminokwasy egzogenne (Gąsiorowski, 1999).

Coraz większą popularność na świecie i w Polsce zyskuje nowa, nieoplewiona forma owsa (Nita, 1999; Tobiasz-Salach i Bobrecka-Jamro, 2002). Nagoziarniste, pozbawione plewki odmiany charakteryzują się w porównaniu z formą oplewioną mniejszą zawartością włókna surowego, większą zawartością białka i tłuszczu oraz korzystnym udziałem nienasyconych kwasów tłuszczowych. Czyni to je odmianami o większej energii metabolicznej i większej wartości biologicznej, przez co są szczególnie atrakcyjne w żywieniu ludzi i zwierząt (Nita, 1999; Petkov i in., 1999).

Od kilku lat prowadzone są kompleksowe badania nad nowymi odmianami owsa, w tym także te związane z ich wrażliwością na działanie różnych czynników stresowych środowiska. Wraz ze zmieniającym się klimatem coraz większego znaczenia nabiera tolerancja roślin na zwiększony poziom promieniowania UV-B, tj. promieniowania optycznego o długości fali w zakresie 280–320 nm (Caldwell i in., 1994; Sullivan, 1997). Ma ono bowiem na ogół szkodliwy wpływ na rozwój roślin uprawnych ze względu na to, że białka, kwasy nukleinowe oraz niektóre inne związki zawarte w roślinach pochłaniają promieniowanie słoneczne w tym zakresie. Może to niekorzystnie wpływać na procesy fizjologiczne i biochemiczne, a w efekcie prowadzić do zmniejszenia plonu (Caldwell i in., 1994). We wcześniejszych pracach stwierdzono, że odmiany owsa w późnej fazie rozwojowej różnią się wrażliwością aparatu fotosyntetycznego na promieniowanie UV-B (Skórska, 1999), a także młode rośliny owsa odmiany Bajka lepiej tolerują obecność tego promieniowania podczas wzrostu niż inne odmiany oplewione i nieoplewione (Skórska i Lewandowski, 2002).

Celem pracy było porównanie niektórych cech biometrycznych i fizjologicznych nowych nieoplewionych odmian (Akt i Cacko) młodych roślin owsa rosnących w obecności promieniowania UV-B z tradycyjną oplewioną odmianą Bajka.

MATERIAŁ BADAWCZY

Nasiona owsa (*Avena sativa* L.) odmiany Bajka oraz odmian nieoplewionych Akt i Cacko otrzymano ze Stacji Hodowli Roślin w Strzelcach k. Kutna. Namoczone ziarniaki ułożono na wilgotnej bibule filtracyjnej (po 20 szt.) w odległości 1 cm od górnej krawędzi i przykryto wilgotnym paskiem bibuły, po czym zwijano w rulon. W ten sposób przygotowane rulony włożono (po 3) do krystalizatorów (150 cm³) i do każdego nalano warstwę 50% pożywki Hoaglanda o wysokości 1 cm, którą codziennie uzupełniano. Wszystkie krystalizatorki podzielono na dwie części i umieszczono na obrotowych stolikach, zamontowanych w dwóch termoluminostatach (lampy LRF 250, PPFD = 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, fotoperiod 12 h, temperatura 17°C/15°C, dzień/noc, wilgotność 50%). W jednym z termoluminostatów była dodatkowo zainstalowana lampa VL-115 (Vilber Lourmat, Francja), będąca źródłem promieniowania ultrafioletowego, której widmo emisyjne, a także schemat termoluminostatu opisano w pracy Skórskiej (2000). Pięciodniowe siewki poddano napromienianiu UV-B (2 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, 3 $\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$, 15 dni), co odpowiadało dawce biologicznie efektywnej UV-B_{BE} ok. 4 $\text{kJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, obliczonej wg Caldwell

i wsp. (1977). Siewki kontrolne rosły bez UV-B w drugim termoluminostacie. Pomiary wykonano, gdy rośliny znajdowały się w fazie rozwojowej 11–12 DC wg Zadoksa.

METODY POMIAROWE

Wykonano pomiary długości i szerokości pierwszego liścia, suchej masy roślin oraz zawartości chlorofilu przy użyciu chlorofilometru SPAD 502 (Minolta). Zawartość flawonoidów oznaczano na podstawie absorbancji etanolowych ekstraktów liści, przy długości fali 305 nm, w przeliczeniu na suchą masę liści ($A_{305} \cdot g^{-1}$). Natężenie fotosyntezy netto mierzono przy użyciu gazoanalizatora LCA-4 (ADC) w kamerze PLC-4, w której umieszczano liście roślin, oświetlone czerwonymi diodami LED o natężeniu PPFD ok. $900 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$. Wyniki pomiaru, wyrażone w $\mu mol CO_2 \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$, odczytywano w 8 minucie od włożenia liści do kamery pomiarowej. Parametr F_v/F_o , proporcjonalny do aktywności kompleksu rozkładu wody, związany z wydajnością wydzielania tlenu oraz rzeczywistą wydajnością kwantową fotosystemu II (Y) zmierzono przy użyciu fluorymetru PAM-200 (Walz), stosując światło aktyniczne i nasycające o natężeniu PPFD odpowiednio 120 i $3000 \mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$.

Wyniki przedstawiono jako średnie arytmetyczne z 20 wyników pomiarów wysokości, szerokości najmłodszego liścia i zawartości chlorofilu oraz 5, 3 i 6 biologicznych powtórzeń pomiarów odpowiednio: zawartości flawonoidów, fotosyntezy netto i fluorescencji (parametry F_v/F_o i Y). Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji pozwoliła na separację grup jednorodnych dla wyznaczonych cech ($p < 0,05$). Suchą masę pojedynczej rośliny obliczono na podstawie całkowitej suchej masy 15 roślin.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zastosowana dawka napromieniowania UV-B spowodowała niekorzystne zmiany w roślinach badanych odmian owsa. Napromieniowane rośliny w porównaniu z roślinami kontrolnymi charakteryzowały się zmniejszoną o kilkanaście procent szerokością liścia, a ponadto rośliny odmiany Cacko miały o 30% mniejszą jego długość (tab. 1). Także w roślinach tej ostatniej odmiany nastąpił prawie 20% ubytek suchej masy, w przypadku odmiany Bajka o 11%, natomiast w roślinach odmiany Akt nastąpił niewielki wzrost, przypuszczalnie związany ze zwiększeniem grubości liści, podobnie jak w innych naszych doświadczeniach (Skórska, 2000).

Negatywny wpływ promieniowania UV-B stwierdzono także w przypadku większości cech fizjologicznych badanych odmian (tab. 2). Szczególnie wyraźnie widoczne jest obniżenie, w stosunku do roślin kontrolnych, wartości parametru F_v/F_o , które świadczy o zmniejszeniu aktywności kompleksu rozkładu wody, związanej z obniżeniem wydajności wydzielania tlenu. Zaobserwowano to w roślinach wszystkich trzech badanych odmian, przy czym w przypadku odmiany Bajka o 36%, a odmian Akt i Cacko — prawie o 60%. Napromieniowane rośliny odmian Akt i Cacko miały niemal o 30% niższą wydajność fotosystemu II (Y), a także zawierały o około 20% mniej chlorofilu.

Tabela 1

Cechy biometryczne kontrolnych oraz poddanych napromieniowaniu UV-B roślin owsa
Biometrical features of the control oat plants and the plants subjected to UV-B radiation

Badana cecha Analysed feature	Odmiana Variety					
	Akt		Bajka		Cacko	
	kontrola control	UV-B	kontrola control	UV-B	kontrola control	UV-B
Długość liścia Leaf length (mm)	239 ^a	226 ^a	253 ^a	226 ^a	226 ^a	158 ^b
Szerokość liścia Leaf width (mm)	4,58 ^b	4,06 ^c	5,37 ^a	4,43 ^{bc}	5,08 ^a	4,13 ^{bc}
Sucha masa rośliny Plant dry mass (mg)	16,6	19,2	23,0	20,4	18,2	14,9

^{abc} Średnie oznaczone tymi samymi literami (dla jednej cechy — w wierszu) nie różnią się istotnie na poziomie 0,05 (test Newmana-Keula)

^{abc} The means marked by the same letters (for one feature — in a line) do not differ significantly at the level 0.05 (Newman-Keul's test)

Tabela 2

Cechy fizjologiczne kontrolnych oraz poddanych napromieniowaniu UV-B roślin owsa
Physiological features of the control oat plants and the plants subjected to UV-B radiation

Badana cecha Analysed feature	Odmiana Variety					
	Akt		Bajka		Cacko	
	kontrola control	UV-B	kontrola control	UV-B	kontrola control	UV-B
F _v /F _o (wydajność wydzielania tlenu Efficiency of oxygen evolving)	2,50 ^a	1,06 ^c	2,42 ^a	1,55 ^b	2,45 ^a	1,00 ^c
Y (wydajność kwantowa fotosystemu II Quantum efficiency of photosystem II)	0,628 ^a	0,460 ^c	0,617 ^a	0,548 ^b	0,628 ^a	0,472 ^c
Natężenie fotosyntezy netto Net photosynthesis intensity (μmol CO ₂ ·m ⁻² ·s ⁻¹)	7,25 ^{ab}	3,84 ^c	6,07 ^b	8,82 ^a	8,27 ^{ab}	6,34 ^{ab}
Zawartość chlorofilu Content of chlorophyll (SPAD)	33,2 ^a	26,5 ^c	36,7 ^a	34,6 ^a	36,3 ^a	29,7 ^b
Zawartość flawonoidów Content of flavonoids (A ₃₀₅ ·g ⁻¹)	430 ^a	493 ^a	457 ^a	467 ^a	499 ^a	494 ^a

^{abc} Średnie oznaczone tymi samymi literami (dla jednej cechy — w wierszu) nie różnią się istotnie na poziomie 0,05 (test Newmana-Keula)

^{abc} The means marked by the same letters (for one feature — in a line) do not differ significantly at the level 0.05 (Newman-Keul's test)

Ponadto rośliny odmiany Akt poddane działaniu UV-B charakteryzowały się zmniejszonym o połowę natężeniem asymilacji CO₂ (fotosyntezy netto). Bardziej tolerancyjne pod tym względem okazały się rośliny odmiany Bajka — pod wpływem UV-B nie zmieniła się zawartość chlorofilu, a natężenie fotosyntezy netto nawet nieco wzrosło. Zawartość flawonoidów, związków pochłaniających promieniowanie w zakresie ultrafioletowym, była we wszystkich odmianach podobna i nie uległa zmianie pod wpływem zastosowanego stresu.

Jak wiadomo, reakcja roślin na stres UV-B zależy od gatunku, co się wiąże z genetycznymi mechanizmami przystosowawczymi (Caldwell i in., 1994). Przeprowadzone

badania potwierdziły, iż owies, podobnie jak niektóre inne gatunki (np. groch, fasola, rzepak) jest wrażliwy na silną dawkę promieniowania UV-B (Skórska, 1999, 2000). Wrażliwość ta przejawia się w zmniejszeniu długości i powierzchni liści, a także ubytku suchej masy roślin, co w przypadku żyta stwierdzili Deckmyn i Impens (1997). Autorzy ci nie stwierdzili zmiany zawartości chlorofilu, zanotowali natomiast prawie 40% wzrost zawartości flawonoidów, co było uwarunkowane zastosowaniem mniejszej dawki promieniowania UV-B. Synteza tych związków zależy bowiem od zastosowanej dawki promieniowania ultrafioletowego i przy dużej dawce UV-B może mieć miejsce obniżenie zawartości związków absorbujących w tym zakresie promieniowania (Caldwell i in., 1994). Takie właśnie zmiany stwierdzono we wcześniejszym doświadczeniu (Skórska i Lewandowski, 2002), w którym tylko w roślinach odmiany Bajka nie nastąpił ubytek zawartości flawonoidów, w odróżnieniu od wszystkich pozostałych badanych odmian owsa. Duże znaczenie mają tu także warunki świetlne, przy których rosną rośliny w obecności UV-B: promieniowanie fotosyntetycznie czynne (PAR) ma działanie osłabiające uszkodzenia wywołane przez promieniowanie UV-B (Adamse i Britz, 1992). Deckmyn i wsp. (1994) potwierdzili, że niski poziom PAR nasilał uszkodzające działanie UV-B, powodujące obniżenie asymilacji CO₂, zmniejszenie masy liści i korzeni oraz zawartości chlorofilu w roślinach fasoli. W doświadczeniu opisywanym w tej pracy poziom zawartości flawonoidów nie uległ istotnej zmianie, co można wytłumaczyć tym, że przy podobnej dawce UV-B_{BE} zastosowano o 20% wyższe natężenie PAR.

Promieniowanie UV-B na ogół wywołuje zmniejszenie suchej masy roślin, co stwierdzono w przypadku wielu gatunków roślin uprawnych (Sullivan, 1997), w tym także zbożowych (Li i in., 1999, 2000).

Zmniejszenie intensywności fotosyntezy netto, zaobserwowane w przypadku odmian Akt i Cacko, ma miejsce w przypadku roślin wrażliwych na różne czynniki stresowe środowiska, ponieważ aparat fotosyntetyczny jest miejscem bardzo czułym i szybko na nie reagującym. Niekoniecznie jednak pomiar natężenia asymilacji CO₂ jest najlepszym wskaźnikiem stresu UV-B (Allen i in., 1998), ponieważ gatunki tolerancyjne mogą nie wykazywać zmian tego wskaźnika, jak to zaobserwowano w przypadku roślin odmiany Bajka.

Dlatego szczególnie przydatne w tego typu badaniach są metody fluorescencyjne, które w sposób nieinwazyjny dają informację o funkcjonowaniu fotosystemu II (Schreiber i in., 1994; Sharma i in., 1998). W przypadku takiego czynnika stresowego, jakim jest promieniowanie UV-B, bardzo czułym wskaźnikiem uszkodzeń jest parametr F_v/F_o (Skórska, 2000), związany z aktywnością kompleksu rozkładu wody na donorowej stronie fotosystemu II (Schreiber i in., 1994).

Reasumując można stwierdzić, że zastosowana dawka promieniowania UV-B oddziaływała niekorzystnie na funkcjonowanie aparatu fotosyntetycznego badanych roślin owsa, przy czym najmniej wrażliwe były rośliny odmiany Bajka. Biorąc pod uwagę analizowane cechy biometryczne, największą wrażliwość wykazały rośliny odmiany Cacko, a nieco mniejszą — odmiany Akt.

LITERATURA

- Adamse P., Britz S. J. 1992. Amelioration of UV-B damage under high irradiance. I. Role of photosynthesis. *Photochem. Photobiol.* 56 (5): 645 — 650.
- Allen D. J., Nogues S., Baker N. R. 1998. Ozone depletion and increased UV-B radiation: is there a real threat to photosynthesis? *J. Exp. Botany*, 49 (328): 1775 — 1788.
- Caldwell M. M. 1977. The effects of solar UV-B radiation (280–315 nm) on higher plants: implication of stratospheric ozone reduction. In: *Research in Photobiology*. Castellani A. (ed.). Plenum Publishing, London: 597 — 607.
- Caldwell, M. M., Flint, S. D., Searles, P. S. 1994. Spectral balance and UV-B sensitivity of soybean: a field experiment. *Plant Cell Environ.* 17: 267 — 276.
- Deckmyn G., Martens C., Impens I. 1994. The importance of the ratio UV-B/ photosynthetic active radiation (PAR) during leaf development as determining factor of plant sensitivity to increased UV-B irradiance: effects on growth, gas exchange and pigmentation of bean plants. *Plant, Cell Environ.* 17: 295 — 301.
- Deckmyn G., Impens I. 1997. Combined effects of enhanced UV-B radiation and nitrogen deficiency on the growth, composition and photosynthesis of rye (*Secale cereale*). *Plant Ecol.* 128: 235 — 240.
- Gąsiorowski H. 1999. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość. Supl.* 1 (18): 193 — 195.
- Li Y., Yue M., Wang X. L., Hu Z. D. 1999. Competition and sensitivity of wheat and wild oat exposed to enhanced UV-B radiation at different densities under field conditions. *Environ. Exp. Botany* 41: 47 — 55.
- Li Y., Yanqun Z., Haiyan C., Jianjun C., Jilong Y., Haiyuan Ch., Jilong Y., Hu Z. 2000. Intraspecific responses in crop growth and yield of 20 wheat cultivars to enhanced ultraviolet-B radiation under field conditions. *Field Crops Res.* 67: 25 — 33.
- Maciejewicz-Rys J., Sokół K. 1999. Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego (*Avena sativa* L.) i nagoziarnistego (*A. sativa* var. *nuda*). *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość. Supl.*, 1 (18): 272 — 278.
- Nita Z. T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość. Supl.* 1 (18): 186 — 192.
- Petkov K., Piech M., Łukaszewski Z., Kowieska A. 1999. Porównanie składu chemicznego i wartości pokarmowej owsa nieoplewionego i oplewionego. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość. Supl.* 1 (18): 253 — 259.
- Pizło H., Bobrecka-Jamro D., Tobisz-Salach R. 1999. Skład chemiczny nowych rodów owsa uprawianego w warunkach Beskidu Niskiego. *Żywność. Nauka, Technologia, Jakość. Supl.* 1 (18): 142 — 146.
- Schreiber U., Bilger W., Neubauer C. 1994. Chlorophyll fluorescence as a noninvasive indicator for rapid assessment of *in vivo* photosynthesis. In: *Ecophysiology of photosynthesis*. E. D. Schulze, M. M. Caldwell (eds.). *Ecol. Stud.* 100: 49 — 70.
- Sharma P. K., Anand P., Sankhalkar S., Shetye R. 1998. Photochemical and biochemical changes in wheat seedlings exposed to supplementary ultraviolet-B radiation. *Plant Sci.* 132: 21 — 30.
- Skórska E., 1999. The effect of UV-B radiation on the chlorophyll fluorescence parameters of the husked and the naked oat. *Acta Agrobot.* 52 (1–2): 149 — 152.
- Skórska E. 2000. Reakcja wybranych roślin uprawnych na promieniowanie UV-B. *Rozprawy nr 192. Akademia Rolnicza w Szczecinie*.
- Skórska E., Lewandowski R. 2002. Preliminary studies on susceptibility of selected varieties of oats to high UV-B radiation. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 481: 395 — 399.
- Sullivan J. H. 1997. Effects of increasing UV-B radiation and atmospheric CO₂ on photosynthesis and growth: implications for terrestrial ecosystems. *Plant Ecol.*, 128: 194 — 206.
- Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D. 2002. Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Fragm. Agronom.* 2 (74): 71 — 78.

ZBIGNIEW J. BURGIEL¹**ELŻBIETA PISULEWSKA**²¹ Katedra Ochrony Roślin² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza, Kraków

Grzyby zasiedlające ziarno owsa nagonasiennego

Naked oat seed-borne fungi

Określano grzyby zasiedlające nasiona owsa nagonasiennego odmiany Akt pochodzące z pól produkcyjnych zlokalizowanych w Mydlnikach, Libuszy oraz w Limanowej (woj. małopolskie). Najwięcej izolatów uzyskano z materiału pochodzącego z Limanowej, najmniej z Mydlnik. We wszystkich próbkach dominowały grzyby *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens*, *Penicillium* spp. oraz *Fusarium culmorum*. Niezależnie od pochodzenia nasion procentowy udział poszczególnych gatunków grzybów był zbliżony. W doświadczeniach wazonowych badano patogeniczność wybranych izolatów *Fusarium culmorum*, *F. avenaceum*, *Alternaria alternata* i *Epicoccum purpurascens* dla siewek owsa. Największymi zdolnościami chorobotwórczymi wyróżniał się izolat *F. culmorum*, pochodzący z Limanowej. *Fusarium avenaceum* charakteryzował się znacznie niższą patogenicznością. Inokulacja podłoża pozostałymi grzybami nie wpływała istotnie na zdrowotność siewek.

Słowa kluczowe: owies nagonasienny, nasiona, grzyby

The fungi infesting grains of naked oat cv. Akt grown in the fields located at Mydlniki near Kraków, Libusza near Gorlice and Limanowa (Małopolska Region) have been isolated. The greatest number of isolates was obtained from oats grown in Limanowa, whereas the smallest number was found in oats grown in Mydlniki. All the collected samples were found infected by *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens*, *Penicillium* spp. and *Fusarium culmorum*. The proportions of these species in the collected samples were similar. Pot experiments were carried out to identify the pathogenicity of *Fusarium culmorum*, *F. avenaceum*, *Alternaria alternata* and *Epicoccum purpurascens* isolates against oat seedlings. *F. culmorum* isolated in Limanowa was found to be strongly pathogenic. In contrast, *Fusarium avenaceum* showed weak pathogenicity. Inoculation of the medium with the remaining fungi did not affect significantly the oat seedlings.

Key words: naked oat, grain, fungi

WSTĘP

Badania Łacicowej (1968) wykazały, że nasiona owsa mogą być silnie zasiedlane przez saprofityczne i fitopatogeniczne grzyby. Efektem tego może być obniżenie wartości materiału siewnego, a także zanieczyszczenie pasz i produktów spożywczych mikotoksy-

nami. W ostatnim przypadku szczególne znaczenie mają grzyby należące do rodzaju *Fusarium* (Kiecana i Perkowski, 1998; Perkowski i Kiecana, 1997; Basiński i in., 2001). Wszystkie cytowane wyżej prace dotyczą jednak owsa oplewionego. Wyniki wstępnych badań autorów (Burgiel i Pisulewska, 2000) wskazują, że problem zdrowotności nasion dotyczy również odmian nieoplewionych. Potwierdzeniem tego jest praca Horaszkiewicza i Michalskiego (2001). Podają oni, że ziarno owsa nagonasiennego w porównaniu do oplewionego jest słabiej zasiedlane przez grzyby, ale występuje na nim więcej gatunków patogenicznych, w tym toksynotwórczych *Fusarium* spp. Istotne znaczenie może mieć także fakt, iż kielki owsa nagonasiennego charakteryzują się wyższą zdrowotnością niż oplewionego.

Celem pracy było określenie zależności między pochodzeniem nasion owsa nagonasiennego a ich zasiedleniem przez grzyby oraz ocena patogeniczności dominujących gatunków.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano ziarno owsa nagonasiennego odmiany Akt ze zbioru w 2001 roku, pochodzące z pól produkcyjnych zlokalizowanych w Mydlnikach k. Krakowa, Limanowej oraz Libuszy koło Gorlic (woj. małopolskie). Było ono przechowywane u właścicieli pól przez około trzy miesiące. Ciężar 1000 nasion wynosił odpowiednio 32,02; 24,75 oraz 24,04 g.

Celem ustalenia składu gatunkowego grzybów zasiedlających nasiona owsa po 100 ziarniaków z każdej próbki wykładano w szalkach Petriego na zestaloną pożywkę glukozowo-ziemniaczaną. Rozwijające się wokół nich grzyby odszczepiano i po doprowadzeniu do formy czystych kultur oznaczano posługując się opracowaniami i kluczami mikologicznymi (Malone i Muskett, 1964; Gilman, 1957; Ellis, 1971; Neergaard, 1979; Domsch i in., 1980; Champion, 1999; Nelson i in., 1983).

W szklarniowym doświadczeniu wazonowym badano patogeniczność grzybów *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens*, *Fusarium culmorum* oraz *F. avenaceum*. Wybór pierwszych dwóch gatunków uzasadniony był ich największą częstotliwością na analizowanym ziarnie, następnych zaś wysoką chorobotwórczością dla siewek zbóż (Mańka, 1989; Kiecana i Kocyłak, 1999; Kurowski, 2002). Do badań wybrano losowo z każdej próby po jednym izolacie określonego gatunku.

Dezynfekowane 70% alkoholem etylowym nasiona owsa odmiany Akt wysiewano w wazonach o średnicy 15 cm, zawierających po 1,2 l termicznie odkażonej (90°C przez 2 h), nawilżonej do 60% pojemności wodnej gleby brunatnej wytworzonej z lessów Bezpośrednio przed siewem zakażono ją określonym gatunkiem grzyba. Sposób jej inokulacji przedstawiono we wcześniejszej pracy jednego z autorów (Burgiel, 1992).

Po upływie trzech tygodni od zakończenia wschodów, rośliny wyjmowano z gleby, dokładnie myto w bieżącej wodzie i oceniano ich zdrowotność. Uwzględniano przy tym liczbę siewek z objawami chorobowymi oraz stopień porażenia. W tym ostatnim przypadku posługiwano się skalą, w której „0” oznaczało siewki zdrowe, „3” siewki silnie porażone (Burgiel, 1992). Wyniki przeliczano na indeks porażenia (Burgiel, 1980).

Doświadczenie prowadzono w czterech powtórzeniach. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. W przypadku liczby porażonych siewek, uzyskane dane przekształcono uprzednio na stopnie Freemana-Tukeya (Caliński, 1964). Istotność różnic między średnimi oceniano na podstawie testu Duncana ($\alpha = 0,05$).

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane próby nasion owsa różniły się wyraźnie stopniem zasiedlenia przez grzyby. Najwięcej izolatów uzyskano z ziarna pochodzącego z Limanowej, najmniej zaś z Mydlnik (tab. 1).

Tabela 1

Gatunki grzybów wyizolowane z ziarna owsa nagoziarnistego w zależności od miejsca pochodzenia
Species of fungi isolated from naked oat grain as affected by the site of isolation

Gatunek Species	Ilość izolatów uzyskanych z nasion Number of isolates obtained from seeds					
	Mydlniki		Libusza		Limanowa	
	szt. no.	%	szt. no.	%	szt. no.	%
<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	4	1,9	—	—	4	1,2
<i>Alternaria alternata</i> Fr. (Keisel)	53	25,1	62	25,0	81	24,5
<i>A. consortiale</i> (Thm) Hughes	5	2,4	—	—	7	2,1
<i>Aspergillus</i> sp.	4	1,9	7	2,8	12	3,6
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de By) Arn.	—	—	2	0,8	3	0,9
<i>Botrytis cinerea</i> Pers ex Fries	6	2,8	12	4,8	22	6,7
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link ex Gray	4	1,9	4	1,6	10	3,0
<i>Drechslera avenae</i> (Eidam) Sherif	10	4,7	14	5,6	18	5,4
<i>Epicothium purpurascens</i> Ehr. et Schlecht	27	12,8	32	12,9	35	10,6
<i>Fusarium avenaceum</i> (Corda ex Fr.) Sacc.	8	3,8	10	4,0	5	1,5
<i>F. culmorum</i> (W.G. Sm.) Sacc.	19	9,0	27	10,9	25	7,6
<i>F. equiseti</i> (Corda) Sacc.	—	—	2	0,8	3	0,9
<i>F. graminearum</i> Schwalbe	2	0,9	1	0,4	—	—
<i>F. oxysporum</i> Schlecht	3	1,4	—	—	—	—
<i>F. poae</i> (Peck) Wollenw.	7	3,3	2	0,8	8	2,4
<i>F. sporotrichoides</i> Scherb.	3	1,4	7	2,8	5	1,5
<i>Gliocladium roseum</i> Bainier	—	—	—	—	3	0,9
<i>Humicola</i> sp.	—	—	2	0,8	4	1,2
<i>Mucor</i> sp.	5	2,4	7	2,8	9	2,7
<i>Nigrospora orizae</i> Berk	2	0,9	1	0,4	—	—
<i>Papularia sphaesperma</i> (Pers.) Hohn	2	0,9	—	—	1	0,3
<i>Penicillium</i> sp.	23	10,9	20	8,1	28	8,5
<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	—	—	2	0,8	3	0,9
<i>Rhizopus</i> sp.	5	2,4	5	2,0	8	2,4
<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.	1	0,5	3	1,2	2	0,6
<i>Sordaria fimicola</i>	—	—	2	0,8	4	1,2
<i>Stachybotrys atra</i> Corda	—	—	—	—	2	0,6
<i>Torula</i> sp.	2	0,9	3	1,2	5	1,5
<i>Trichoderma</i> sp.	7	3,3	9	3,6	7	2,1
<i>Ulocladium consortiale</i>	2	0,9	—	—	2	0,6
Grzyby niezarodnikujące	7	3,3	12	4,8	14	4,2
Razem	211	100	248	100	330	100
Total	211	100	248	100	330	100

Było to związane prawdopodobnie z różnymi warunkami meteorologicznymi w okresie formowania się i dojrzewania nasion. W Nowym Sączu (25 km na wschód od Limanowej oraz 30 km na południowy-zachód od Libuszy) sumy opadów w czerwcu i lipcu wynosiły 199,5 oraz 331,5 mm, podczas gdy w Mydlnikach odpowiednio 80 i 161 mm (wg IMiGW). O znaczeniu tego czynnika wspomina Łacicowa (1968). Również Neergaard (1979) podaje, że lata mokre sprzyjają zasiedleniu nasion zbóż przez grzyby.

Z badanych próbek nasion owsa, niezależnie od miejsca ich pochodzenia, wyosobniono ogółem 29 gatunków grzybów oraz grzybnie niezarodnikujące. Pomimo różnic w ogólnym zasiedleniu nasion, próbki mało różniły się między sobą procentowym udziałem poszczególnych gatunków (tab. 1). Podobnie jak we wcześniejszych badaniach (Burgiel i Pisulewska, 2001) najliczniej reprezentowane były *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens*, *Penicillium* sp. i *Fusarium culmorum*. Ostatni z wymienionych patogenów mniej licznie występował na ziarnie pochodzącym z Limanowej. Podobną prawidłowość zanotowano również w przypadku innych grzybów z rodzaju *Fusarium*. W przypadku nasion pochodzących z Mydlnik i Libuszy stanowiły one łącznie ok. 20% uzyskanych wyosobnień, podczas gdy z Limanowej ok. 14% (tab. 1). Rzadko notowano *F. poae* i *F. sporotrichoides* znanych producentów mikotoksyn (Kiecana i Perkowski, 1998; Perkowski i Kiecana, 1997). Stosunkowo nielicznie izolowano również *Drechslera avenae* — ważnego patogena owsa. *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens* i *Penicillium* sp., a także większość pozostałych wyizolowanych grzybów to saprofity lub patogeny fakultatywne, które jednak mogą przyczyniać się do obniżenia wartości siewnej nasion (Moszczyńska, 1996).

O niewielkim znaczeniu *E. purpurascens* i *A. alternata* świadczą wyniki doświadczeń wazonowych. W glebie inokulowanej tymi grzybami wschody owsa nie różniły się istotnie od kontroli. Nie stwierdzono także wyższych wartości indeksu porażenia siewek (tab. 2).

Wyraźnie chorobotwórczymi dla owsa okazały się natomiast badane grzyby z rodzaju *Fusarium*. Wprawdzie jedynie w wazonach infekowanych *F. culmorum* obserwowano nieco mniejszą liczbę siewek niż w pozostałych kombinacjach, lecz istotne różnice zanotowano podczas określania indeksu porażenia roślin. Najwyższą patogenicznością charakteryzował się pochodzący z Limanowej izolat Fc 2 Lm. Wartości indeksów porażenia w kombinacjach zakażanych pozostałymi szczepami *F. culmorum* były istotnie niższe (tab. 2). Podobne zróżnicowanie wśród izolatów grzyba obserwował Kurowski (2002). Znaczenie *F. culmorum* i *F. avenaceum* w etiologii zgorzeli podstawy źdźbła owsa opisują także Kiecana i Kocyłak (1999). W przedstawianych badaniach indeksy porażenia siewek owsa przez *F. avenaceum* były wyraźnie niższe i nie stwierdzono istotnego zróżnicowania patogeniczności pomiędzy izolatami.

Doświadczenia szklarniowe potwierdziły pogląd o stosunkowo małej szkodliwości grzybów z rodzaju *Fusarium* dla siewek owsa (Kurowski, 2002; Mańka, 1989). Różnice wartości indeksów porażenia wynikały głównie z ilości roślin wykazujących objawy choroby. Najczęściej objawiało się to w postaci drobnych nekroz na korzeniach, niezagrażających rozwojowi rośliny. Tylko sporadycznie, w wazonach zakażanych *F. culmorum*, notowano siewki porażone w wyższych stopniach stosowanej skali.

Tabela 2

Patogeniczność wybranych grzybów dla siewek owsa nagonasiennego
Pathogenicity of selected fungi against oat seedlings

Gatunek i izolat grzyba Species and fungus isolate	Liczba uzyskanych siewek Number of seedlings	Indeks porażenia Disease index
Kontrola Control	20,82 cd*	3,90 a
<i>Fusarium culmorum</i>		
Fc 7 M**	16,76 ab	19,57 c
Fc 18 Lb	17,52 abc	20,00 c
Fc 2 Lm	15,79 a	36,75 d
<i>Fusarium avenaceum</i>		
Fa 1 M	19,56 bcd	14,60 b
Fa 6 Lb	19,34 bcd	14,80 b
Fa 3 Lm	20,10 bcd	14,42 b
<i>Alternaria alternata</i>		
Aa 25 M	21,11 d	5,60 a
Aa 51 Lb	21,94 d	6,42 a
Aa 2 Lm	20,63 cd	5,32 a
<i>Epicoccum purpurascens</i>		
Ep 2 M	20,10 bcd	3,65 a
Ep 39 Lb	21,34 d	3,52 a
Ep 14 Lm	19,60 bcd	3,77 a

*Wartości w kolumnach oznaczone takimi samymi literami nie różnią się istotnie wg testu Duncana ($\alpha = 0,05$)

Means in columns followed by different letters are significantly different ($\alpha = 0.05$) according to Duncan multiple range test

**M — Izolaty pochodzące z Mydlnik/ Isolates collected at Mydlniki; Lb — z Libuszy/ Isolates collected at Libusza; Lm — z Limanowej/ Isolates collected at Limanowa

WNIOSKI

1. Wśród grzybów zasiedlających ziarno owsa nagonasiennego dominują gatunki *Alternaria alternata*, *Epicoccum purpurascens*, *Penicillium* spp. oraz *Fusarium culmorum*.
2. Stopień zasiedlenia nasion przez grzyby zależy od warunków meteorologicznych w okresie formowania się i dojrzewania ziarna. W rejonach i latach o wyższych opadach meteorologicznych należy zwrócić szczególną uwagę na staranne jego dosuszenie.
3. Powszechnie notowany na nasionach grzyb *Fusarium culmorum* charakteryzuje się stosunkowo wysoką patogenicznością dla siewek owsa.

LITERATURA

- Basiński T., Perkowski J., Stachowiak J. 2001. Toksyny fuzaryjne w naturalnie porażonym ziarnie owsa. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin. 41 (2): 935 — 937.
- Burgiel Z. 1980. Wpływ niektórych herbicydów na występowanie i rozwój patogenów powodujących choroby podsuszkowe pszenicy ozimej. Cz. I. Występowanie chorób podsuszkowych. Acta Agr. et Silv. S. Agraria: XIX: 3 — 13.
- Burgiel Z. J. 1992. Wpływ wybranych herbicydów na występowanie i szkodliwość chorób pszenicy ozimej powodowanych przez grzyby. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozpr. hab. 163.

- Burgiel Z. J., Pisulewska E. 2000. Wyniki wstępnych badań nad zdrowotnością wybranych rodów owsa nagoziarnistego. *Acta Agr. et Silv. S. Agraria*, XXXVIII: 87 — 94.
- Caliński T. 1964. Podstawy metodyczne polowych doświadczeń z ochrony roślin. IOR, Poznań.
- Champion R. 1999. Erkennen und Bestimmen Samen über tragbarer Pilze. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*. Sonderausgabe.
- Domsch K. H., Gams W., Traute-Heidi Anderson 1980. *Compendium of soil fungi*. Academic Press LTD London.
- Ellis M. B. 1971. *Dematiaceus. Hyphomycetes*. Commonwealth Mycol. Inst. Kew, Surrey, England.
- Gilman J. C. 1957. *A manual of soil fungi*. Ames, The Iowa State Coll. Press.
- Horoszkiewicz J., Michalski T. 2001. Zasiadlenie przez patogeny owsa nagiego uprawianego w siewie czystym i w mieszkach. *Progress in Plant Prot./Postępy w Ochronie Roślin*. 41 (2): 722 — 726.
- Kiecana I., Kocylak E. 1999. Pathogenicity of *Fusarium* spp. on oats seedlings (*Avena sativa* L.). *Plant Breed. and Seed Sc.* 43/1: 91 — 99.
- Kiecana I., Perkowski J. 1998. Zasiadlenie ziarna owsa (*Avena sativa* L.) przez toksynotwórcze grzyby *Fusarium poae* (Peck) Wr. i *Fusarium sporotrichoides* Sherb. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, nr 333, Sesja Nauk. 57: 881 — 884.
- Kurowski T. P. 2002. *Studia nad chorobami podsuszkowymi zbóż uprawianych w wieloletnich monokulturach*. Rozprawy i Monografie, 56. Uniw. Warmińsko-Mazurski.
- Łacicowa B. 1968. Badania mikoflory materiału siewnego owsa uprawianego na obszarze woj. lubelskiego. *Ann. UMCS se. E*, XXII, 13: 197 — 206.
- Malone J. P., Muskett A. E. 1964. Seed-borne fungi. *Proc. ISTA*, 29, 2: 178 — 384.
- Mańka M. 1989. Patogenicność wybranych gatunków z rodzaju *Fusarium* dla siewek zbóż. *Roczniki AR w Poznaniu, Rozprawy Nauk.* 201.
- Moszczyńska E. 1996. Wpływ grzybów z rodzajów *Penicillium* Link. i *Aspergillus* Michel ex Link na wartość siewną pszenżyta jarego przechowywanego w zróżnicowanych warunkach środowiska. W: *Choroby roślin a środowisko*. Polskie Tow. Fitopatologiczne, Poznań: 251 — 256.
- Neergaard P. 1979. *Seed pathology*. Macmillan Press LTD, London.
- Nelson P., Toussoun T., Marasas W. F. O. 1983. *Fusarium species. A, illustrated manual for identification*. The Pennsylvania State Univ. Press, London.
- Perkowski J., Kiecana I. 1997. Reduction of yield and mycotoxins accumulation in oats cultivars after *Fusarium culmorum* inoculation. *Cereal Res. Commun.* 25, 2/3: 801 — 803.

TADEUSZ MICHALSKI¹**JOANNA HOROSZKIEWICZ-JANKA**²¹ Akademia Rolnicza w Poznaniu² Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu

Grzyby zasiedlające ziarno owsa nagiego i oplewionego w zależności od sposobu ochrony roślin w okresie wegetacji

Fungi infesting grain of naked oats and husked oats depending on the system of plant protection

Celem badań było wykazanie różnic w zasiedleniu ziarna owsa nagiego i oplewionego przez grzyby, w zależności od ochrony roślin w okresie wegetacji. Ziarno owsa nagiego Akt i oplewionego Hetman z lat 2000–2001, uzyskano z doświadczeń polowych, przeprowadzonych w Zakładzie Doświadczalnym Swadzim, Akademii Rolniczej w Poznaniu. Grzyby namnażano, wykładając ziarniaki na pożywce agarowo-glukozowo-ziemniaczanej, na płytkach Petriego. Wyrosłe kolonie grzybowe poddano analizie mikologicznej, oceniając gatunek, liczbę i rodzaj kolonii. Owies oplewiony charakteryzował się większą energią i zdolnością kiełkowania. Wśród wyizolowanych grzybów dominowały grzyby saprofityczne (60–80%). Grzyby patogeniczne występowały w większym nasileniu na owsie oplewionym. Stwierdzono również istotną interakcję formy owsa ze sposobem ochrony.

Słowa kluczowe: fungicydy, grzyby, owies nagi, owies oplewiony, stymulatory odporności, zasiedlenie

The aim of the investigations was to determine the differences in colonization of grains of naked and husked oats dependent on the system of plant protection during plant vegetation. The grains of naked oat var. Akt and husked oat var. Hetman were harvested in the field experiments conducted at the Experimental Station in Swadzim in the years 2000–2001. The grains were germinated on Petri dishes with PDA medium. Fungal colonies grown on the grains were examined to identify the species and evaluate a number and type of the colonies. Both the energy and capacity of germination of husked oats were higher than those of naked oats. Saprophytic fungi were found to be in the prevalence (60–80%) among the isolated ones. Pathogenic fungi occurred more frequently on husked oat grains. A significant interaction was stated between presence of husk and system of plant protection

Key words: colonization, fungi, fungicides, grain, husked oats, naked oats, resistance stimulators

WSTĘP

Owies jest cenioną rośliną paszową, ale coraz większe jest jego znaczenie konsumpcyjne. Jego ziarno, poza dobrze przyswajalnym białkiem oraz łatwo strawnymi kwasami tłuszczowymi, zawiera również dużo soli mineralnych (wapń, magnez, fosfor, żelazo, krzem) i witamin (zwłaszcza E), a także lecytyny (Gąsiorowski, 1999). Najnowsze badania wykazały też, że kleik z ziarna i płatków wpływa na zmniejszenie zmian miażdżycowych w naczyniach krwionośnych (Kozłowska-Ptaszyńska, 1999). Ziarno dla celów przetwórstwa powinno być wysokiej jakości, w tym m.in. pozbawione patogennych grzybów, które mogą wytwarzać toksyczne dla ludzi i zwierząt mikotoksyny (np. *Fusarium spp.*). Badania nad zasiedleniem ziarna owsa przez grzyby były do tej pory stosunkowo nieliczne (Mielniczuk, 2001).

Źródłem surowca do przerobu był tradycyjnie owies oplewiony, ale od pewnego czasu można również wykorzystywać do tego celu owies nagoziarnisty, którego pierwszą odmianę Akt wpisano do Rejestru Odmian w 1997 roku. Pokryta włoskami powierzchnia ziarna owsa nagiego może być jednak siedliskiem drobnoustrojów, które łatwiej na niej mogą zatrzymać się, niż na powierzchni ziarna oplewionego. Poszukiwanie form o słabszym owłosieniu jest jednym z podstawowych celów hodowli (Nita, 1999).

W integrowanym rolnictwie zmierza się do wyboru takich metod ochrony roślin, które charakteryzują się mniejszą szkodliwością dla środowiska przyrodniczego. W ostatnich latach na rynku środków ochrony roślin pojawiły się nowe preparaty wpływające na stymulację rozwoju roślin i zwiększające ich odporność na choroby. Spośród środków naturalnego pochodzenia, do bardziej znanych należy wyciąg z alg morskich Bioalgeen S 90 Plus 2, zawierający w sobie ponad 70 naturalnych substancji biologicznie czynnych. Podobne działanie ma też syntetyczny środek Bion 50 WG, który jest stymulatorem odporności roślin i prekursorem nowej generacji preparatów, uruchamiającym w roślinie mechanizm obronny zwany odpornością układową nabytą (Systemic Acquired Resistance), (Jańczak, Bielecki, 1997). Prowadzone dotychczas badania z preparatem Bion 50 WG wskazują na korzystne jego działanie w pszenicy ozimej i jęczmieniu jarym (Głazek, Krzyżińska, 1999; Jańczak, Bielecki, 1997). Zastosowanie biostymulatorów w uprawie owsa może zwiększyć nie tylko zdrowotność roślin, a także wpłynąć na zmniejszenie zasiedlenia ziarna przez grzyby, zwłaszcza gatunki patogeniczne.

Celem badań było porównanie wielkości zasiedlenia oraz składu gatunkowego grzybów bytujących na ziarnie owsa oplewionego i nagiego, w zależności od sposobu ochrony roślin w okresie wegetacji.

MATERIAŁY I METODY

Analizie laboratoryjnej poddano ziarno owsa zebrane z doświadczeń przeprowadzonych w Zakładzie Doświadczalnym Akademii Rolniczej w Swadzimiu w latach 2000 i 2001. Eksperyment polowy przeprowadzono w układzie split-plot w 4 powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu były siewy czyste owsa oplewionego Hetman i nagoziarnistego Akt.

Czynnikami II rzędu były różne strategie ochrony roślin przed chorobami w trakcie wegetacji:

- Bioalgeen S 90 Plus 2, w fazie 3–4 liści (BBCH 12; Adamczewski, Matysiak, 2002),
- Bion 50 WG, w końcu krzewienia (BBCH 29),
- Bioalgeen S 90 Plus 2 (BBCH 12) + Sportak 450 EC — w początku strzelania w źdźbło (BBCH 32),
- Bion 50 WG (BBCH 29) + Sportak 450 EC (BBCH 32),
- kontrola.

Masę tysiąca ziaren określano wyodrębniając z próbki ziarna czystego 2x po 500 ziarniaków. Ziarno ważono, a sumę mas, jeśli ich różnica nie przekraczała 5%, przyjmowano jako wynik pomiaru. Analizę zdolności kiełkowania oraz analizę mikologiczną zebranego ziarna przeprowadzono 2–3 miesiące po zbiorze, przy wilgotności ziarna 13–14%. Energię i zdolność kiełkowania oceniano na bibule, na płytkach Petriego, analizując po 100 ziarniaków z każdej kombinacji, w 4 powtórzeniach. Energię kiełkowania określano po 4 dniach po wyłożeniu ziarna na wilgotną komorę, zaś po 7 dniach obliczano zdolność kiełkowania. W celu określenia zasiedlenia przez grzyby, ziarno skiełkowano na płytkach Petriego z pożywką agarowo-glukozowo-ziemniaczaną (AGZ), zakwaszoną kwasem mlekowym do pH 4,5–5,0. Dla każdej kombinacji badawczej przygotowano po 5 płytek Petriego z pięcioma ziarniakami na każdej płytce, w 4 powtórzeniach (łącznie analizowano po 100 ziarniaków/kombinację). Identyfikację grzybów przeprowadzono na podstawie obserwacji makro- i mikroskopowych, posługując się kluczami do oznaczania grzybów (Kwaśna i in., 1991; Glerlach, Nirenberg, 1982). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej.

Przebieg pogody w obu latach badań nie był zbyt sprzyjający dla zbóż jarych. Były to lata ciepłe i stosunkowo suche. W roku 2000 średnia temperatura okresu kwiecień-lipiec wynosiła 15,4°C i była o 1,5° wyższa od średniej wieloletniej, a opady 165 mm, tj. o 54 mm mniejsze od sumy z wielolecia. W roku 2001 różnice w stosunku do danych wieloletnich wynosiły odpowiednio: +0,8°C i -42 mm. Charakterystyczne dla tych lat były suche wiosenne miesiące: kwiecień i czerwiec w roku 2000, zaś maj w roku 2001 (tab. 1).

Tabela 1

Warunki pogodowe w latach 2000–2001 w ZDAR Swadzim
Weather conditions in 2000–2001 in Swadzim

Lata Years	Miesiąc Month	Średnia temperatura Average temperature	Sumy opadów Total rainfall	Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa Sielianinov's hydrothermic index
2000	Kwiecień — April	12,1	15,7	0,43
	Maj — May	15,6	47,4	0,98
	Czerwiec — June	17,6	29,9	0,57
	Lipiec — July	16,4	73,0	1,44
	IV–VII	15,4	166,0	0,86
2001	Kwiecień — April	8,3	33,1	1,33
	Maj — May	15,2	10,4	0,22
	Czerwiec — June	15,3	67,8	1,48
	Lipiec — July	19,9	65,8	1,07
	IV–VII	14,7	177,1	1,02

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Długotrwała susza panująca w okresie wegetacji w obu latach badań wpłynęła niekorzystnie na masę tysiąca ziaren owsa. Średnia masa tysiąca ziaren owsa nagiego zebranego w 2000 roku wynosiła 25,4 g, zaś owsa oplewionego 30,3 g. W roku 2001 MTZ wynosiła odpowiednio: 24,4 i 32,2 g. Owies oplewiony ze zbiorów w roku 2000 kiełkował wysoko, na poziomie 95%. Zdecydowanie gorsze wyniki uzyskano dla owsa nagiego, którego zdolność kiełkowania wynosiła średnio 76%, a energia tylko 66%. Z kolei ziarno owsa nagiego zebrane z doświadczeń w roku 2001 charakteryzowało się wysoką energią i zdolnością kiełkowania, większą nawet niż owsa oplewionego (tab. 2, 3).

Tabela 2

Energia kiełkowania ziarna owsa w warunkach laboratoryjnych w zależności od sposobu ochrony roślin w trakcie wegetacji
Germination energy of oat grains in laboratory conditions depending on the system of plant protection during vegetation

Sposób ochrony Method of plant protection	Owies oplewiony Husked oat	Owies nagi Naked oat	NIR _(0,05) LSD _(0,05)
2000 rok			
Bion 50 WG	96,2	69,0	3,17
Bioalgeen S 90 Plus 2	95,2	64,7	
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	95,7	68,5	
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	93,7	67,5	
Kontrola	96,0	60,5	
Control			
Średnio	95,4	66,0	1,42
Mean			
2001 rok			
Bion 50 WG	96,2	94,7	r.n — n.s.
Bioalgeen S 90 Plus 2	93,2	94,2	
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	93,2	95,2	
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	94,0	97,2	
Kontrola	93,0	98,2	
Control			
Średnio	93,9	95,9	1,86
Mean			

Sezon wegetacyjny 2000 roku był mniej sprzyjający dla rozwoju grzybów w okresie wegetacji, niż rok 2001. Spowodowane to było prawdopodobnie dłuższym okresem suszy w okresie wegetacji owsa. Nie było natomiast większego zróżnicowania w stopniu zasiedlenia ziarna przez grzyby — łączny odsetek ziarniaków, na których wyrosły kolonie grzybów wynosił w roku 2000: 95% dla owsa nagiego i 100% dla oplewionego. Na ziarnie z roku 2001, wartości te wynosiły: 82% dla owsa nagiego i 96% dla owsa oplewionego.

Ziarniaki owsa nagiego były słabiej zasiedlane przez grzyby, niż ziarno owsa oplewionego (tab. 4). Wprawdzie, w zasiedleniu ziarniaków obu form owsa przewagę miały grzyby saprofityczne o koloniach typu czystego i mieszanego, ale odsetek kolonii tych grzybów był wyraźnie mniejszy w przypadku ziarna owsa nagiego.

Tabela 3

Zdolność kielkowania ziarna owsa w warunkach laboratoryjnych w zależności od sposobu ochrony roślin w trakcie wegetacji

Germination capacity of oat grains in laboratory conditions depending on the system of plant protection during vegetation

Sposób ochrony Method of plant protection	Owies oplewiony Husked oat	Owies nagi Naked oat	NIR _(0,05) LSD _(0,05)
2000 rok			
Bion 50 WG	96	75	1,91
Bioalgeen S 90 Plus 2	97,2	77,7	
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	97,5	75,2	
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	97	74,2	
Kontrola Control	99,5	78	
Srednio Mean	97,5	76,1	r.n. – n.s.
2001 rok			
Bion 50 WG	97,2	96,2	1,56
Bioalgeen S 90 Plus 2	94	96,2	
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	93,2	95,2	
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	95,2	97,2	
Kontrola Control	95,2	98,2	
Srednio Mean	95	96,6	r.n. – n.s.

Tabela 4

**Wpływ badanych czynników na procent ziarniaków owsa zasiedlonych przez grzyby
(średnia z lat 2000–2001)**

**The effect of investigated factors on percentage of grains colonized by fungi
(mean for years 2000–2001)**

Czynnik Factor	% ziarniaków owsa zasiedlonych przez grzyby % of grains colonized by fungi	Saprofity Saprophytes	Patogeny Pathogens	Infekcja mieszana Mixed infection	Niezarodni- kujące Nonsporulating fungi
forma owsa form of oat					
Owies nagi — Naked oat	56,4	39,0	1,7	12,9	2,4
Owies oplewiony — Husked oat	73,4	50,4	6,9	13,7	2,4
NIR _(0,05) ; LSD _(0,05)	10,78	10,03	2,64	r.n. — n.s.	r.n. — n.s.
sposób ochrony method of plant protection					
Bion 50 WG	58,0	41,0	0,2	14,2	2,2
Bioalgeen S 90 Plus 2	58,2	41,8	0,0	12,2	4,2
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	58,8	43,0	1,7	11,5	1,7
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	56,2	48,5	3,0	4,7	0,0
Kontrola Control	93,2	49,2	16,5	23,7	3,7
NIR _(0,05) ; LSD _(0,05)	17,04	r.n. — n.s.	4,18*	5,57*	2,41

* W latach ustalonych

* In fixed years

Tabela 5

Wpływ formy owsa i sposobu ochrony na odsetek ziarniaków zasiedlonych przez grzyby patogeniczne
The effect of oat form and plant protection system on the proportion of grains colonised by pathogenic fungi (%)

Sposób ochrony Method of plant protection	Forma owsa — Form of oat		NIR _(0,05) LSD _(0,05)
	nagi — naked	oplewiony — husked	
Bion 50 WG	0,5	0,0	5,91
Bioalgeen S 90 Plus 2	0,0	0,0	
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	0,0	3,5	
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	0,0	6,0	
Kontrola Control	8,0	25,0	

Tabela 6

Względny udział różnych grzybów zasiedlających ziarno owsa nagiego i oplewionego ze zbiorów w 2000 roku

A relative proportion (%) of fungi colonizing naked and husked oats harvested in 2000

Sposób ochrony Method of plant protection	% udział grzybów — % of fungi											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
owies nagi — 2000 rok — naked oat — 2000												
Bion 50 WG	23,3	16,7	20	3,3	1,3	1,3	30,5	0,0	0,0	1,3	0,0	2,3
Bioalgeen S 90 Plus 2	13,5	22,3	13,7	2,5	13,5	0,0	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	22,5	13,5	22,5	0,0	8,5	0,0	19,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	38,0	33,8	0,0	23,5	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kontrola — Control	20,0	0,0	11,7	0,0	0,0	0,0	35,8	0,0	2,7	12,3	1,7	15,8
owies nagi — 2001 rok — naked oat — 2001												
Bion 50 WG	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioalgeen S 90 Plus 2	40,0	0,0	0,0	40,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	0,0	0,0	0,0	85,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kontrola — Control	0,0	0,0	10,0	70,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
owies oplewiony — 2000 rok — husked oat — 2000												
Bion 50 WG	26,0	5,0	12,3	5,0	1,3	10,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
Bioalgeen S 90 Plus 2	10,0	10,0	20,0	30,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	12,2	20,0	22,0	20,0	0,0	0,0	20,0	2,5	0,0	0,0	0,0	3,3
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	20,0	5,0	30,0	30,0	0,0	8,5	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0
Kontrola — Control	33,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,6	0,0	26,6	13,4	0,0	0,0
owies oplewiony — 2001 rok — husked oat — 2001												
Bion 50 WG	0,0	0,0	20,0	60,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioalgeen S 90 Plus 2	10,0	0,0	0,0	60,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
Bion 50 WG + Sportak 450 EC	6,6	0,0	0,0	60,3	3,3	3,3	19,9	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Bioalgeen S 90 Plus 2 + Sportak 450 EC	30,0	0,0	0,0	40,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Kontrola — Control	20,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0
A — <i>Alternaria tenuis</i> B — <i>Cladosporium</i> spp. C — <i>Penicillium</i> spp. D — <i>Aspergillus</i> spp. E — <i>Trichotecium</i> spp. F — <i>Rhizopus</i> spp. G — Infekcja mieszana/ Mix infection H — <i>Fusarium avenaceum</i> I — <i>Fusarium poae</i> J — Inne gatunki <i>Fusarium</i> spp.; Other species of <i>Fusarium</i> K — <i>Helminthosporium avenae</i> L — Niezarodnikujące; Non sporulation fungus												

Jeszcze wyraźniejsze różnice na korzyść owsa nagiego wystąpiły odnośnie częstości stwierdzanych kolonii grzybów patogenicznych (odpowiednio 1,7 i 6,9%). Zastosowane zabiegi ochrony roślin wpłynęły skutecznie na ograniczenie zasiedlenia ziarna przez grzyby, zwłaszcza grzyby patogeniczne. Jak wynika z tabeli 4, w kombinacji kontrolnej — niezależnie od formy owsa, procent zasiedlenia ziarna przez grzyby patogeniczne był wielokrotnie większy, niż na kombinacjach chronionych. Podobna zależność wystąpiła również w udziale grzybów saprofitycznych o tzw. infekcji mieszanej. Różnice w obu przypadkach były istotne, ale ze względu na dużą interakcję z latami — dotyczą tylko warunków, w których prowadzono badania.

Stwierdzono również istotną interakcję formy owsa ze sposobem ochrony, na odsetek grzybów patogenicznych w ogólnej liczbie izolatów (tab. 5). Na kombinacjach niechronionych (kontrola) udział patogenów był w przypadku owsa nagiego trzykrotnie mniejszy niż na owsie oplewionym. Na ziarnie owsa oplewionego stwierdzono ponadto tendencję do większego występowania grzybów patogenicznych na kombinacjach chronionych Sportakiem.

Ziarno zarówno owsa nagiego jak i oplewionego w największym stopniu zasiedlone było przez grzyb *Alternaria tenuis*, występujący zarówno w infekcji czystej, jak i w infekcji mieszanej, gdzie występował najczęściej z grzybem saprofitycznym *Rhizopus spp.* (tab. 6). Zarówno okres badań jak i forma owsa wpływały wyraźnie na skład gatunkowy i udział poszczególnych grup grzybów. Na ziarnie z roku 2001 stwierdzono znacznie uboższy skład gatunkowy grzybów, niż w roku 2000. W roku 2000 grzyby fuzaryjne wyizolowano zarówno z ziarna owsa oplewionego, jak i nagiego, zaś na próbach z roku 2001 stwierdzono je tylko na ziarnie owsa oplewionego. W roku 2000 wystąpiło też dość dużo grzybów o nieokreślonym gatunku (oznaczonych jako niezarodnikujące), podczas gdy w roku 2001 stwierdzono je tylko na jednej kombinacji.

DYSKUSJA

Warunki pogodowe dość silnie modyfikują plonowanie zbóż oraz występowanie chorób (Głazek, Krzyżińska, 1999; Michalski i in., 1996; Mielniczuk, 2001). Michalski i wsp. (1999) badali wpływ wielkości i rozkładu opadów w okresie kwietnia-czerwca na plonowanie owsa. Plonował on najwyżej, gdy po chłodnym maju następował wilgotny czerwiec, z opadami na poziomie 80–100 mm. W badaniach własnych susze panujące w okresie wegetacji wpłynęły niekorzystnie na masę tysiąca ziaren owsa w obu latach badań. Masa tysiąca ziaren owsa nagiego Akt w roku 2000 była mniejsza o 0,5 g, a w roku 2001 o 1,5 g — w porównaniu do średniej masy ziarna w doświadczeniach COBORU z lat 1997–1999 (Zych, 1999). W przypadku owsa Hetman obniżka ta wynosiła odpowiednio: 5 oraz 3 gramy.

Sezon wegetacyjny 2000 roku był mało sprzyjający dla rozwoju grzybów w okresie wegetacji (Horoszkiewicz, Michalski, 2001). Jednak w roku tym bardzo deszczowy był lipiec, przez co grzyby miały większą szansę zasiedlenia na ziarnie. Potwierdziły to analizy mikologiczne ziarna, bowiem w roku 2000 z prawie wszystkich ziarniaków wyizolowano grzyby, podczas gdy w roku 2001 kolonie grzybów nie wyrosły z 18% ziarniaków owsa

nagiego i 4% ziarniaków owsa oplewionego. Wilgotne warunki w okresie zbiorów 2000 wpłynęły też negatywnie na zdolność kiełkowania, ale tylko owsa nagiego. Mniejszą zdolność kiełkowania owsa nagiego w niektórych latach potwierdza też hodowla (Nita, 1999).

Wbrew przypuszczeniom, na ziarnie owsa nagiego stwierdzono mniej grzybów tworzących kolonie, niż na ziarnie owsa oplewionego. Dotyczyło to nie tylko łącznego odsetka stwierdzonych kolonii grzybów, ale co istotne również grzybów patogenicznych. Zaznaczyło się to najwyraźniej na kombinacjach niechronionych (kontrola), gdzie udział grzybów patogenicznych wyrastających na owsie nagim był trzykrotnie mniejszy niż na owsie oplewionym. Wyniki takie dają podstawę do stwierdzenia, że plewki chronią dość skutecznie ziarno owsa nagiego, a podczas zbioru na owłosionej jego powierzchni nie osiada znacząco więcej sporów niż na owsie oplewionym. Mikologicznie nie analizowano jednak łuszczonego ziarna owsa i z tego powodu nie można bezpośrednio porównać składu grzybów zasiedlających ziarno bez plewek obu form owsa, co mogłoby mieć znaczenie np. dla przemysłu przetwórczego.

Stosowane zabiegi ochrony roślin wpłynęły skutecznie na ograniczenie zasiedlenia ziarna obu form owsa przez grzyby, zwłaszcza grzyby patogeniczne. Na ziarnie ze wszystkich kombinacji chronionych wyrastały tylko nieliczne kolonie grzybów, a na niektórych nie stwierdzano ich w ogóle. Potwierdza to hipotezę, że ochrona roślin w trakcie wegetacji, wpływa ograniczająco również na ilość spor grzybów na ziarnie i zdolność ich do dalszego rozwoju.

W zależności od lat i formy owsa na ziarnie, wśród ogólnej liczby grzybów bytowało średnio 45% grzybów patogenicznych, podczas gdy Błażej i Błażej (1999) stwierdzili, że wśród grzybów bytujących na ziarnie owsa oplewionego *Diadem*, patogeny stanowiły aż 55% (średnia z 3 lat). W badaniach tych autorów, grzyby z rodzaju *Fusarium* stanowiły blisko 30% całej ilości grzybów, a wśród nich najczęściej występowały: *Fusarium avenaceum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*. Według Mielniczuk (2001) do najczęściej spotykanych grzybów fuzaryjnych na owsie należą: *Fusarium avenaceum* i *Fusarium poae*. Gatunki te wystąpiły też stosunkowo najliczniej w badaniach własnych. Najwięcej było jednak grzybów przynależnych do saprofitycznego gatunku *Alternaria tenuis*. Według najnowszych badań (Mielniczuk, 2001), grzyby należące do tego rodzaju mogą również wytwarzać mikotoksyny, zwłaszcza w warunkach wilgotnych. Grzybów tych było nieco więcej na ziarnie z roku 2000, nie stwierdzono natomiast wyraźniejszej zależności ich występowania od formy owsa i co istotne również od sposobu ochrony w trakcie wegetacji.

WNIOSKI

1. Owies oplewiony charakteryzował się większą i bardziej stabilną energią i zdolnością kiełkowania niż owies nagi. Ziarno owsa nagiego zebrane z doświadczeń w 2000 roku charakteryzowało się niską energią i zdolnością kiełkowania, czego nie stwierdzono u ziarna pochodzącego ze zbiorów 2001 roku.
2. W zasiedleniu ziarna owsa głównie partycypowały grzyby saprofityczne (o infekcji czystej i mieszanej).

3. Ziarniaki owsa nagiego były o 17 punktów procentowych słabiej zasiedlone przez grzyby, a odsetek grzybów patogenicznych był wśród nich istotnie mniejszy niż na ziarnie owsa oplewionego.
4. Stosowane zabiegi ochrony roślin ograniczały kilku- do kilkunastokrotnie ilość wyrastających na ziarnie owsa kolonii grzybów. Skuteczne były już wczesne zabiegi Bioalgeenem stosowanym w fazie 3–4 liści oraz Bionem na początku krzewienia. Dodatkowy zabieg Sportakiem na początku strzelania w źdźbło nie poprawiał już stanu mikologicznego ziarna.
5. Stwierdzono również istotną interakcję formy owsa ze sposobem ochrony.

LITERATURA

- Adamczewski K., Matysiak K. 2002. Klucz do określania faz rozwojowych roślin jedno- i dwuliściennych w skali BBCH, IOR, GII ORiN, Poznań.
- Błażej J., Błażej J. 1999. Zdrowotność owsa w aspekcie wybranych czynników agrotechnicznych. Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin 39 (2): 885 — 888.
- Gąsiorowski H. 1999. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 1 (18) Supl., Kraków: 193 — 195.
- G1erlach W., Nirenberg H. 1982. The Genus *Fusarium* — a Pictorial Atlas, Berlin.
- Głazek M., Krzyżińska B. 1999. Wykorzystanie stymulatora odporności roślin w ochronie pszenicy ozimej przed chorobami grzybowymi. Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Roślin 39 (2): 818 — 822.
- Horoszkiewicz J., Michalski T. 2001. Zasiedlenie przez patogeny owsa nagiego uprawianego w siewie czystym i w mieszankach. Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin 41 (2): 722 — 726.
- Jańczak C., Bielecki W. 1997. Bion 50 WG — pobudzanie mechanizmów obronnych jako nowy sposób przeciwdziałania procesom chorobowym w roślinie. Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin 37 (2): 297 — 300.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1999. Zalecenia agrotechniczne. Technologie uprawy roślin. Owies. IUNG Puławy.
- Kwaśna H., Chełkowski J., Zajkowski P. 1991. Grzyby PAN, Instytut Botaniki, Poznań.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 1 (18) Supl., Kraków: 46 — 52.
- Michalski T., Weber Z., Gołębiak B., Osiecka B., Bieliński S. 1996. Uprawa mieszanek jako agrotechniczna metoda ochrony zbóż przed chorobami. Prog. Plant Protection/ Post. Ochr. Roślin 36 (1): 229 — 236.
- Mielniczuk E. 2001. The occurrence of *Fusarium spp.* on panicles oat (*Avena sativa* L.). J. Plant Protection Research Vol. 41, No. 2: 173 — 180.
- Nita Z. T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 1 (18) Supl., Kraków: 186 — 192.

ELŻBIETA BOLIGŁOWA

KATARZYNA ZNÓJ

Zakład Ochrony Środowiska Rolniczego
Akademia Rolnicza, Kraków

Wpływ nachylenia stoku na zdrowotność i plonowanie owsa w siewie czystym i w mieszanym

The effect of method of land slope gradient on healthiness and yielding of oats in monoculture and in mixtures

W latach 1998–2000 przeprowadzono badania polowe w Górskiej Stacji Doświadczalnej w Czarnej Niżnej koło Krynicy na wysokości 545–570 m n.p.m. Badania dotyczyły zdrowotności i plonowania owsa w zależności od sposobu siewu i położenia na stoku. Stwierdzono istotny wzrost porażenia liści owsa w siewie jednogatunkowym przez *Puccinia coronata* i *Helminthosporium avenae*. Siew wielogatunkowy ograniczał nasilenie chorób grzybowych na liściach i zapewniał lepsze plonowanie. Z kolei położenie na stoku nie miało wpływu na choroby grzybowe liści owsa. Natomiast uprawa owsa na stoku o nachyleniu 16,6% powodowała istotny wzrost fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła.

Słowa kluczowe: choroby, mieszanki zbożowe, nachylenie stoku, owies, plonowanie

In 1998–2000 field experiments were carried out at a mountain experimental station situated at 545–570 m a.s.l at Czarna Niżna near Krynica. The experiments concerned healthiness and yielding of oats depending on the method of sowing and position on the slope. A significant increase in oats leaves infection was recorded in pure stands by *Puccinia coronata* and *Helminthosporium avenae*. Mixtures limited the intensity of fungal diseases on leaves and ensured better yielding. On the other hand position on the slope did not have any influence on fungal diseases of oats leaves. However, oats cultivation in the upper part of the slope with 16.6% inclination gradient caused a marked aggravation of the take all disease.

Key words: cereal mixtures, diseases, land slope, oat, yielding

WSTĘP

Owies w okresie wegetacji ulega porażeniu chorobom infekcyjnym, głównie rdzą koronową (*Puccinia coronata*), mączniakiem prawdziwym zbóż i traw (*Erysiphe graminis*), helmintosporiozą (*Helminthosporium avenae*) (Pokacka, 1993; Mazaraki, 1999; Burgiel i Pisulewska, 2000). Zdrowotność zbóż w okresie wegetacji zależy od wielu

czynników: siedliskowych, agrotechnicznych i odporności genetycznej (Cook, 1970; Wierzbicka-Kukułowa i Król, 1982; Walczak, 1987; Kiecana, 1998). Oddziaływanie poszczególnych czynników na stan zdrowotny roślin jest różne. Skutki negatywnego wpływu środowiska na rozwój roślin można ograniczać przez stosowanie właściwej agrotechniki, w tym odpowiedni dobór gatunku i odmiany do rejonu uprawy. Powszechnie uważa się, że owies wykazuje dużą tolerancję na warunki siedliska i jest predysponowany do uprawy w terenach górskich (Błażej i Błażej, 1999). Jednak poszczególne gatunki i odmiany zbóż wykazują niejednakowy stopień wrażliwości na te same czynniki chorobotwórcze (Cook, 1970; Betz, 1984; Pokacka, 1993).

Jednym z korzystnych czynników agrotechnicznych wpływających na stan zdrowotny roślin i rzutujący na ich plonowanie jest ich uprawa w siewie mieszanym (Wierzbicka-Kukułowa i Król, 1982; Majkowski i in., 1993; Noworolnik i Rybicki, 1994; Kurowski i Wanic, 1995; Kurowski i in., 1998; Wenda-Piesik i in., 2000). Siewy mieszane przyczyniają się do wzrostu stabilności plonowania, zmniejszenia zachwaszczenia łąnu, zwiększają odporność łąnów na choroby, co ma korzystne skutki ekonomiczne i ekologiczne (Wolfe, 1985; Czembor i Gacek, 1995; Gacek i in., 1996). Dotychczasowa literatura wiele uwagi poświęca efektom produkcyjnym mieszanek zbożowych (Wierzbicka-Kukułowa i Król, 1982; Majkowski i in., 1993; Wenda-Piesik i in., 2000). Nieliczne publikacje dotyczące zdrowotności owsa uprawianego w warunkach górskich, skłoniły do podjęcia tego tematu badań.

Celem niniejszej pracy było porównanie stanu zdrowotnego i plonowania owsa w siewie czystym i mieszanym w zależności od położenia uprawy na stoku.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w latach 1998–2000 na glebie V klasy bonitacyjnej, 12 kompleksu owsiano-ziemniaczanego górskiego, w Górskiej Stacji Doświadczalnej położonej w Czyrnej Niżnej koło Krynicy na wysokości 545–570 m n.p.m. Doświadczenie dwuczynnikowe założono w układzie podbloków losowanych w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszym były strefy stoku o zróżnicowanym nachyleniu:

- strefa górna o spadku 16,6%,
- strefa środkowa o spadku 12,4%,
- strefa dolna ze spadkiem 11,6%.

Drugi czynnik stanowił sposób siewu owsa:

- siew czysty,
- mieszanki dwugatunkowe — z jęczmieniem jarym i pszenżytem jarym,
- mieszanki trójgatunkowe — owies + pszenżyto jare + jęczmień jary.

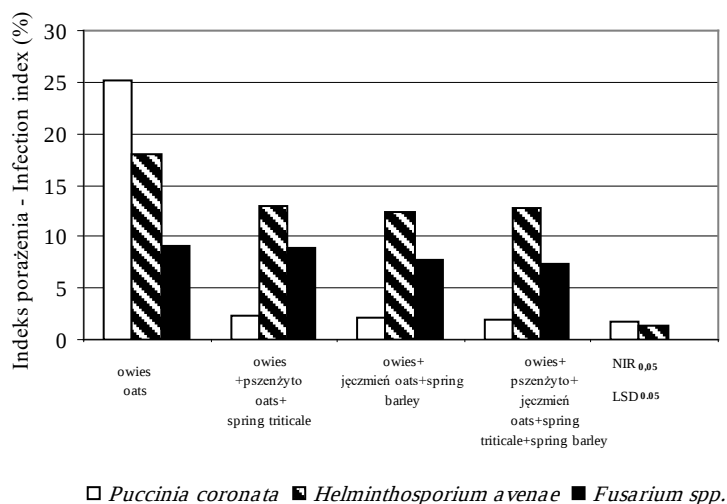
Doświadczenie zakładano w stanowisku po ziemniakach. Uprawa roli, nawożenie mineralne i pielęgnację wykonano zgodnie z wymogami poprawnej agrotechniki. Każdego roku siewu zbóż dokonywano w drugiej dekadzie kwietnia w rozstawie między rzędami 11 cm. W siewie czystym wysiewano 220 kg/ha owsa odmiany Dukat (758 szt. ziarniaków/m²), a w mieszance dwugatunkowej z jęczmieniem 1/2 dawki — 110 kg/ha owsa (379 szt. ziarniaków/m²) i 85 kg jęczmienia (205 szt. ziarniaków/m²), zaś

w mieszance z pszenżytem 110 kg/ha owsa (379 szt. ziarniaków/m²) i 100 kg pszenżyta (284 szt. ziarniaków/m²), a w mieszance trójgatkowej wysiano 67 kg/ha owsa (231 szt. ziarniaków/m²) + 64 kg/ha pszenżyta (173 szt. ziarniaków/m²) + 52 kg/ha jęczmienia (125 szt. ziarniaków/m²).

Obserwacje stanu zdrowotnego owsa wykonano we wczesnym stadium dojrzałości młeczonej ziarna na 25 wybranych losowo roślinach z każdego poletka. Oceny porażenia liścia flagowego i podflagowego przez choroby wykonano według 9-stopniowej skali: gdzie 1 — oznacza całkowitą odporność, a 9 — całkowitą wrażliwość (Ralski i Muszyńska, 1970), a podstawy źdźbła w skali 4-stopniowej (Bojarczuk i Bojarczuk, 1979). Wyniki przedstawiono w postaci indeksów porażenia. Po zbiorze zbóż, określono plon ziarna, masę 1000 nasion owsa i liczbę ziaren w wiesze. Wszystkie uzyskane wyniki poddano analizie wariancji. Dane dotyczące indeksu porażenia owsa przez choroby grzybowe przekształcono wg Bliss'a $\arcsin \sqrt{\%}$. Istotność różnic weryfikowano testem t-Studenta na poziomie istotności $\alpha_{0,05}$.

WYNIKI I DYSKUSJA

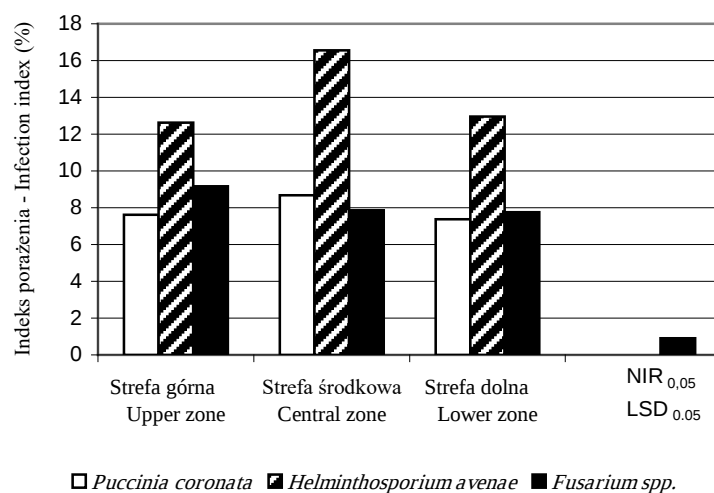
Uzyskane wyniki badań wskazują, że w okresie wegetacji liście owsa były porażane jedynie przez *Puccinia coronata* i *Helminthosporium avenae*, a podstawy źdźbła przez fuzaryjną zgorzel podstawy źdźbła (*Fusarium spp.*), co znajduje potwierdzenie w pracy Kurowskiego i Wanic (1995); Kiecany (1998), Kurowskiego i wsp. (1998), Burgieła i Pisulewskiej (2000). W prezentowanych badaniach (rys. 1), stwierdzono różnice w nasileniu chorób liści między siewem czystym i mieszanym.



Rys. 1. Porażenie owsa chorobami grzybowymi w zależności od składu zasiewu (średnie indeksy za lata 1998-2000)

Fig. 1. Oats infection with fungal diseases depending on the stand composition (mean indices for 1998-2000)

Największe porażenie liści owsa przez choroby grzybowe (*P. coronata*, *H. avenae*) stwierdzono w siewie czystym. Z kolei siew mieszany silnie ograniczył porażenie liści przez czynniki chorobotwórcze, zwłaszcza rdzy koronowej (*P. coronata*). Opinię tę potwierdzają inni (Gacek, 1993; Majkowski in., 1993; Kurowski i Wanic, 1995; Gacek i in., 1996; Błażej i Błażej, 1999) wskazując, że w mieszkach przenoszenie chorób jest ograniczone tylko do roślin reprezentujących określony typ odporności genetycznej. W badaniach własnych wykazano, że siew mieszany prawie dziesięciokrotnie zmniejszył porażenie liści przez *P. coronata*, a w mniejszym stopniu ograniczył rozwój *H. avenaceae*. Uzyskane wyniki znalazły potwierdzenie w pracy Karjalainen (1987) i Gacek (1993). Natomiast dobór gatunku zboża do mieszanki nie powodował istotnych zmian w porażeniu liści przez grzyby chorobotwórcze. Daje się jednak zauważyć mniejsze porażenie liści owsa w mieszance trójskładnikowej, niż składającej się z dwu komponentów. Z kolei nasilenie zmian chorobowych na liściach owsa nie zależało istotnie od położenia na stoku (rys. 2). Jednak owies uprawiany w środkowej strefie stoku, o nachyleniu terenu 12,4% był bardziej atakowany przez rdzę koronową.



Rys. 2. Porażenie owsa chorobami grzybowymi w zależności od położenia na stoku (średnie indeksy za lata 1998–2000)

Fig. 2. Oats infection with fungal diseases depending on the position on the slope (mean indices for 1998–2000)

Wyniki badań własnych wykazały, że podstawa źdźbła owsa z objawami typu nekrotycznych smug była porażana przez grzyby fuzaryjne (rys. 1). Niezależnie od analizowanych czynników, indeks porażenia źdźbła przez kompleks grzybów wywołujących fuzaryjną zgorzel podstawy był niski. Podobnego zdania jest Kiecana (1998) oraz Błażej i Błażej (1999). Cook (1970) i Kiecana (1998) wskazują, że owies jest odporny na choroby podsuszkowe, łatwo jednak ulega chorobom fuzaryjnym. Zdaniem Kiecany (1998), występowanie niektórych grzybów fuzaryjnych np. *Fusarium culmorum* i *F. avenaceum*

w uprawach owsa zależy od ich zdolności życia saprofitycznego na resztkach poźniwnych w glebie, co sprzyja porażeniu korzeni tego zboża. Wielu autorów uważa, że słabe porażenie podstawy źdźbła owsa przez czynniki chorobotwórcze zawdzięcza się awenacynom, związkom fungistatycznym, wydzielanym do gleby, które ograniczają rozwój chorób podsuszkowych, a przede wszystkim *Gaeumannomyces graminis* (Betz, 1984; Rothrock i Cunfer, 1991; Pokacka, 1993). Sposób siewu nie miał istotnego wpływu na stan zdrowotny podstawy źdźbła owsa. Choroba ta w jednakowym stopniu rozwijała się w zasiewach mieszanych i jednogatunkowym. Jedynie taką zależność wykazało położenie na stoku. Uprawa owsa w górnej strefie o nachyleniu terenu 16,6%, gdzie panują gorsze warunki glebowe przyczyniła się do istotnego wzrostu porażenia podstawy źdźbła przez grzyby fuzaryjne. Podobny wzrost nasilenia chorób podsuszkowych u pszenżyta uprawianego na zboczu obserwowała Boligłowa i wsp. (2000).

Pozytywnym skutkiem stosowania siewów mieszanych jest zwiększenie stabilności plonowania, między innymi dzięki zróżnicowanej podatności genetycznej roślin na patogeny. Wolfe tłumaczy to przestrzennym rozmieszczeniem roślin w łanie oraz występowaniem zjawisk kompensacji i komplementacji. Uzyskane wyniki badań wykazały większą wydajność mieszanki owsa z jęczmieniem, niż samego owsa (tab. 1).

Tabela 1

Plonowanie owsa oraz mieszanek zbożowych z udziałem owsa w zależności od składu zasiewu (średnio z lat 1998–2000)
Yielding of oats and cereal mixtures with oats depending on the stand composition (means for 1998–2000)

Składu zasiewu Stand composition	Plon ziarna ogółem (t/ha) Grain yield, total (t/ha)	Masa 1000 ziaren owsa (g) 1000 oats grain weight (g)	Liczba ziaren w wieszce (szt.) Number of grains per panicle (pcs)
Siew czysty Pure stand			
Owies Oats	3,73	29,70	31,70
Siew mieszany Mixtures			
Owies + pszenżyto jare Oats + spring Triticale	3,81	29,30	31,40
Owies + jęczmień jary Oats + spring barley	3,95	30,00	32,80
Owies + pszenżyto + jęczmień Oats + spring + triticale + spring barley	3,86	29,00	31,50
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,11	0,86	0,91

Można to łączyć z odpowiednio niższym porażeniem owsa przez patogeny (Gacek i in., 1996). Podobne rezultaty uzyskali inni (Wierzbicka-Kukułowa i Król, 1982; Noworolnik i in., 1983; Majkowski i in., 1993; Kurowski i Wanic, 1995; Kurowski i in., 1998; Wenda-Piesik i in., 2000). Również mieszanka trójgatunkowa przewyższała plonem ziarna siew jednogatunkowy, jednak owies w tej mieszance wykształcił wiechy o mniejszej liczbie

ziaren. Ponadto, ziarno to było bardziej zdrobniałe. Położenie na stoku nie miało istotnego wpływu na plon ziarna owsa i mieszanek zbożowych oraz liczby ziaren owsa w wiesze (tab. 2).

Tabela 2

**Plonowanie owsa oraz mieszanek zbożowych z udziałem owsa w zależności od położenia na stoku
(średnio z lat 1998–2000)**
Yielding of oats and cereal mixtures with oats depending on the position on the slope (means for 1998–2000)

Strefa stoku Slope zone	Plon ziarna ogółem (t/ha) Grain yield, total (t/ha)	Masa 1000 ziaren (g) 1000 oats grain weight (g)	Liczba ziaren w wiesze (szt.) Number of grains per panicle (pcs)
Górna Upper	3,75	29,00	31,60
Środkowa Central	3,83	29,50	31,90
Dolna Lower	3,93	29,80	32,00
NIR _{0,05}	r.n.	0,71	r.n
LSD _{0,05}	n.s.		n.s.

Jedynie uprawa roślin w dolnej strefie stoku o nachyleniu 11,6% przyczyniła się do istotnego wzrostu masy tysiąca ziaren owsa. Uzyskane wyniki potwierdza Noworolnik i Rybicki (1994), wskazując brak istotnego zróżnicowania plonu ziarna między czystymi zasiewami owsa i jęczmienia a ich mieszkankami w zróżnicowanych warunkach glebowych.

WNIOSKI

1. W warunkach górskich, owies w mieszkankach podlega słabszemu porażeniu liści przez *Puccinia coronata* i *Helminthosporium avenae* niż w uprawie jednogatunkowej.
2. Istotny wzrost fuzaryjnej zgorzeli podstawy źdźbła wykazał owies uprawiany w górnej strefie stoku, o nachyleniu 16,6%, gdzie panują gorsze warunki glebowe.
3. Uprawa owsa w mieszance z jęczmieniem jarym przyczynia się do istotnego wzrostu plonu ziarna ogółem oraz masy tysiąca nasion i liczby ziaren w wiesze.

LITERATURA

- Betz H. 1984. Untersuchungen über die Rolle des *Avenaceum* bei Interaktionen zwischen *Avena sativa* und Varietäten von *Gäumannomyces graminis* sowie Arten von *Fusarium*. Diss. Giessen: 62 — 65.
- Błażej J., Błażej J. 1999. Zdrowotność owsa w aspekcie wybranych czynników agrotechnicznych. Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Rośl. 39 (2): 885 — 888.
- Bojarczuk J., Bojarczuk M. 1979. Choroby podstawy źdźbła i korzeni zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 230: 215 — 226.
- Boligłowa E., Gleń K., Klima K., Znój K. 2000. Zdrowotność pszenżyta jarego w siewie czystym i mieszanym w zależności od położenia na stoku. Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Rośl. 40 (2): 598 — 601.
- Burgiel J. Pisulewska E. 2000. Wyniki wstępnych badań nad zdrowotnością wybranych rodów owsa nagoziarnistego. Acta Agr. Silv. ser. Agr. Vol. XXXVIII: 87 — 94.

- Cook R. J. 1970. Factors affecting saprophytic colonization of wheat straw by *Fusarium roseum* f. ssp. *cerealis* "culmorum". Phytopath. 60: 1672 — 1676.
- Czembor H. J., Gacek E. 1995. Systemy zwiększenia trwałości odmian na choroby w hodowli i uprawie zbóż. Mat. 2-go Krajowego Sympozjum „Odporność Roślin na Choroby, Szkodniki i Niesprzyjające Czynniki Środowiska”, IHAR Radzików: 39 — 48.
- Gacek E. 1993. Wykorzystanie biologicznych mechanizmów służących do zapobiegania zakaźnym chorobom zbóż. W: Mat. Symp. "Biotyczne środowisko uprawne a zagrożenia chorobowe roślin". Olsztyn 7–9. IX 1993 r.: 59 — 65.
- Gacek E., Czembor H. J., Nadziak J. 1996. Wpływ zróżnicowania genetycznego w mieszaninach i mieszankach zbożowych na rozwój chorób i plonowanie. Biul. IHAR, 200: 203 — 209.
- Karjalainen R. 1987. Effect of cereal cultivar mixtures on the epidemic development of necrotrophic leaf pathogens. Vaxtskyddsrapporter 48: 21 — 28.
- Kiecana I. 1998. Występowanie *Fusarium spp.*, na owsie (*Avena sativa* L.). Prog. Plant Protection / Post. Ochr. Rośl. 38 (2): 541 — 543.
- Kurowski T. P., Wanic M. 1995. Wpływ zasiewów mieszanych jęczmienia z owsem na rozwój chorób. W: Mat. 35 Sesji Nauk. IOR. Cz. 2: 262 — 265.
- Kurowski T. P., Nowicki J., Wanic M. 1998. Choroby jęczmienia jarego i owsa uprawianych w siewie czystym i mieszanym. Fragm. Agron. 4 (60): 25 — 35.
- Majkowski K., Szempliński W., Budzyński W., Wróbel E., Dubis E. 1993. Uprawa jęczmienia i owsa w siewie czystym i mieszanym. Rocz. AR Pozn. CCXLIII: 73–83.
- Mazaraki M. 1999. Przegląd chorób owsa. Żywność 1 (18) Supl.: 181 — 185.
- Noworolnik K., Rybicki J. 1994. Porównanie plonowania mieszanek owsa z jęczmieniem jarym o różnym składzie komponentów z czystymi zasiewami obu gatunków. Biul. IHAR 190: 77 — 82.
- Noworolnik K., Polak E., Ruskowska B. 1983. Porównanie produktywności jęczmienia jarego i owsa na glebach kompleksu żyniego dobrego. Biuletyn IHAR, 151: 113 — 121.
- Pokacka Z. 1993. Choroby infekcyjne owsa i ich zwalczanie. Choroby grzybowe. W: Biologia i agrotechnika owsa. IUNG, Puławy: 195 — 219.
- Ralski E., Muszyńska K. 1970. Skala bonitacyjna porażenia roślin zbożowych przez choroby grzybowe. Biul. IHAR 3/4: 9 — 11.
- Rothrock C. S., Cunfer B. M. 1991. Influence of small grain rotations on take-all in a subsequent wheat crop. Plant Dis. 75 (10): 1050 — 1052.
- Walczak F. 1987. Nasilenie występowania ważniejszych chorób i szkodników zbóż w 1982 roku w Polsce. Biul. IOR. 152 — 168.
- Wenda-Piesik A., Lemańczyk G., Kotwica K. 2000. Fitosanitarna funkcja owsa i mieszanek z jego udziałem w ogniwie zmianowania. Rośliny fitosanitarne oraz różne zespoły regeneracji stanowisk w płodozmianach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470: 107 — 118.
- Wierzbicka-Kukułowa A., Król M. 1982. Produktywność owsa, jęczmienia jarego i mieszanki obydwu gatunków na glebach kompleksów górskich. Pam. Puł. 78: 189 — 206.
- Wolfe M. S. 1985. The current status and prospects of multiline cultivars and variety mixtures for disease resistance. Annu. Rev. Phytopath. 23: 251 — 273.

JACEK KIEĆKatedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademia Rolnicza w Krakowie

Występowanie owsa szorstkiego (*Avena strigosa*) na polach uprawnych Polski południowo-wschodniej

The occurrence of *Avena strigosa* on arable fields of south-eastern Poland

Badania nad występowaniem *Avena strigosa* na polach uprawnych Polski południowo-wschodniej prowadzono w latach 1995–1999. Stwierdzono wzrastające zachwaszczenie tym gatunkiem zwłaszcza na glebach mineralnych o niskim odczynie oraz bardzo małej zawartości makroelementów. Owies szorstki występował głównie w jęczmieniu jarym, owsie oraz ich mieszkach. Ze względu na wzrastające zagrożenie ze strony tego chwastu, rolnicy powinni zwrócić baczniejszą uwagę na czystość materiału siewnego.

Słowa kluczowe: *Avena strigosa*, chwasty, materiał siewny, Polska, południowo-wschód

The study on presence of *Avena strigosa* in arable fields of south-eastern Poland was carried out in 1995–1999. An increasing infestation by this species, especially on mineral soil with a very low or low content of macroelements and low reaction was observed. *A. strigosa* was present mainly in spring barley and oats as well as in their mixtures. Because of the increasing incidence of this weed, farmers should pay more attention on seed material.

Key words: *Avena strigosa*, weeds, Poland, south-east, seed material

WSTĘP

Avena strigosa, według klasyfikacji O'Mara (Coffman, 1977) obok *A. clauda*, *A. pilosa*, *A. longiglumis* i *A. ventricosa* należy do diploidalnych gatunków rodzaju *Avena*. Został wydzielony jako osobna jednostka taksonomiczna w 1771 roku przez Schrebera. Pochodzi z zachodniej i północno-zachodniej Europy, prawdopodobnie z półwyspu Pirenejskiego gdzie był dość często uprawiany z przeznaczeniem na zieloną paszę lub ziarno (Frey, 1989, 1991; Korniak, 1997; Coffman, 1977). Obecnie w Brazylii uważany jest za cenną roślinę pastewną, uprawianą zarówno na ziarno, jak i zieloną masę (Derpsch, Saunders, 1990; Canto i in., 1997; del Duca i in., 1999; Lupatini i in., 1998; Nakagawa i in., 1995). Również w Hiszpanii i Australii jest uprawiany jako roślina pastewna (Lloveras, 1986; Stillman i in., 1984). *Avena strigosa* wykorzystywana jest także do pozyskiwania genów

odpornościowych na choroby i szkodniki (Herrman i Roderick, 1996; Papadopudolou i in., 1999; Silva, 1992). Natomiast w Stanach Zjednoczonych, zwłaszcza na południu, jest uciążliwym chwastem w uprawach bawełny (Patterson i in., 1996).

W Polsce był również uprawiany do 1950 roku, zwłaszcza na południu, w terenach podgórskich (Miczyński, 1949/1950). Po tym okresie wyszedł z uprawy i pojawiał się jako chwast głównie w trzech regionach: Równina Piotrkowska i Wysoczyzna Rawska, Równina Łukowska i Polesie Lubelskie oraz Podhale, przy czym ze względu na coraz mniej liczne występowanie został zaliczony do gatunków ustępujących (Frey, 1989; Kornaś, 1986; Korniak, 1992).

MATERIAŁ I METODY

Badania nad występowaniem *A. strigosa* zostały zainicjowane znalezieniem jednego stanowiska tego gatunku w 1995 roku. Badania prowadzono w latach 1995–2000, metodą marszrutową, opracowaną przez autora. Wzdłuż uprzednio zaplanowanej trasy, obejmującej swym zasięgiem województwo Małopolskie i zachodnią część Podkarpackiego, sprawdzano pola uprawne na obecność *A. strigosa*. Co roku kontrolowano około 400 pól uprawnych w okresie poprzedzającym żniwa. Na polach gdzie stwierdzono jego obecność sprawdzano, w jakiej roślinie uprawnej występuje oraz oceniano w skali Braun-Blanqueta stopień pokrycia pól przez ten gatunek. Z pól tych pobierano próbki glebowe w celu oznaczenia w nich zawartości makroskładników oraz odczynu. Próbki te były pobierane z trzech miejsc wybranych losowo z danego pola, następnie z nich tworzone próbki do analiz. Zawartość ogólnego azotu i węgla oznaczano metodą Kjeldahla i Walkley-Blacka, przyswajalnego fosforu i potasu — Egnera-Rhienma oraz pH metodą potencjometryczną.

WYNIKI I DYSKUSJA

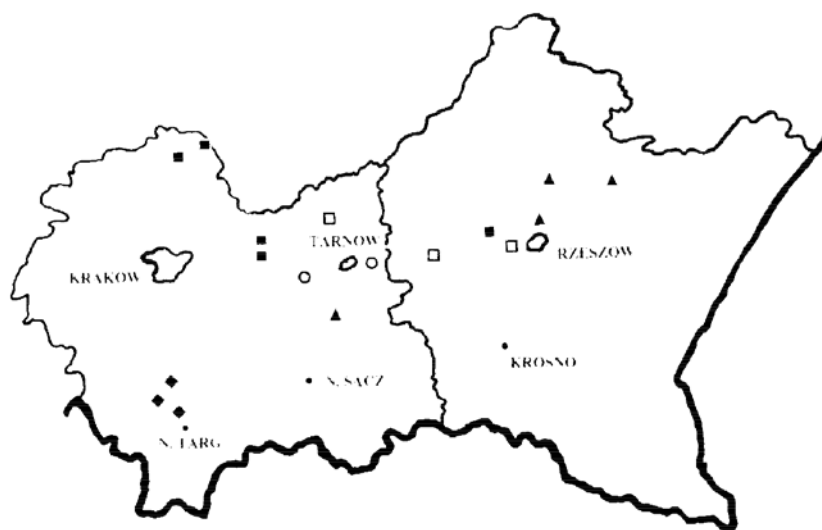
W czasie trwania badań stwierdzono zwiększające się z roku na rok zachwaszczenie pól uprawnych przez *A. strigosa*. Podczas gdy w 1995 roku znaleziono tylko jedno stanowisko (pole uprawne) tego gatunku to w 2000 już 18 (tab. 1).

Miejsca pierwszego pojawienia się badanego gatunku przedstawiono na rysunku 1, a stopień pokrycia przez niego pól uprawnych w badanych latach w tabeli 1.

Na podstawie danych przedstawionych na rycinie można stwierdzić, że *A. strigosa* pojawiała się w poszczególnych latach w sposób „gniazdowy”, to znaczy w bardzo różnych często oddalonych od siebie miejscowościach i na dodatek na pojedynczych polach. O wpływie rolnictwa na pojawianie się tego gatunku na polach uprawnych świadczą również badania Curtisa i wsp. (1988).

Utrzymywanie się owsa szorstkiego przez następne lata w miejscach pojawienia skłania do przypuszczenia, że rolnicy używali własnego materiału siewnego zanieczyszczonego ziarniakami tego chwastu. Potwierdzałby to fakt, że gatunek ten należy, do speriochor fakultatywnych i jego rozprzestrzenianie związane jest głównie ze stosowaniem zanieczyszczonego materiału siewnego (Kornaś, 1986). Jednakże występowanie tej rośliny również w ziemniaku wskazuje na to, że ziarniaki owsa szorstkiego mogą przeżywać

w glebie bądź oborniku. Potwierdzenie obserwacji występowania badanego gatunku z zanieczyszczonym materiałem siewnym wymaga dodatkowych badań.



☼ — 1995, ▲ — 1996, ○ — 1997, ■ — 1998, ◆ — 1999, □ — 2000

Rys. 1. Miejsca wystąpienia po raz pierwszy *A. strigosa* w latach 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000

Fig. 1. The sites of the first occurrence of *A. strigosa* in the years: 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000

W większości stanowisk, podobnie jak w Polsce północno-wschodniej (Korniak, 1997), stwierdzono małe pokrycie pól przez ten gatunek - + lub 1 w skali Braun-Blanqueta. Tylko na nielicznych polach pokrycie było większe, jednakże nie przekroczyło odpowiadającego 2 w wyżej wymienionej skali (tab. 1).

Najczęściej, podobnie jak w Polsce północnej, *A. strigosa* występował w uprawach owsa (46,2%) i jego mieszkankach z jęczmieniem (23,0%), ale zdarzał się również w pszenicy (15,2%), jęczmieniu i ziemniakach (po 7,7%).

W większości przypadków wystąpił na glebach lekkich i średnich, co jest charakterystyczne dla tego gatunku (Frey, 1989), ale zdarzał się również na glebach cięższych, co jest z kolei zgodne z charakterystyką przedstawioną przez Mowszowicza (1975).

Rozpatrując, przedstawioną w tabeli 2 zawartość makroelementów w glebach można stwierdzić, że *A. strigosa* występował głównie na glebach mineralnych o zawartości materii organicznej do 3%, a tylko sporadycznie na glebach próchniczno-mineralnych (poniżej 8% stanowisk). Przeważał również na glebach o bardzo niskiej i niskiej zawartości P_2O_5 (77% stanowisk) oraz K_2O (54% stanowisk), kwaśnych i lekko kwaśnych (około 85% stanowisk) (Zalecenia..., 1999). Zawartość N ogólnego wahała się w granicach 0,0644–0,2240.

Biorąc pod uwagę rodzaj *Avena*, najczęściej owies szorstki zachwaszczał pola samodzielnie, ale w kilku przypadkach stwierdzono jego obecność również obok owsa głuchego (*A. fatua*).

Tabela 1

Miejsca występowania *A. strigosa* w poszczególnych latach oraz stopień pokrycia badanych 400 pól w skali Braun-Blanqueta

The sites of occurrence of *A. strigosa* and its overgrowth degrees (acc. to the Braun-Blanquet scale) among the 400 investigated fields, in the consecutive years

Lata Years					
1995	1996	1997	1998	1999	2000
Rudy Rysie (2)	Rudy Rysie (1)	Rudy Rysie (1)	Rudy Rysie (1)	Rudy Rysie (1)	Rudy Rysie (1)
	Siemiechów (1)	Siemiechów (1)	Siemiechów (+)	Siemiechów (+)	Siemiechów (1)
	Wierzawica (2)	Wierzawica (1)	Wierzawica (1)	Wierzawica (1)	Wierzawica (1)
	Jasionka (1)	Jasionka (2)	Jasionka (+)	Jasionka (+)	Jasionka (+)
	Sokołów Młp. (+)	Sokołów Młp. (2)	Sokołów Młp. (1)	Sokołów Młp. (+)	Sokołów Młp. (+)
		Dębno (1)	Dębno (+)	Dębno (+)	Dębno (+)
		Ładna (2)	Ładna (1)	Ładna (1)	Ładna (1)
			Sędziszów Młp. (2)	Sędziszów Młp. (1)	Sędziszów Młp. (1)
			Niedzieliska (1)	Niedzieliska (1)	Niedzieliska (1)
			Szczurowa (2)	Szczurowa (1)	Szczurowa (1)
			Węchadłów (+)	Węchadłów (+)	Węchadłów (1)
			Antolka (+)	Antolka (+)	Antolka (+)
				Spytkowice (1)	Spytkowice (1)
				Trute (2)	Trute (2)
				Klikuszowa (1)	Klikuszowa (1)
					Trzciana (2)
					Lubzina (+)
					Olesno (1)

Objaśnienia: lokalizacja poszczególnych miejscowości

Explanation: localization of particular sites:

Dębno, Niedzieliska, Rudy Rysie, Szczurowa — woj. Małopolskie, pow. Brzesko (Małopolska province, Brzesko county)

Ładna, Siemiechów — woj. Małopolskie, pow. Tarnów (Małopolska province, Tarnów county)

Olesno — woj. Małopolskie, pow. Dąbrowa Tarnowska (Małopolska province, Dąbrowa Tarnowska county)

Klikuszowa, Spytkowice, Trute — woj. Małopolskie, pow. Nowy Targ (Małopolska province, Nowy Targ county)

Antolka — woj. Małopolskie, pow. Miechów (Małopolska province, Miechów county)

Jasionka, Sokołów Małopolski, Trzciana — woj. Podkarpackie, pow. Rzeszów (Podkarpackie province, Rzeszów county)

Lubzina — woj. Podkarpackie, pow. Dębica (Podkarpackie province, Dębica county)

Sędziszów Małopolski — woj. Podkarpackie, pow. Ropczyce (Podkarpackie province, Ropczyce county)

Wierzawica — woj. Podkarpackie, pow. Leżajsk (Podkarpackie province, Leżajsk county)

Węchadłów — woj. Świętokrzyskie, pow. Jędrzejów (Świętokrzyskie province, Jędrzejów county)

Skala Braun-Blanqueta — Braun-Blanquet scale:

5 = 75,1 — 100,0 %; 4 = 75,0 — 50,1%; 3 = 50,0 — 25,1%; 2 = 25,0 — 5,1%; 1 = 5,0 — 1,0%; + = < 1%; r = 0,1%

Zwiększające się zachwaszczenie przez *A. strigosa* jest sprzeczne z danymi uzyskanymi przez innych autorów we wcześniejszych latach, którzy stwierdzili ustępowanie tego gatunku (Kornaś, 1986; 1987; Miczyński, 1949–1950; Korniak, 1992; Frey, 1989; Hochół, 1998; Warcholińska, 1994). Natomiast jest zgodne z wynikami Korniaka (1997) dla Polski północno-wschodniej. Rozbieżności w wynikach uzyskanych przez różnych autorów, dla odmiennych regionów i lat świadczą o miejscowym charakterze zagrożenia, wynikającym prawdopodobnie ze zróżnicowanej agrotechniki (zmianowanie roślin, materiał siewny, zwalczanie chwastów itp.).

Prawdopodobnym źródłem zachwaszczenia był zanieczyszczony materiał siewny ziarniakami *A. strigosa*, w związku z czym rolnicy powinni zwrócić baczniejszą uwagę na używanie kwalifikowanego materiału siewnego.

Tabela 2

Występowanie *A. strigosa* (%) na glebach o różnej zawartości makroelementów i odczynie
The occurrence of *A. strigosa* (%) on soils of different pH and macroelements content

Cechy Traits	<i>A. strigosa</i> obecność (%) <i>A. strigosa</i> presence (%)					
	wartość — value					
	średnia average	%	maksymalna maximum	%	minimalna minimal	%
P ₂ O ₅ (mg/100 g gleby) P ₂ O ₅ (mg/100 g of soil)	7,42	37,0	19,50	23,0	1,50	40,0
K ₂ O (mg/100 g gleby) K ₂ O (mg/100 g of soil)	9,52	26,0	22,00	46,0	4,00	28,0
Materia organiczna Organic matter (%)	2,07	44,5	3,21	7,8	0,91	47,7
pH _{KCl}	5,76	41,2	7,10	24,3	4,30	34,5

WNIOSKI

1. Nastąpiła wyraźna ekspansja badanego gatunku na pola uprawne Polski południowo-wschodniej.
2. Stopień pokrycia pól przez owies szorstki był na ogół niski i tylko sporadycznie osiągał wartość 2 w skali Braun-Blanqueta (średnio 17,5%).
3. Największe zagrożenie występowało na polach o niskiej zawartości PK (poniżej 7,5 i 9,5 mg/100g gleby odpowiednio), materii organicznej (poniżej 3%) oraz kwaśnych i lekko kwaśnych (pH poniżej 5,8).

LITERATURA

- Canto M. W., Restle J., Quadros F. L. F., Lupatini G. C., Moraes A. G. 1997. Producao animal em pastagens de aveia (*Avena strigosa* Schreb.) adubada com nitrogenio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa* L.). Revista Bras. de Zoot. V. 26 (2): 396 — 402.
- Coffman F. A. 1977. Oat history, identification and classification. Techn. Bull. 1516, U.S. Dept. of Agr. Washington D.C.: 1 — 59.
- Curtis T. G. F., McGough H. N., Wymer E. D. 1988. The discovery and ecology of rare and threatened arable weeds, previously considered extinct in Ireland, on the Aran islands, Co Galway. Irish Naturalists Journ. 22 (12): 505 — 512.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grunzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Springer, Wien, New York: 865 pp.
- Derpsch R., Saunders D. A. 1990. Do crop rotation and green manuring have a place in the wheat farming systems of the warmer areas. Proc. Int. Conf. "Wheat for the nontraditional warm areas". Mexico. CIMMYT: 284 — 300.
- del Duca L. D. A., Guarienti E. M., Fontaneli R. S., Zanotto D. L. 1999. Cut effects simulating grazing on the chemical composition of grains of winter cereals. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. V. 34 (9): 1607 — 1614.
- Frey L. 1989. Rozmieszczenie *Avena strigosa* Schreb. w Polsce — The distribution of *Avena strigosa* Schreb. in Poland. Fragm. Flor. Geobot. 34 (1–2): 41 — 51.
- Frey L. 1991. Distribution of *Avena strigosa* (*Poaceae*) in Europe. Fragm. Flor. Geobot. V. 36 (2): 281 — 288.
- Herrman M., Roderick H. W. 1996. Characterisation of new oat germplasm for resistance to powdery mildew. Euphytica 89 (3): 405 — 410.

- Hochół T. 1998. Występowanie gatunków zagrożonych we florze segetalnej doliny Łososiny w Beskidzie Wyspowym. Acta Univ. Lodz., Folia Bot. 13: 247 — 256.
- Kornaś J. 1986. Zmiany roślinności segetalnej w Górcach w ostatnich 35 latach. Zesz. Nauk. UJ. 834. Pr. Bot. 15: 7 — 26.
- Kornaś J. 1987. Rośliny naczyniowe Górców. Uzupełnienie IV. Zesz. Nauk. UJ. 834. Pr. Bot. 15: 27 — 44.
- Korniak T. 1992. Flora segetalna północno-wschodniej Polski, jej przestrzenne zróżnicowanie i współczesne przemiany. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura 53. Suppl. A: 1 — 77.
- Korniak T. 1997. *Avena strigosa* (Poaceae) in north-eastern Poland. Fragm. Flor. Geobot. 42 (2): 201 — 206.
- Lloveras J. 1986. Cultivos forrajeros de invierno para rotaciones intensivas con maíz en zonas húmedas (Galicja). Invest. Agraria, Prod. y Prot. Veget. 1 (3): 317 — 329.
- Lupatini G. C., Restle J., Ceretta M., Moojen E. L., Bartz H. R. 1998. Evaluation of black oats and italian ryegrass mixture under grazing with nitrogen levels. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. V. 33 (11): 1939 — 1943.
- Miczyński K. 1949–50. Owies szorstki (*Avena strigosa* Schreb.) — zanikająca roślina uprawna w powiecie nowotarskim. Acta Soc. Bot. Pol. 20 (1): 155 — 168.
- Mowszowicz J. 1975. Krajowe chwasty polskie. PWRiL, Warszawa: 1 — 632.
- Nakagawa J., Cavariani C., Machado J. R. 1995. Efeitos da dose e da época de aplicação de N na produção e qualidade de sementes de aveia preta. Científica (Brasil). V. 23 (1): 31 — 43.
- Papadopoulou K., Melton R. E., Legget M., Daniels M. J., Osbourn A. E. 1999. Compromised disease resistance in saponin-deficient plants. Proc. of the Nat. Acad. of Sci. of the USA. 96 (22): 12923 — 12928.
- Patterson M. G., Reeves D. W., Gamble. 1996. Weed management with black oat (*Avena strigosa*) in no-till cotton. Beltwide Cotton Conf. V. 2: 1557 — 1558.
- Silva J. F. V. 1992. Reação de genótipos de aveia preta (*Avena strigosa* L.) as raças 1, 2, 3 e 4 de *Meloidogyne incognita*. Nematol. Bras. 16 (1–2): 6 — 10.
- Stillman S. L., Mulder J. C., Camaron D. G. 1984. Performance of nitrogen fertilized temperate areas and temperate areas-clover mixtures in coastal south-east Queensland. Queensland J. Agric. and Animal Sci. 41 (1): 35 — 47.
- Warcholińska A. U. 1994. List of threatened segetal plant species in Poland. In: Antropization and environment of rural settlements. Flora and vegetation. S. Mochnacký & Trepó (eds.). Proc. Int. Conf., Sátoraljaújhely: 206 — 219.
- Zalecenia nawozowe. 1999. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro- i mikroelementów. IUNG. Puławy. Serie P (44): 1 — 26.

ELŻBIETA BARTNIKOWSKA

Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie

Przetwory z ziarna owsa jako źródło ważnych substancji prozdrowotnych w żywieniu człowieka

Oat products as a source of important bioactive substances in human nutrition

Konsumenci poszukują obecnie artykułów spożywczych, które spełniają kryteria żywności funkcjonalnej oraz wygodnej. Skład ziarna owsa jest bardzo korzystny z punktu widzenia żywienia człowieka (duża zawartość białka o korzystnym składzie aminokwasowym, korzystny skład puli kwasów tłuszczowych z uwagi na dużą zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz dużą zawartość rozpuszczalnych w wodzie β -glukanów, a także antyoksydantów). Ponadto w wielu badaniach na zwierzętach doświadczalnych oraz klinicznych u ludzi stwierdzono, że przetwory owsiane wywierają działanie hipocholesterolemiczne, hipotensyjne oraz zmniejszają poposiłkową glikemię, a także pomagają w redukcji masy ciała u mężczyzn i u kobiet. Można je zaliczyć do żywności funkcjonalnej. Te specyficzne właściwości fizjologiczne przetworów owsianych nie są dotychczas należycie doceniane i wykorzystywane w żywieniu człowieka w Polsce. W celu zwiększenia spożycia przetworów owsianych konieczna jest popularyzacja wyników badań korzystnego działania przetworów owsianych u ludzi oraz opracowywanie nowych przetworów owsianych z zastosowaniem nowoczesnych technologii (ekstruzja, ekspandowanie), które spełniałyby kryteria żywności wygodnej i odznaczały się pożądanymi przez konsumentów cechami organoleptycznymi.

Słowa kluczowe: przetwory owsiane, żywność funkcjonalna, β -glukany, działanie hipocholesterolemiczne, poposiłkowa glikemia, indeks glikemiczny

Recently consumers request the food products complied with requirements of functional food and convenience food criteria. The composition of oat grain is favourable from human nutrition point of view (range of protein content and its aminoacid pool composition, range of unsaturated fatty acids in fatty acids pool, and soluble in water β -glucans as well as antioxidants content). Moreover, in many experimental studies on animals and clinical studies in humans it was discovered that oat products exert hypocholesterolemic and hypotensial effects as well as decrease postprandial glycaemia, and are useful in weight loss in men and women. Therefore, oat products could be recognized as functional foods. These special physiological effects of oat products are not enough appreciated in human nutrition in Poland. In order to increase the consumption of oat products, popularization of valuable oat products is necessary. Similarly, it is necessary to include the modern procedures of processing like extrusion enabling to obtain the oat products as convenience foods with sensory characteristics desirable by consumers.

Key words: oat products, functional foods, β -glucans, hypocholesterolemic effect, postprandial glycaemia, glycaemic index

WSTĘP

Postęp techniczny i technologiczny spowodował drastyczne zmiany stylu życia społeczeństw krajów rozwiniętych gospodarczo, w tym zmiany w strukturze spożycia i sposobie żywienia. Do zestawiania racji pokarmowych zaczęto stosować głównie produkty wysoko oczyszczone i przetworzone, co pociągnęło za sobą zwiększenie podaży energii, głównie z tłuszczów nasyconych; zmniejszyło się natomiast spożycie kwasów tłuszczowych nienasyconych, szczególnie kwasów polienowych z rodziny n-3 oraz włókna pokarmowego. I tak np. wg Simopoulou (1991, 1998) do ok. połowy XIX wieku proporcja polienowych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do n-3 w dziennej racji pokarmowej była 1 : 1, a w latach 90. XX wieku w diecie typu zachodniego wynosiła ona 25 : 1, a według Drevona (1992) nawet 50 : 1.

Thomas (1977) z kolei oszacował, że w Niemczech w latach 1879–1881 spożycie włókna surowego z przetworów zbożowych wynosiło średnio ok. 4,32 g/dobę/osobę, w latach 1925–1927 sięgało ok. 1,56 g/dobę/osobę, a w latach 1968–1971 wynosiło tylko 0,71 g/dobę/osobę. Powyższe zestawienie wyraźnie wskazuje, że wraz ze wzrostem uprzemysłowienia spożycie włókna z przetworów zbożowych zmniejsza się w postępie geometrycznym. W ciągu niecałych 50 lat na przełomie XIX i XX wieku spożycie włókna z przetworów zbożowych zmniejszyło się o ponad połowę, a w czasie kolejnych 50 lat o dalsze 50%. W latach 70. XX wieku spożycie włókna z przetworów zbożowych osiągnęło jedynie około 16% wielkości jego spożycia sprzed wieku.

Nieprawidłowo zestawiona dieta jest czynnikiem etiologicznym wielu zaburzeń metabolicznych (np. otyłości, miażdżycy) i rozwoju na tym podłożu różnych chorób, objętych wspólnym terminem „choroby cywilizacyjne” (np. cukrzyca insulinozależna, zawał mięśnia sercowego na podłożu miażdżycowym, niektóre nowotwory). Dobrze udokumentowano, że dieta typu zachodniego, o nadmiernej podaży energii, bogata w tłuszcze nasycone i cholesterol, uboga równocześnie uboga w tłuszcze nienasycone, włókno pokarmowe, antyoksydanty jest jedną z najważniejszych przyczyn rozwoju chorób cywilizacyjnych, których występowanie w krajach rozwiniętych gospodarczo w połowie XX wieku nabrało cech epidemii.

Prawidłowo zestawiona dieta jest natomiast istotnym czynnikiem w utrzymaniu zdrowia oraz leczeniu wielu chorób, co znane jest od czasów starożytnych. Dowodzą tego liczne opisy postępowania dietetycznego w leczeniu określonych chorób, które przetrwały na papirusach pochodzących ze starożytnego Egiptu, czy też w dziełach starożytnych filozofów i lekarzy greckich, np. ojca medycyny Hipokratesa. Czasów starożytnych sięga też kontrowersja dotycząca udziału w diecie chleba z pełnego ziarna i chleba jasnego. Hipokrates (460–377 p.n.e.) pisał: „Chleb z pełnego ziarna oczyszcza jelita i przechodzi przez nie jako ekskrementy. Jasny chleb jest bardziej odżywczy, ponieważ wytwarza mniej kału.” (Anonim, 1980)

Obserwacje dotyczące leczniczego działania niektórych produktów żywnościowych gromadzono i pogłębiano przez wieki i w XX wieku stały się one podstawą koncepcji oraz wytwarzania i zastosowania w żywieniu człowieka tzw. „żywności funkcjonalnej” o korzystnym działaniu prozdrowotnym (Lin, 1994).

Do żywności funkcjonalnej można zaliczyć produkty wszystkich grup, przy czym oprócz wartości żywieniowo-fizjologicznej, specyficznej dla produktów tej grupy muszą wywierać korzystne i udokumentowane działanie prozdrowotne. Do żywności funkcjonalnej zaliczyć można produkty zawierające w odpowiednich stężeniach składniki takie jak włókno pokarmowe, oligosacharydy, polienowe kwasy tłuszczowe, alkohole wielowodorotlenowe, peptydy i białka, glikozydy, izoprenoidy, witaminy, polifenole, składniki mineralne, cholinę, probiotyki (Cieślik i in., 2001; Jakubowski, 1995; Owczarek i in., 1999). Niektóre produkty żywnościowe naturalnie bogate w takie składniki, np. otręby (najbogatsze źródło włókna pokarmowego), brokuły (bogate źródło witaminy A, witaminy C, β -karotenu i włókna pokarmowego), pomidory (najbogatsze źródło likopenu, związku o właściwościach antyoksydacyjnych silniejszych niż witamina C) itp. zaliczane są do żywności funkcjonalnej. Inne natomiast, aby mogły spełnić kryteria żywności funkcjonalnej są wzbogacane w takie składniki przez stosowanie różnych metod, np. hodowlanych przez odpowiednie krzyżowania, czy też zmiany składu paszy zwierząt, albo technologicznych przez modyfikacje receptur oraz procesów przetwórczych; ich przykładem mogą być mleko, czy jaja o zmodyfikowanym składzie puli kwasów tłuszczowych, czy też przetwory z mleka z dodatkiem probiotyków (Pisulewski, 2000).

Na marginesie dodać należy, że w procesie produkcji często dodawane są składniki, które zapewniają prawidłowy przebieg procesu technologicznego, poprawiają walory organoleptyczne i/lub przedłużają trwałość produktu, tzw. „dodatki funkcjonalne” (Rutkowski i in., 1993). Związki te, chociaż spełniają określone funkcje w procesie przetwórczym i/lub przechowywaniu nie nadają produktowi cech funkcjonalności z fizjologicznego punktu widzenia, a ich stosowanie regulują odpowiednie zarządzenia prawne, np. w Polsce obowiązuje Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 27. 12. 2000 r. (D.U.R.P. nr 9 z dnia 5. 02. 2001).

PRZETWORY OWSIANE JAKO PRODUKTY FUNKCJONALNE

Owies jest rośliną bogatą w różnorodne związki biologicznie czynne, które mogą być wykorzystywane zarówno w profilaktyce, jak i terapii wielu chorób. Ożarowski i Jaroniewski (1987) podają, że wyciągi z ziela owsa działają wykrztuśnie, a także przeciwbólowo w schorzeniach reumatycznych, kamicy moczanowej i chorobach nerek. Kąpiele w odwarze z ziela lub słomy owsianej wywierają korzystne działanie nie tylko w chorobach reumatycznych i schorzeniach nerek, ale i w chorobach skóry i czyraczności. W żywieniu człowieka wykorzystywane jest ziarno owsa, stąd też z żywieniowego punktu widzenia najważniejsze są efekty metaboliczne, wywierane przez składniki tej części botanicznej owsa.

WPLYW PRZETWORÓW OWSIANYCH NA STĘŻENIE CHOLESTEROLU WE KRWI

W 1963 roku de Groot i współautorzy po raz pierwszy zaobserwowali, że po wzbogaceniu diety w płatki owsiane, stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu krwi u osób zdrowych zmniejszyło się istotnie. Z uwagi na to, że włączenie przetworów owsianych do codziennej racji pokarmowej jest mało kłopotliwe, od spostrzeżenia de Groota i wsp. (1963) wykonano wiele doświadczeń na zwierzętach oraz badań klinicznych u ludzi nad wpływem przetworów owsianych na gospodarkę lipidową. Zestawienia wyników badań klinicznych dotyczących hipocholesterolemicznego działania przetworów owsianych podano w wielu pracach, np. Ripsin i wsp. (1992), Bartnikowska i Lange (2000).

Badaniami klinicznymi były objęte osoby bez zaburzeń gospodarki lipidowej oraz osoby z hiperlipidemią (hipercholesterolemią i hiperlipidemią mieszaną). Dzienną rację pokarmową wzbogacano najczęściej w mąkę owsianą lub w otręby owsiane (w dawce 28–150 g/dobę), a czas spożywania racji pokarmowych wzbogaconych w przetwory owsiane wynosił najczęściej 4 lub 8 tygodni.

Z analizy matematycznej danych uzyskanych w wielu badaniach klinicznych wynika, że przetwory owsiane *per se* zmniejszają stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu (Ripsin i in., 1992). Stopień zmniejszenia stężenia cholesterolu w osoczu zależał głównie od dawki przetworów owsianych (ściślej od dawki spożytych składników włókna pokarmowego rozpuszczalnych w wodzie zawartych w przetworach owsianych) oraz od wyjściowego stężenia cholesterolu w osoczu badanych osób. Zmniejszenie stężenia cholesterolu w osoczu było proporcjonalne do wielkości wzbogacenia dziennej racji pokarmowej w przetwory owsiane (Davidson i in., 1991), a hipocholesterolemiczny efekt przetworów owsianych był znacznie bardziej widoczny u osób z hiperlipidemią niż u osób bez zaburzeń gospodarki lipidowej (Lund i in., 1990; Ripsin i in., 1992).

W badaniach nad wpływem przetworów owsianych na gospodarkę lipidową u zwierząt i ludzi, w których oznaczano nie tylko stężenie cholesterolu całkowitego, ale profil lipidowy osocza wykazano ponadto, że otręby owsiane zmniejszały istotnie stężenie cholesterolu frakcji LDL w osoczu, a wartość proporcji cholesterol frakcji HDL do cholesterol frakcji LDL wzrastała istotnie (Bartnikowska i Lange, 2000)

WPLYW PRZETWORÓW OWSIANYCH NA POPOSIŁKOWĄ GLIKEMIE

Głównym celem leczenia cukrzycy jest utrzymanie stężenia glukozy we krwi w granicach prawidłowych przez całą dobę. Na utrzymanie stężenia glukozy we krwi w granicach prawidłowych ma duży wpływ odpowiednie rozplanowanie posiłków. Ponadto każdy posiłek powinien być zestawiany zarówno pod względem doboru produktów oraz technologii przygotowania w taki sposób, aby w jak najmniejszym stopniu podwyższał stężenie glukozy we krwi i pobudzał syntezę triglicerydów, posiłki powinny, więc charakteryzować się niskim wskaźnikiem glikemicznym.

Wskaźnik glikemiczny (GI) określa proporcję powierzchni pod 2-godzinną krzywą glikemii po spożyciu określonego (badanego) produktu do powierzchni pod 2-godzinną

krzywą glikemii po spożyciu równoważnej (do zawartej w produkcie) ilości glukozy (Jenkins i in., 1978):

$$GI = \frac{\text{Powierzchnia pod 2 h krzywą glukozy po spożyciu produktu}}{\text{Powierzchnia pod 2 h krzywą glukozy po obciążeniu glukozą w ilości równoważnej do zawartej w produkcie}} \times 100\%$$

GI — dla glukozy został oznaczony jako 100%.

W piśmiennictwie można znaleźć wiele zestawień dotyczących wartości wskaźnika glikemicznego dla różnych artykułów spożywczych. Autorem jednego z największych tego typu zestawień obejmujących 750 różnych produktów jest Mendosa (2002). Wartości GI dla poszczególnych produktów żywnościowych są bardzo zróżnicowane, np. wartość GI dla pieczywa pszennego wynosi ok. 100%, a dla orzeszków ziemnych — poniżej 15%. Indeksy glikemiczne dla przetworów owsianych są znacznie mniejsze niż GI dla pieczywa pszennego.

Wartość wskaźnika glikemicznego posiłku jest sumą wartości GI dla produktów wchodzących w jego skład, przy uwzględnieniu zawartości w nich dostępnych węglowodanów. Niska wartość GI dla przetworów owsianych wskazuje na celowość włączania ich do diety osób zdrowych w celu profilaktyki cukrzycy insulinoniezależnej, a do diety diabetyków — w celach leczniczych. Włączenie, np. mąki owsianej do pieczywa lub produktów ciastkarskich, albo ekstrudatów z owsa do zup redukuje odpowiedź glikemiczną po spożyciu posiłku zawierającego przetwory owsiane, a ponadto poprawia tolerancję węglowodanów po spożyciu kolejnego posiłku, umożliwiając lepszą kontrolę glikemii (Braaten i in., 1991; Dubois i in., 1995; Hallfrish i in., 1995; Liljeberg i in., 1999).

ZWIĄZKI O DZIAŁANIU PROZDROWOTNYM NADAJĄCE PRZETWOROM OWSIANYM CHARAKTER ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

Włókno pokarmowe

Najważniejszym składnikiem przetworów owsianych, odpowiedzialnym za ich działanie funkcjonalne jest włókno pokarmowe. Określenie “włókno pokarmowe” zgodnie z definicją Trowella (1972) oznacza tę część pożywienia roślinnego, która jest oporna na hydrolizę przez enzymy trawienne w przewodzie pokarmowym człowieka i zwierząt monogastycznych. Składnikami włókna pokarmowego są polisacharydy: celuloza, hemicelulozy, substancje pektynowe i lignina, która nie jest polisacharydem, a polimerem fenylopropanowym.

Poznanie roli, jaką w organizmie spełnia włókno oraz wiele innych składników związanych najczęściej ze ścianą komórek roślinnych, które nie należą do składników odżywczych w dosłownym znaczeniu (np. związki polifenolowe) doprowadziło do swoistego paradoksu polegającego na tym, że składniki ziarna roślin zbożowych, które są usuwane w czasie jego oczyszczania są dodawane do mąki w czasie wypieku pieczywa, albo wykorzystywane do produkcji przetworów zbożowych specjalnego przeznaczenia, np. specjalnie preparowanych otrąb, czy też preparatów włókna pokarmowego.

Zawartość całkowitego włókna pokarmowego w otrębach owsianych wynosi ok. 16% s.m. (Frölich i Nyman, 1988) i jest mniejsza niż w otrębach kukurydzianych — ok. 62% s.m. (Marlett, 1993), ryżowych — 23% s.m. (Kahlon i Chow, 1997) i pszennych — 41% s.m. (Cummings i Englyst, 1987). Otręby owsiane i jęczmienne jednakże w porównaniu z otrębami uzyskanymi w wyniku przerobu innych zbóż charakteryzują się największą zawartością rozpuszczalnych w wodzie składników włókna, głównie D-glukanów, połączonych wiązaniami typu β 1→3 i β 1→4. Rozpuszczalne w wodzie β -glukany w otrębach owsianych stanowią ok. 42% całkowitego włókna pokarmowego, a w otrębach pszennych — jedynie ok. 2% całkowitego włókna pokarmowego (Knudsen i in., 1990). Dane dotyczące składu ziarna owsa i innych roślin zbożowych oraz ich przetworów, w tym zawartości składników włókna pokarmowego można znaleźć w wielu pozycjach piśmiennictwa między innymi w książce „Owies. Chemia i technologia” pod redakcją H. Gąsiorowskiego (1995), czy monografii dotyczącej owsa zamieszczonej w Biuletynie IHAR w 2000 roku (Bartnikowska i in., 2000).

Antyoksydanty pokarmowe

Procesy oksydacyjne są powodem pogorszenia walorów organoleptycznych żywności, a czasami nawet uniemożliwienia jej przydatności do spożycia. W celu przeciwdziałania procesom utleniania zarówno w czasie przetwarzania, jak i przechowywania do artykułów spożywczych dodawane są antyoksydanty naturalne lub syntetyczne. Antyoksydacyjne właściwości przetworów owsianych znane są od lat 30. XX wieku. Preparaty z mąki owsianej stosowane były wtedy jako dodatek przedłużający trwałość mleka, lodów oraz wyrobów mięsnych i ryb (Fearon i in., 1998).

Badania ostatnich 15 lat wskazują również, że podłożem procesu starzenia się oraz wielu zmian patologicznych (np. miażdżycy, powikłania cukrzycowe) są zbyt nasilone reakcje utleniania w wyniku działania wolnych rodników tlenowych na skutek niedostatecznego potencjału antyoksydacyjnego organizmu (Halliwell i Gutteridge, 1989; Ames i in., 1993). Tak więc od kilkunastu lat zwraca się szczególną uwagę, że dla utrzymania zdrowia niezbędna jest adekwatna podaż antyoksydantów pokarmowych, tj. witaminy C, tokoili i karotenoidów, związków polifenolowych. Istotne znaczenie ma również odpowiednia podaż selenu, ponieważ ten pierwiastek warunkuje działanie peroksydazy glutationowej, jednego z najważniejszych enzymów zmiatających wolne rodniki w organizmie.

Ziarna roślin zbożowych są dobrym źródłem tokoili (tokoferoli i tokotrienoli), związków zbudowanych z pierścienia chromanowego i dołączonego do niego izoprenowego łańcucha bocznego. Łańcuch boczny tokoferoli jest nasycony, zaś tokotrienoli — nienasycony, z trzema wiązaniami podwójnymi. Zawartość tokoili w obłuszczonej ziarnie owsa waha się w dość dużych granicach od 2,0 do 4,0 mg/100 g (Souci i in., 1989; Lasztity, 1998).

Zawartość α -tokoferolu i α -tokotrienolu w ziarnie owsa i jęczmienia jest porównywalna i wynosi ok. 0,4 mg α -tokoferolu/100 g i 1,1 mg α -tokotrienolu/100 g. α -tokoferol i α -tokotrienol są głównymi przedstawicielami tokoili w ziarnie tych zbóż. Najbardziej bogatymi w tokole są części otrębiaste i zarodek, a spośród przetworów owsianych

najbardziej bogaty w tokoferole i tokotrienole jest olej owsiany (Souci i in., 1989; Lasztity, 1998).

Do związków o właściwościach antyoksydacyjnych w ziarnie owsa zalicza się również związki polifenolowe: kwasy polifenolowe, ich estry i amidy, alkilofenole, flawonoidy i awentramidyny (Collins, 1992; Lasztity, 1998). W grupie kwasów polifenolowych w ziarnie owsa występują: kwas cynamonowy, parahydroksybenzoesowy, wanilinowy, parakumarynowy, kawowy, ferulowy, sinapinowy. Wolne kwasy polifenolowe występują w niewielkich ilościach $< 0,25$ mg/100g. W ziarnie owsa występuje co najmniej 20 różnych związków fenolowych sprzężonych z pochodnymi kwasu antranilowego. Ich zawartość w mące owsianej sięga 0,02–0,04 g/100 g, a w otrębach owsianych 0,02–0,08 g/100 g (Collins, 1992; Lasztity, 1998).

Związkami polifenolowymi o właściwościach antyoksydacyjnych występującymi w ziarnie owsa są również awentramidyny A1 i A2 (pochodne kwasu cynamoilooantranilowego). Zawartość awentramidyny A1 waha się od 40 do 132 μ g/g ziarna, zaś zawartość awentramidyny A2 jest około dziesięciokrotnie mniejsza. Awentramidyna A1 wykazuje ok. 20% aktywności α -tokoferolu, a awentramidyna A2 około 60% aktywności α -tokoferolu. Związki te są bardzo odporne na działanie temperatury i z tego względu dla przetwórstwa szczególnie przydatne są odmiany owsa o wysokiej zawartości awentramidyn (Dimberg i in., 1993; Lasztity, 1998).

MECHANIZM HIPOCHOLESTEROLEMICZNEGO I HIPOGLIKEMIZUJĄCEGO DZIAŁANIA PRZETWORÓW OWSIANYCH

Hipocholesterolemiczne działanie przetworów owsianych przypisywane jest zawartym w nich rozpuszczalnym w wodzie (1 $\rightarrow$ 3), (1 $\rightarrow$ 4) β -D-glukanom. W strukturach żelowych utworzonych przez te polisacharydy w świetle jelita wiązane są kwasy żółciowe, co upośledza ich wchłanianie zwrotne. W strukturach żelowych wiązany jest również cholesterol pokarmowy i cholesterol pochodzący ze złączających się komórek nabłonka jelitowego. Racje pokarmowe bogate w rozpuszczalne w wodzie składniki włókna (np. gdy w ich skład wchodzi przetwory owsiane) powodują zwiększenie wydalania metabolitów cholesterolu i kwasów żółciowych z kałem. W odpowiedzi, cholesterol syntetyzowany w wątrobie jest kierowany przede wszystkim do syntezy kwasów żółciowych i znacznie mniejsza jego ilość jest dostępna do produkcji lipoprotein. Uważa się, że ten mechanizm w największym stopniu odpowiada za zmniejszenie stężenia cholesterolu całkowitego w osoczu (Hasik i Bartnikowska, 1987).

Inne przypuszczenie dotyczące mechanizmu hipocholesterolemicznego działania włókna dotyczy supresji reduktazy β -hydroksy, β -metylo-glutarylo CoA — HMG CoA (enzymu kontrolującego syntezę cholesterolu w wątrobie) przez lotne kwasy tłuszczowe (propionian) powstające w czasie bakteryjnego rozkładu rozpuszczalnych w wodzie składników włókna pokarmowego w okrężnicy ludzi i zwierząt (Anderson i Bridges, 1981; Nishima i in., 1990). Kolejnym mechanizmem tłumaczącym zmiany profilu lipidowego osocza po włączeniu do diety przetworów owsianych mogą być zmiany w poposiłkowym metabolizmie lipoprotein na skutek wpływu zawartego w nich włókna na wchłanianie

tłuszczów pokarmowych i syntezę lipoprotein w ścianie jelita (Imaizumi i Sugano, 1986; Schwartz i in., 1983).

Do hipocholesterolemicznego działania przetworów owsianych przyczyniać się mogą również i inne substancje w nich zawarte, np. fitosterole, tokotrienole, białka. Fitosterole działają antagonistycznie w stosunku do cholesterolu, ograniczając przede wszystkim wchłanianie cholesterolu ze światła jelita. Tokotrienole, są natomiast inhibitorami reduktazy HMG CoA, mogą więc zmniejszać syntezę cholesterolu w wątrobie, co jest przyczyną nie tylko zmniejszenia stężenia cholesterolu całkowitego i cholesterolu frakcji LDL w osoczu. Najprawdopodobniej główny mechanizm hipocholesterolemicznego działania przetworów owsianych wynika z działania zawartych w nich rozpuszczalnych składników włókna w świetle przewodu pokarmowego, a pozostałe mechanizmy pełnią działanie wspomagające.

β -glukany są również odpowiedzialne za zmniejszenie poposiłkowej glikemii po włączeniu do posiłku przetworów owsianych, co może być spowodowane:

- zwolnionym opróżnianiem się żołądka,
- utrudnieniem dostępu enzymów trawiennych do skrobi,
- zwiększeniem grubości ochronnej warstwy wodnej jelita przylegającej do nabłonka,
- wolniejszą dyfuzją składników odżywczych (glukozy) do komórek nabłonka na skutek zwiększenia lepkości treści jelitowej i uwiązania składników odżywczych w utworzonych strukturach żeli w świetle jelita,
- wydłużeniem czasu pasaży jelitowego.

Rozpuszczalne w wodzie składniki włókna wywierają również wpływ na stężenie insuliny we krwi; zmieniają one także uwalnianie hormonów żołądkowo-jelitowych i tą drogą mogą wpływać również na metabolizm węglowodanów i lipidów w organizmie. Np. ostatnie badania Katri Juntunen i wsp. (1998) wykazały, że po spożyciu chleba żytniego wzbogaconego w β -glukany stężenie w osoczu insuliny oraz GIP (insulinotropowy peptyd zależny od glukozy — ang. Glucose-dependent Insulinotropic Polypeptide), jak też GPL-1 (peptydu 1 wywierającego działanie podobne do glukagonu — ang. Glucagon-like Peptide 1) były niższe niż po spożyciu chleba pszennego, żytniego i makaronu. Przedłużony kontakt lipidów z błoną śluzową jelita spowodowany wolniejszym trawieniem posiłku bogatego we włókno promuje zwiększone uwalnianie cholecystokininy (CCK) — hormonu tkankowego pobudzającego pęcherzyk żółciowy do skurczu i wydzielania żółci, co wpływa z kolei na trawienie i wchłanianie tłuszczów i ich dalszy metabolizm (Bourdon i in., 1999).

Przemiany węglowodanów i tłuszczów w organizmie są ściśle ze sobą powiązane. Charakterystyczne jest, że u chorych z cukrzycą insulinoniezależną bardzo często występują zaburzenia lipidowe typu hiperlipidemii. Utrzymywanie poposiłkowej glikemii w granicach prawidłowych przeciwdziała indukowaniu zaburzeń gospodarki lipidowej. Dlatego też dieta bogata w produkty o dużej zawartości włókna, w tym w przetwory owsiane ma znaczenie zarówno w profilaktyce, jak i korygowaniu zaburzeń lipidowych, szczególnie u diabetyków.

W następstwie włączenia przetworów owsianych do diety gęstość energetyczna racji pokarmowej ulega rozrzedzeniu oraz następuje ograniczenie spożycia energii (Swain i in., 1990). Najprawdopodobniej z tego względu przetwory owsiane pomagają w redukowaniu masy ciała. Ponadto w wielu badaniach stwierdzono, że po włączeniu przetworów owsianych do diety zmniejszeniu ulegają wartości ciśnienia skurczowego krwi u mężczyzn i kobiet (Salzman i in., 2001).

Z uwagi na udokumentowane prozdrowotne działanie przetworów owsianych, szczególnie ich zdolności do zmniejszania stężenia cholesterolu we krwi oraz poposiłkowej glikemii w styczniu 1997 roku Food and Drug Administration w USA zatwierdziło oświadczenie zdrowotne, które można zamieszczać na etykietach przetworów owsianych: „Rozpuszczalne w wodzie składniki włókna z przetworów owsianych jako część diety ubogiej w tłuszcze nasycone i cholesterol może zmniejszać ryzyko zawału serca” (Bell i in., 1999)

LITERATURA

- Ames B. N., Shigenaga M. K., Hagen T. M. 1993. Oxidants, antioxidants and degenerative diseases of ageing. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 90: 7915 — 7922.
- Anderson J. W., Bridges S. R. 1981. Plant fiber metabolites alter hepatic glucose and lipid metabolism. *Diabetes* 30 (Supp. 1) abstract 133A.
- Anonim. 1980. Historical perspective: the fall and rise of dietary fibre. In: *Medical aspects of dietary fibre. A report of the Royal College of Physicians.* Pitman Medical Ltd.: 3 — 7.
- Bartnikowska E., Lange E. 2000. Znaczenie dietetyczne przetworów owsianych. Ich wpływ na stężenie cholesterolu w osoczu oraz poposiłkową glikemię. *Żywność, Żywnienie, Nauka* 22: 18 — 36.
- Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M. 2000. Ziarno owsa — niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze. Część II. Polisacharydy, włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy. *Biul. IHAR* 215: 209 — 222 i: 223 — 237.
- Bell S., Goldman V., Bistrain B., Arnold A., Ostroff G., Forse A. 1999. Effect of β -glucan from oats and yeast on serum lipids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 39: 189 — 202.
- Braaten J. T., Wood P. T., Scott F. W., Riedel K. D., Poste L. M., Collins M. W. 1991. Oat gum lowers glucose and insulin after oral glucose load. *Am. J. Clin. Nutr.* 53: 1425 — 1430.
- Bourdon I., Yokoyama W., Davis P., Hudson C., Backus R., Richter D., Knuckles B., Schneeman B. O. 1999. Postprandial lipid, glucose, insulin, and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with β -glucan. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 55 — 63.
- Cieślak E., Prostać A., Pisulewski P. 2001. Funkcjonalne właściwości fruktanów. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*. 1 (26): 5 — 13.
- Collins F. 1992. Oat phenolics: structure, occurrence and function. In: *Oat: Science and Technology.* Marshall H. G., Sorrells M. E. (eds.), American Society of Agronomy Inc. Crop Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin, USA: 227 — 295.
- Cummings J. H., Englyst H. N. 1987. The development of methods for the measurement of dietary fiber in food. In: *Cereals in a European Context.* Morton I. D. (ed.). First European Congress of Food Science and Technology. New York: 188 — 220.
- Davidson M., Dugan L. D., Burns J. H., Bova J., Story K., Drennan K. B. 1991. The hypocholesterolemic effects of β -glucan in oatmeal and oat bran. *J.A.M.A.* 265: 1833 — 1839.
- De Groot A.P., Luyken R., Pikaar N. A. 1963. Cholesterol — lowering effect of rolled oats. *Lancet*, II: 303 — 304.
- Dimberg L., Theander O., Lingnert H. 1993. Avenanthramides — a group of phenolic antioxidants in oats. *Cereal Chem.* 70: 637 — 341.

- Drevon C. A. 1992. Marine oils and their effects. *Scand. J. Nutr.* 36: Supp. 26, 38 — 45.
- Dubois C., Armand M., Senft M., Portugal H., Pauli A. M., Bernard P. M., Lafont H., Lairon D. 1995. Chronic oat bran intake alters postprandial lipemia and lipoproteins in healthy adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 61: 325 — 333.
- Fearon A., Mayne S., Charlton C. 1998. Effect of naked oats in the dairy cow's diet on the oxidative stability of the milk fat. *J. Sci. Food Agric.* 76: 546–552.
- Frölich W., Nyman M. 1988. Minerals, phytate and dietary fiber in different fractions of oat — grain. *J. Cereal Sci.*, 7: 73 — 82.
- Gąsiorowski H.(red.). 1995. Owies. *Chemia i technologia*. PWRiL Poznań.
- Hallfrisch J., Scholfield D. J., Behall K. M. 1995. Diets containing soluble oat extracts improve glucose and insulin responses of moderately hypercholesterolemic men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 61: 379 — 384.
- Halliwell B., Gutteridge J. M. C. 1989. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Claredon, Oxford.
- Hasik J., Bartnikowska E. 1987. Włókno roślinne w żywieniu człowieka. PZWL, Warszawa,
- Imaizumi K., Sugano M. 1986. Dietary fiber and intestinal lipoprotein secretion. In: *Dietary fiber: Basic and clinical aspects*. Eds. Vahouny G. V. and Kritchevsky D. New York, Plenum Press: 287 — 308.
- Jakubowski A. 1995. Funkcjonalne produkty spożywcze. *Przemysł Spożywczy*, nr 11: 416 — 424.
- Jenkins D. J. A., Wolever T. M. S., Leeds A. R., Gassull M. A., Haisman P., Dilwari J., Goff D. V., Metz G. L., Alberti K. G. M. M. 1978. Dietary fibers, fibre analogues and glucose tolerance: importance of viscosity. *Br. Med. J.* 1: 1392 — 1394.
- Juntunen K., Niskanen L. K., Liukkonen K. H., Poutanen K. S., Holst J. J., Mykkanen H. M. 1998. Postprandial glucose, insulin, and incretin responses to grain products in healthy subjects. *AJCN* 75 (2): abstract 254.
- Kahlon T. S., Chow F. J. 1997. Hypocholesterolemic effects of oat, rice, and barley dietary fibers and fractions. *Cereal Food World* 42: 86 — 92.
- Knudsen B., Hansen I., Jensen B., Östergard K. 1990. Physiological implications of wheat and oat dietary fiber. In: *New developments in dietary fiber*. Furda I., Brine C. J. (eds.), Plenum Press, New York: 135 — 150.
- Łásztity R. 1998. Oat grain — a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances. *Food Rev. Int.* 14: 99 — 119.
- Liljeberg H. G. M., Akerberg A. K. E., Bjorck I. M. E. 1999. Effect of the glycemic index and content of indigestible carbohydrates of cereal-based breakfast meals on glucose tolerance at lunch in healthy subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 647 — 655.
- Lin R. I. S. 1994. Phytochemicals and antioxidants. In: *Functional Foods*. Ed. Goldberg I. Chapman and Hall, New York, London: 393 — 449.
- Lund E. K., Farleigh C. A., Johnson I. T. 1990. Do oats lower blood cholesterol? In: *Dietary Fibre: Chemical and Biological Aspects*. Eds. Southgate D.A.T., Waldron K., Johnson I.T., Fenwick G.R. The Royal Society of Chemistry: 296 — 299.
- Marlett J. 1993. Comparisons of dietary fiber and selected nutrient compositions of oat and other grain fractions. In: *Oat Bran*. Ed. P. J. Wood. Assoc. Cereal Chemists Inc. St. Paul, Minnesota USA: 139 — 157.
- Mendosa R. 2002. New International Table of Glycemic Index (GI) and Glycemic Load (GL) Values — 2002: <http://www.mendosa.com/gilists.html>.
- Nishina P. M., Freedland R. A. 1990. Effects of propionate on lipid biosynthesis in isolated rat hepatocytes. *J. Nutr.* 120: 668 — 673.
- Owczarek L., Osińska M., Mączyńska D. 1999. Produkty pochodzenia roślinnego a żywność funkcjonalna. *Przemysł Spożywczy* nr 1: 13 — 14.
- Ożarowski A., Jaroniewski W. 1987. *Rośliny lecznicze i ich praktyczne zastosowanie*. Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych. Warszawa.
- Pisulewski P. 2000. Żywieniowe metody modyfikowania składu kwasów tłuszczowych żywności pochodzenia zwierzęcego. *Przemysł Spożywczy* nr 10: 6 — 8.
- Ripsin C. M., Keenan J. M., Jacobs D. R., Elmer P. J., Welch R. R., Van Horn L., Kiang L., Turnbull W. H., Thyne F. W., Kestin M., Hegsted M., Davidson M. H., Dugan L. D., Demark-Wahnenfried W., Beling S. 1992. Oats products and lipid lowering. *J.A.M.A.* 267: 3317 — 3325.

- Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K. 1993. Dodatki funkcjonalne do żywności. Agro and Food Technology. Katowice.
- Salzman E., Das S. K., Lichtenstein A. H., Dallal G. E., Corrales A., Schaefer E. J., Greenberg A. S., Roberts S. B. 2001. An oat-containing hypocaloric diet reduces systolic blood pressure and improves lipid profile beyond effects of weight loss in men and women. *J. Nutr.* 131: 1465 — 1470.
- Schwartz S. E., Starr C., Bachman S., Holzapple P. G. 1983. Dietary fibre decreases cholesterol and phospholipid synthesis in rat intestine. *J. Lipid Res.* 24: 746 — 752.
- Simopoulos A. P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.* 54: 438 — 463.
- Simopoulos A. P. 1998. Overview of evolutionary aspects of ω -3 fatty acids in the diet. In: *The return of ω -3 fatty acids into the food supply*. Ed. A. P. Simopoulos. Karger.: 1 — 11.
- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H. 1989. *Food Composition and Nutrition Tables 1989/90*, 4th revised and completed edition. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH, Stuttgart.
- Swain F. J., Ronse J. I., Curley C. B., Sacks F. M. 1990. Comparison of the effects of oat bran and low-fiber wheat on serum lipoprotein levels and blood pressure. *N. Engl. J. Med.* 322: 147 — 152.
- Thomas B. 1977. Beeinflussung des Stoffwechsels durch Ballaststoffe. *Aktuelle Erfahrungsmedizin Supp.* 2: 61 — 66.
- Trowell H. 1972. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* 25: 926 — 932.

EWA LANGE

Katedra Dietetyki i Żywności Funkcjonalnej
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Wpływ ekstrudowanych przetworów z owsa nagoziarnistego na zawartość tłuszczu w żołądku i lipamię poposiłkową u szczurów

Influence of extruded naked oat products on fat and cholesterol concentration in astric contents and postprandial lipemia in rats

Wcześniejsze badania wykazały, że śruta owsa nagoziarnistego, jak również jej ekstrudaty hamują zwiększanie się stężenia cholesterolu całkowitego w osoczu krwi u szczurów na diecie bogatej w tłuszcz i cholesterol. Celem pracy było prześledzenie i porównanie wpływu zrazików zbożowo-warzywnych z dodatkiem ekstrudatu z owsa nagoziarnistego oraz bułki pszennej na zaleganie tłuszczu i cholesterolu w żołądku i lipamię poposiłkową u szczurów. Zwierzęta podzielono na dwie grupy, pierwsza otrzymała posiłek testowy zawierający ekstrudat owsiany (33%), druga zawierający bułkę pszenną (33%). Zawartość tłuszczu (31%) i włókna pokarmowego (2,65%) oraz skład puli kwasów tłuszczowych był zbliżony w obydwu posiłkach testowych. Po okresie wstępnym cztery zwierzęta uśpiono w warunkach na czczo, a w ciągu 7 godzin po spożyciu posiłku testowego, co godzinę usypiano po trzy losowo wybrane zwierzęta z obu grup, po czym pobierano krew z serca na oznaczenie triglicerydów i cholesterolu oraz wypreparowywano żołądek w celu oznaczenia zawartości tłuszczu w pozostałej w nim treści pokarmowej. Ekstrudat z owsa nagoziarnistego hamował przechodzenie tłuszczu, tym głównie nasyconych kwasów tłuszczowych z żołądka do dwunastnicy i opóźniał pojawienie się maksymalnego stężenia triglicerydów we krwi u szczurów. Jednak dodatek ekstrudatu z owsa nagoziarnistego do zrazików zbożowo-warzywnych nie wpływał, ani na zaleganie cholesterolu w żołądku, ani na skład puli kwasów tłuszczowych osocza krwi u szczurów.

Słowa kluczowe: absorpcja tłuszczu, lipemia poposiłkowa, owies nagoziarnisty, szczury

In previous studies we observed that raw bruised naked oat and its extrudates decreased plasma total cholesterol in rats fed diet rich in fat and cholesterol. Size and composition of meals determine magnitude of the postprandial lipemia, which may determine further lipid metabolism. The aim of the study was to investigate and compare the influence of addition of naked oat extrudate and breadcrumbs to the vegetarian chop on the fat and cholesterol gastric emptying rate and postprandial lipemia in rats. Both meals used in this experiment, with oat and with breadcrumbs, contained the same amount and quality of fat (31%) and dietary fiber (2.65%). The stomach and the intestine were dissected from 4 rats in fasting state and from 3 rats of both groups after each hour after meal consumption (from 1 to 7 hour) to determine total fat, its fatty acids pool and cholesterol in gastric contents. At the same time the blood samples were collected to determine plasma triglycerides, fatty acids pool and total cholesterol.

Inclusion of naked oat extrudate into the test meal inhibited fat, especially saturated fatty acids, gastric emptying and delayed increasing of triglycerides concentration in plasma after meal. However, addition of the naked oat extrudate into vegetarian chop changed neither cholesterol gastric emptying rate nor plasma fatty acids pool.

Key words: fat absorption, naked oat, postprandial lipemia, rats

WSTĘP

Wskaźniki przemiany lipidowej w osoczu najczęściej oznacza się na czczo, tj. po około 14 godzinach od ostatniego posiłku. Zwiększone stężenie cholesterolu całkowitego i cholesterolu frakcji lipoprotein LDL oraz triglicerydów we krwi pobieranej na czczo są najważniejszymi niezależnymi czynnikami ryzyka powikłań miażdżycy jak zawał mięśnia sercowego, czy udar mózgu (Grundy in., 2000). Mieszkańcy krajów uprzemysłowionych pozostają przeciętnie przez 18 godzin w ciągu doby w stanie po posiłku (ang. postprandial), a zaburzenia w metabolizmie lipoprotein bezpośrednio po spożyciu posiłku stanowią również istotny czynnik progresji zmian miażdżycowych (Patsch, Braunsteiner, 1991; Bittner, 1994; McNamara i in., 1998). Zaburzenia lipemii poposiłkowej występują u osób z hiperlipidemią, otyłością androidalną, cukrzycą typu 2 (Mero i in., 2000; Watts, 2000; Couillard i in., 2002), jak również u osób ze stwierdzoną chorobą wieńcową, u których wskaźniki przemiany lipidowej oznaczane we krwi pobranej na czczo były prawidłowe (Meyer i in., 1996; Gronholdt i in., 1996; Björkegren i in., 2000), i u osób, których krewni I stopnia przebyli zawał mięśnia sercowego (Uterwaal i in., 1994; Tired i in., 2000). Poposiłkowe stężenie lipidów w osoczu krwi zależy od wielu czynników: płci, wieku, masy ciała, aktywności fizycznej, wielkości i składu posiłków oraz częstotliwości ich spożywania. Na poposiłkową lipemię ma wpływ przede wszystkim zawartość tłuszczu i włókna pokarmowego w posiłku oraz ich skład (Havel, 1997). Od 1963 roku, kiedy to de Groot i wsp. (1963) zaobserwowali, że płatki owsiane zmniejszają stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu krwi osób zdrowych przeprowadzono wiele badań nad wpływem produktów owsianych na gospodarkę lipidową u ludzi. Włączenie przetworów owsianych do diety zmniejsza stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu i zwiększa proporcję cholesterol HDL/ cholesterol LDL u zwierząt doświadczalnych, jak również u ludzi z zaburzeniami gospodarki lipidowej (Ripsin i in., 1992; Brown i in., 1999; Bartnikowska, Lange, 2000 a) Hipocholesteromiczny efekt, obserwowany po wzbogaceniu dziennej racji pokarmowej w przetwory owsiane przypisuje się najczęściej β -glukanom (Newman i in., 1989 a; Davidson i in., 1991). Hipocholesterolemiczne działanie β -glukanów zależy od ich rozpuszczalności w wodzie (Newman i in., 1989 b; Bengtsson i in., 1990). β -glukany o większym stopniu rozpuszczalności, zwiększając lepkość treści pokarmowej, zmniejszają wchłanianie tłuszczu i cholesterolu oraz reabsorbują kwasów żółciowych powodując zwiększenie ich wydalania z kałem (Zhang i in., 1992). W odpowiedzi na wiązanie cholesterolu pokarmowego oraz kwasów żółciowych w świetle jelita, cholesterol syntetyzowany w wątrobie kierowany jest głównie do produkcji kwasów żółciowych i znacznie mniejsza jego ilość jest dostępna dla syntezy lipoprotein.

Z uwagi na zdolność zmniejszania stężenia cholesterolu we krwi w styczniu 1997 roku Food and Drug Administration w USA zatwierdziło oświadczenie zdrowotne, które można zamieszczać na etykietach przetworów owsianych: „Rozpuszczalne składniki włókna z przetworów owsianych, jako część diety ubogiej w tłuszcze nasycone i cholesterol może zmniejszać ryzyko zawału serca” (Bell i in., 1999).

Wcześniejsze badania wykazały, że śruta owsa nagoziarnistego, jak również jej ekstrudaty hamują zwiększanie się stężenia cholesterolu całkowitego w osoczu krwi u szczurów na diecie bogatej w tłuszcz i cholesterol (Bartnikowska, Lange, 2000 b).

Postanowiono sprawdzić, czy włączenie ekstrudatu z owsa nagoziarnistego do posiłku będzie miało wpływ na lipamię poposiłkową u szczurów.

Celem niniejszej pracy było prześledzenie i porównanie wpływu zrazików zbożowo-warzywno z ekstrudatem owsa nagoziarnistego lub bułką pszenną na zaleganie tłuszczu i cholesterolu w treści żołądkowej oraz lipamię poposiłkową u szczurów.

MATERIAŁ I METODY

W doświadczeniu wykorzystano 46 rosnących samców szczurów rasy Wistar podzielonych na dwie grupy. Po okresie adaptacyjnym cztery szczury uśpiono przed podaniem posiłków testowych (po 14–16 godzinach postu), pozostałe zwierzęta podzielono na dwie grupy. Zwierzęta pierwszej grupy (eksperymentalnej) otrzymały zraziki zbożowo-warzywne zawierające ekstrudat z owsa nagoziarnistego (33%) i dodatek cholesterolu (1%), zaś zwierzęta drugiej grupy (kontrolnej) — zraziki zbożowo-warzywne z bułką pszenną (33%) i cholesterolem (1%). Zawartość tłuszczu w zrazikach z ekstrudatem z owsa wynosiła 32,7 g/100g, a w zrazikach z bułką pszenną — 30,5 g/100 g. Proporcja kwasów tłuszczowych nasyconych (SFA) do jednonienasyconych (MUFA) do wielonienasyconych (PUFA) w tłuszczu zrazików z ekstrudatem owsianym była: 15,7 : 25,9 : 57,7, a w tłuszczu zrazików z bułką pszenną — 15,7 : 25,7 : 58,4.

W ciągu 7 godzin po spożyciu posiłku testowego, co godzinę usypiano po trzy losowo wybrane zwierzęta z obu grup, pobierano krew z serca na oznaczenie cholesterolu całkowitego i triglicerydów, następnie szczury uśmiercano przez przerwanie rdzenia kręgowego i wypreparowywano żołądek w celu oznaczenia zawartości cholesterolu, tłuszczów i jego składu w treści żołądkowej.

Do przygotowania ekstrudatu wykorzystano owies nagoziarnisty odmiany Akt (13% s.m. białka, 9% s.m. tłuszczu, 2% s.m. włókna surowego) wyhodowanej w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Strzelcach.

Ekstrudat owsiany przygotowano na ekstruderze jednoślizakowym w Zakładzie Popiepszaczy Piekarskich, Ciastkarskich i Dietetycznych w Bydgoszczy, a koncentraty zrazików warzywno-zbożowych przygotowano w Centralnym Laboratorium Przemysłu Koncentratów Spożywczych w Poznaniu.

Zawartość tłuszczu w treści żołądkowej oznaczano metodą grawimetryczną. Skład puli kwasów tłuszczowych osocza, treści żołądkowej oraz zrazików zbożowo-warzywnych oznaczano metodą wysokosprawnej chromatografii gazowej.

Cholesterol i triglicerydy w osoczu krwi oznaczano metodą enzymatyczną wykorzystując zestaw odczynnikowy firmy Bio-Merieux.

Dla porównania zmian badanych parametrów po spożyciu posiłków testowych zastosowano analizę regresji. Porównanie krzywych regresji wykonano metodą R. Elandt (1958) przy użyciu programu komputerowego REGLAND. Poziom istotności różnic przyjęto jako $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

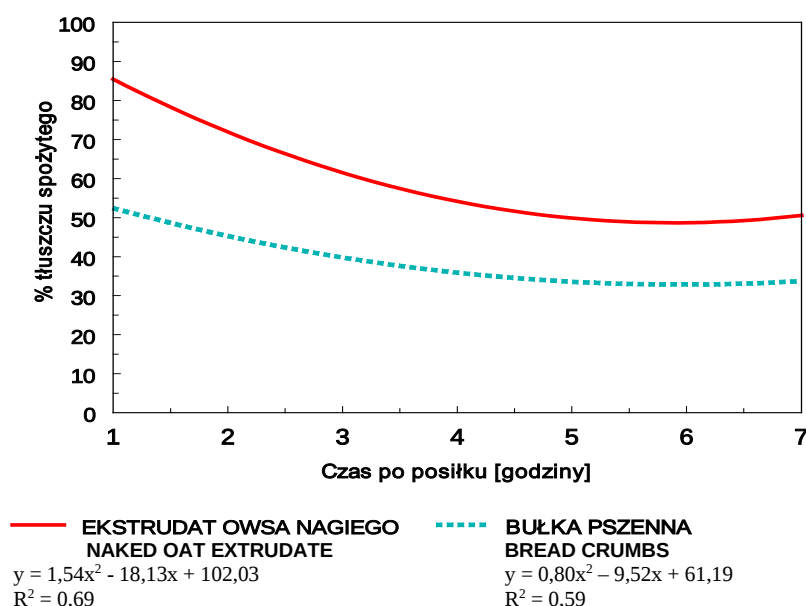
Spożycie tłuszczu i cholesterolu u zwierząt obydwu grup (eksperymentalnej i kontrolnej) było podobne (tab. 1).

Tabela 1

Masa ciała szczurów oraz spożycie zrazików bezmięsnych z ekstrudatem owsianym lub bułką pszenną i z dodatkiem cholesterolu
Body mass and consumption of vegetarian chops with naked oat extrudate or breadcrumbs with cholesterol by rats

	Zwierzęta uśpione na czczo Rats in a fasting state	Zwierzęta, które spożyły zraziki z ekstrudatem owsa Rats fed meal with oat extrudate	Zwierzęta, które spożyły zraziki z bułką pszenną Rats fed meal with bread crumbs
Liczebność zwierząt w grupie (n) Number of rats (n)	4	21	21
Masa ciała (g) Body mass (g)	159 ± 4	166 ± 8	165 ± 4
Masa spożytego posiłku testowego (g) Mass of test meal (g)	—	7 ± 1	8 ± 1
Spożycie tłuszczu (g) Consumption of fat (g)	—	2,3 ± 0,5	2,3 ± 0,4
Spożycie cholesterolu (mg) Consumption of cholesterol (mg)	—	70 ± 14	78 ± 13

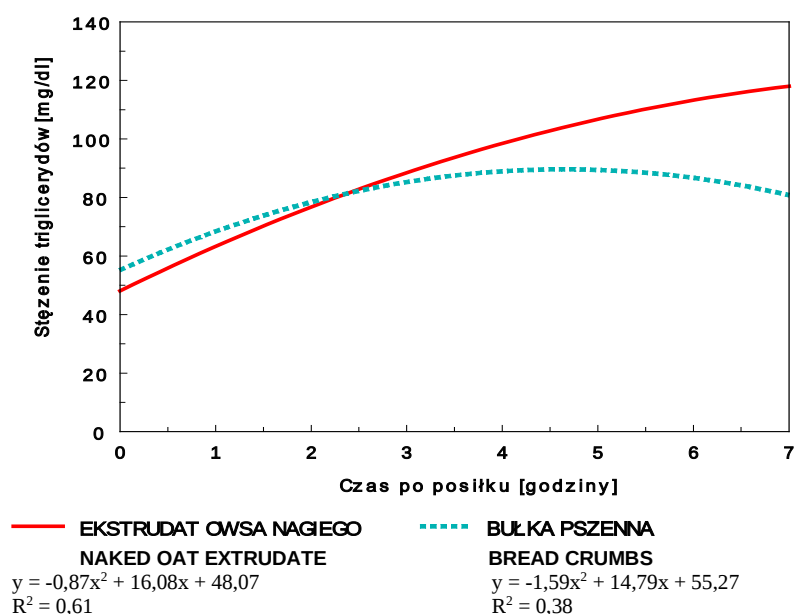
Równania regresji kwadratowej dotyczące zmian zawartości tłuszczu w treści żołądkowej po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsianym lub z bułką pszenną były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,18$; $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$). To oznacza, że zawartość tłuszczu w treści żołądkowej u szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych zmieniała się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 1). Nie zaobserwowano różnic między krzywymi regresji ($F_{\text{tabl.}} = 3,23$, $F_{\text{obl.}} = 2,95$; $F_{\text{tabl.}} > F_{\text{obl.}}$). Oznacza to, że przebieg zmian zawartości tłuszczu w treści żołądkowej u szczurów po spożyciu obu posiłków testowych nie różnił się istotnie ($p < 0,05$). Natomiast wyrazy wolne krzywych regresji kwadratowej różniły się istotnie ($F_{\text{tabl.}} = 2,84$; $F_{\text{obl.}} = 27,13$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$), co oznacza, że w czasie 7 godzin po spożyciu posiłku testowego z ekstrudatem owsianym zawartość tłuszczu w treści żołądkowej była istotnie wyższa niż po spożyciu zrazików z bułką pszenną ($p \leq 0,05$) (rys. 1). Tłuszcz zawarty w posiłkach ze zrazikami z ekstrudatem owsianym dłużej zalegał w żołądku.



Rys. 1. Dynamika zmian zawartości tłuszczu w treści żołądkowej u szczurów po spożyciu zrazików bezmięśnych z ekstrudatem z owsa lub bułką pszenną $y = ax^2 + bx + c$

Fig. 1. Dynamics of changes in fat concentration in gastric contents in rats fed vegetarian chops with naked oat extrudate or bread crumbs

Równania regresji kwadratowej dotyczące zmian stężenia triglicerydów w osoczu szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,15$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$), tj. stężenie triglicerydów w osoczu szczurów po spożyciu posiłków testowych zmieniało się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 2). Zaobserwowano również istotne różnice między równaniami krzywych regresji kwadratowej ($F_{\text{tabl.}} = 3,18$, $F_{\text{obl.}} = 4,04$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$), co oznacza, że przebieg zmian stężenia triglicerydów w osoczu szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych różnił się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 2). Zaobserwowano także istotne różnice między wyrazami wolnymi krzywych regresji ($F_{\text{tabl.}} = 2,79$, $F_{\text{obl.}} = 3,72$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$), co oznacza, że stężenie triglicerydów w osoczu po spożyciu posiłku z ekstrudatem owsianym i posiłku z bułką pszenną różniło się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 2). Dodatkowo wykonana analiza wariancji wykazała, że po 2 godzinach po spożyciu posiłku testowego składającego się ze zrazików z ekstrudatem owsianym stężenie triglicerydów w osoczu było istotnie mniejsze, a po 5 i 6 godzinach istotnie większe niż u szczurów, które spożyły posiłek testowy ze zrazików z bułką pszenną ($p \leq 0,05$).



Rys. 2. Dynamika zmian stężenia triglicerydów w osoczu krwi u szczurów po spożyciu zrazików bezmięśnych z ekstrudatem z owsa lub bułką pszenną $y = ax^2 + bx + c$
Fig. 2. Dynamics of changes in plasma triglycerides in rats fed vegetarian chops with naked oat extrudate or bread crumbs

Równania regresji kwadratowej dotyczące zmian udziału nasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych tłuszczu treści żołądkowej po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsa lub z bułką pszenną były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,18$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$), czyli udział nasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych tłuszczu treści żołądkowej po spożyciu każdego z posiłków testowych zmieniał się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 3). Zaobserwowano istotne różnice między równaniami krzywych regresji ($F_{\text{tabl.}} = 3,23$, $F_{\text{obl.}} = 6,51$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$) — przebieg zmian udziału nasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych w treści żołądkowej u szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych różnił się istotnie ($p \leq 0,05$). Także wyrazy wolne krzywych regresji różniły się istotnie ($F_{\text{tabl.}} = 2,84$, $F_{\text{obl.}} = 6,85$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$), co oznacza, że udział nasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych tłuszczu treści żołądkowej po posiłku testowym z ekstrudatem owsianym był istotnie wyższy niż u szczurów, które otrzymały posiłek testowy z bułką pszenną ($p \leq 0,05$) (rys. 3).

Udział jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA) w puli kwasów tłuszczowych treści żołądkowej zmieniał się istotnie jedynie po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsa ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,18$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$) ($p \leq 0,05$). Nie zaobserwowano różnic między krzywymi regresji, natomiast wyrazy wolne krzywych regresji kwadratowej różniły się istotnie ($F_{\text{tabl.}} = 2,84$, $F_{\text{obl.}} = 6,91$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$), co wskazuje, że udział MUFA w frakcji tłuszczowej treści żołądkowej w czasie po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsianym był wyższy niż po spożyciu zrazików z bułką pszenną ($p \leq 0,05$) (rys. 3).

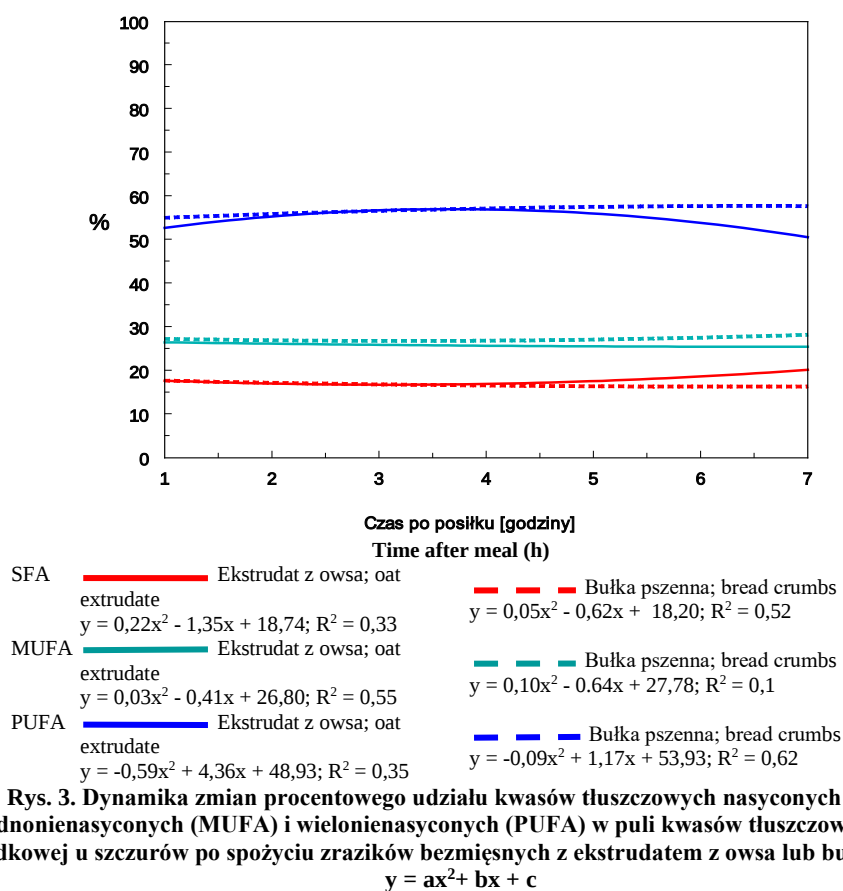


Fig. 3. Dynamics of changes in percentage contribution of saturated, mono- and polyunsaturated fats in the pool of fatty acids in gastric contents in rats fed vegetarian chops with naked oat extrudate or bread crumbs

Równania regresji kwadratowej dotyczące zmian udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w puli kwasów tłuszczowych treści żołądkowej u szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,18$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$), czyli udział PUFA w puli kwasów tłuszczowych treści żołądkowej u szczurów po spożyciu posiłków testowych zmieniał się istotnie ($p \leq 0,05$). Zaobserwowano istotne różnice między różnicami krzywymi regresji ($F_{\text{tabl.}} = 3,23$, $F_{\text{obl.}} = 5,66$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$), co oznacza, że przebieg zmian udziału PUFA w puli kwasów tłuszczowych treści żołądkowej u szczurów po spożyciu obu posiłków testowych różnił się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 3). Zaobserwowano również istotnie między wyrazami wolnymi krzywych regresji kwadratowej ($F_{\text{tabl.}} = 2,84$, $F_{\text{obl.}} = 9,49$, $F_{\text{tabl.}} < F_{\text{obl.}}$), co wskazuje, że udział PUFA w puli kwasów tłuszczowych treści żołądkowej u szczurów po spożyciu posiłku testowego

z ekstrudatem owsianym był istotnie mniejszy niż w przypadku zwierząt, które spożyły zraziki z bułką pszenną ($p \leq 0,05$) (rys. 3).

Równania regresji kwadratowej dotyczące zmian udziału nasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych osocza u szczurów po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsa, jak i z bułką pszenną były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,16$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$), czyli udział nasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych osocza u szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych zmieniał się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 4).

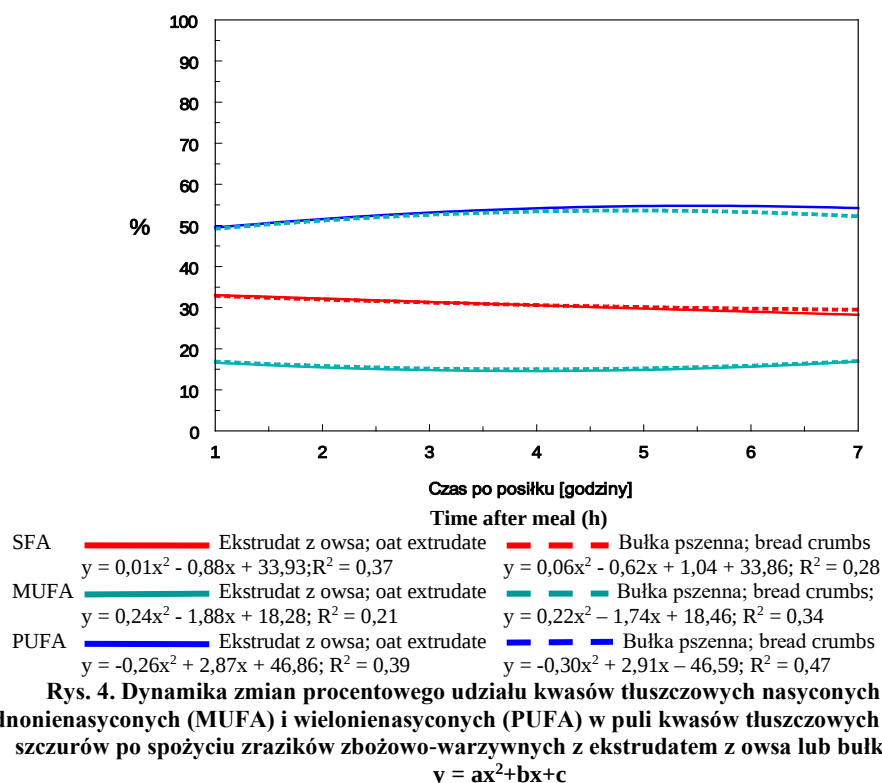


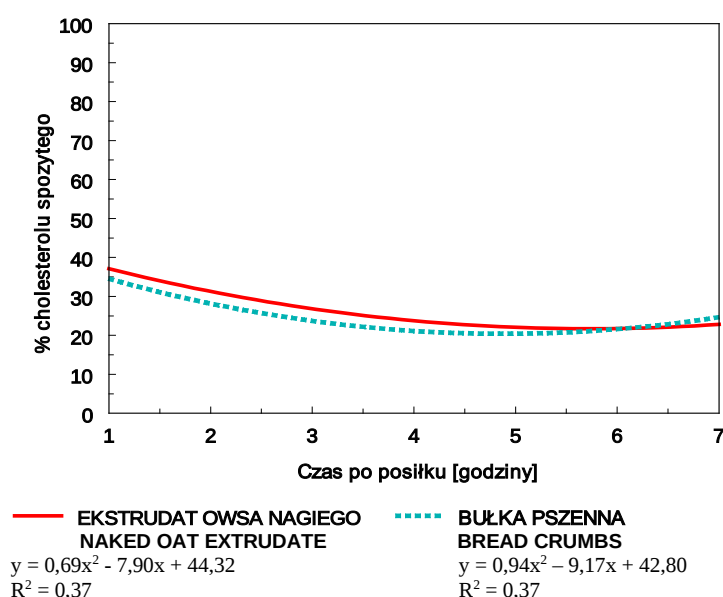
Fig. 4. Dynamics of changes in percentage contribution of saturated, mono- and polyunsaturated fats in the pool of plasma fatty acids in rats fed vegetarian chops with naked oat extrudate or bread crumbs

Nie zaobserwowano natomiast istotnych różnic między równaniami krzywych regresji ($F_{\text{tabl.}} = 3,18$, $F_{\text{obl.}} = 0,12$, $F_{\text{tabl.}} > F_{\text{obl.}}$), ani między ich wyrazami wolnymi.

Podobnie równania regresji kwadratowej dotyczące zmian udziału MUFA i PUFA w puli kwasów tłuszczowych osocza były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,16$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$), co oznacza, że udział monoenowych i polienowych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych osocza krwi szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych zmieniał się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 4). Nie zaobserwowano jednak istotnych różnic między

równaniami krzywych regresji ($F_{\text{tabl.}} = 3,18$, $F_{\text{obl.}} = 0,01$ i $F_{\text{obl.}} = 0,05$, $F_{\text{tabl.}} > F_{\text{obl.}}$), ani między ich wyrazami wolnymi ($F_{\text{tabl.}} = 2,79$, $F_{\text{obl.}} = 0,08$ i $F_{\text{obl.}} = 0,09$, $F_{\text{tabl.}} > F_{\text{obl.}}$).

Równania regresji kwadratowej dotyczące zmian zawartości cholesterolu w treści żołądkowej po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsa lub z bułką pszenną były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,18$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$), co oznacza, że zawartość cholesterolu w treści żołądkowej u szczurów w czasie 7 godzin po spożyciu każdego z posiłków testowych zmieniała się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 5). Nie zaobserwowano istotnych różnic między równaniami krzywych regresji ($F_{\text{tabl.}} = 3,23$, $F_{\text{obl.}} = 0,43$, $F_{\text{tabl.}} > F_{\text{obl.}}$), co oznacza, że przebieg zmian zawartości cholesterolu w treści żołądkowej szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych nie różnił się istotnie. Nie zaobserwowano również istotnych różnic między wyrazami wolnymi krzywych regresji ($F_{\text{tabl.}} = 2,84$, $F_{\text{obl.}} = 0,63$, $F_{\text{tabl.}} > F_{\text{obl.}}$), tzn., że zawartość cholesterolu w treści żołądkowej u szczurów w czasie po spożyciu posiłków testowych nie różniła się istotnie.

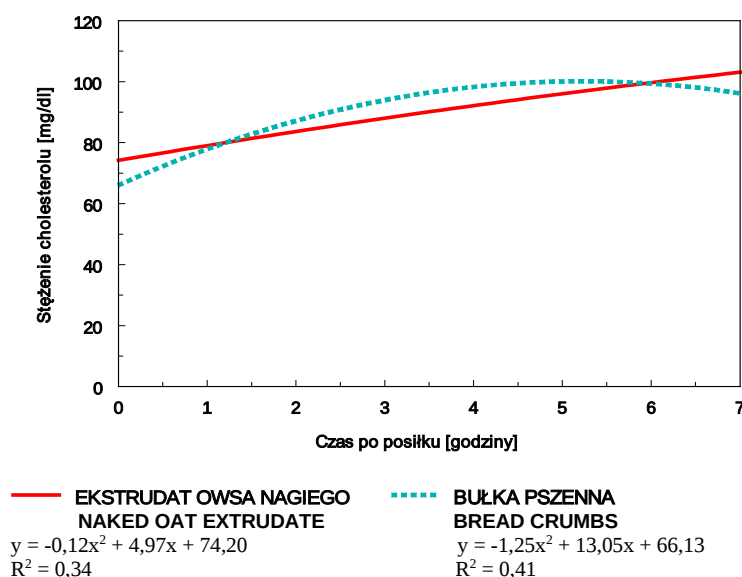


Rys. 5. Dynamika zmian zawartości cholesterolu całkowitego w treści żołądkowej u szczurów po spożyciu zrazików zbożowo-warzywnych z ekstrudatem z owsa lub bułką pszenną $y = ax^2 + bx + c$
Fig. 5. Dynamics of changes in cholesterol concentration in gastric contents in rats fed vegetarian chops with naked oat extrudate or bread crumbs

Równania regresji kwadratowej dotyczące zmian stężenia cholesterolu w osoczu u szczurów po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsa oraz z bułką pszenną były istotne statystycznie ($R^2_{\text{tabl.}} = 0,15$, $R^2_{\text{tabl.}} < R^2_{\text{obl.}}$), co wskazuje, że stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu krwi szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych zmieniało się istotnie ($p \leq 0,05$) (rys. 6). Analiza wariancji wykazała, że stężenie cholesterolu w osoczu u szczurów po 5, 6 i 7 godzinie po spożyciu zrazików z ekstrudatem

owsa było istotnie mniejsze niż u szczurów, które otrzymały zraziki z bułką pszenną ($p \leq 0,05$).

Porównanie przebiegu zmian badanych wskaźników po posiłku przy zastosowaniu analizy regresji (Elandt, 1958) nie wykazało istotnych różnic w przebiegu krzywych regresji ($F_{\text{tabl.}} = 3,18$, $F_{\text{obl.}} = 2,02$, $F_{\text{tabl.}} > F_{\text{obl.}}$), co oznacza, że mimo statystycznie istotnych różnic w stężeniu cholesterolu całkowitego w osoczu po 5, 6 i 7 godzinach po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsianym i zrazików z bułką pszenną przebieg zmian w stężeniu cholesterolu w osoczu nie różnił się istotnie.



Rys. 6. Dynamika zmian stężenia cholesterolu całkowitego w osoczu krwi u szczurów po spożyciu zrazików zbożowo-warzywnych z ekstrudatem z owsa lub bułką pszenną $y = ax^2 + bx + c$

Fig. 6. Dynamics of changes in plasma cholesterol concentration in rats fed vegetarian chops with naked oat extrudate or bread crumbs

DYSKUSJA WYNIKÓW

W czasie po posiłku nakładają się dwie drogi metabolizmu lipidów: endogenna, niezależna od dowozu tłuszczów z pożywieniem oraz przemiany lipidów pokarmowych (egzogennych). Ścieżki te wzajemnie się przeplatają i dlatego tłuszcze pokarmowe wywierają istotny wpływ na przemianę endogenną lipidów. W świetle jelita tłuszcze pokarmowe wchodzi w interakcję z innymi składnikami pożywienia, dlatego badania nad wpływem tłuszczów pokarmowych na metabolizm lipidów po spożyciu posiłku są niezmiernie trudne, a ich wyniki należy rozpatrywać z dużą ostrożnością. W doświadczeniach tego typu posiłki testowe zwykle różnią się zawartością tylko jednego składnika.

Rozpuszczalne w wodzie składniki włókna pokarmowego opóźniają opróżnianie żołądka oraz spowalniają pasaż treści jelitowej, opóźniają procesy trawienia tłuszczu (Vahouny i in., 1988; Ikeda i in., 1989; Dubois i in., 1993; Olson, Schneeman, 1998).

Krzywe regresji dotyczące zmian zawartości tłuszczu w treści żołądkowej, przedstawione na rysunku 1 wskazują, że tłuszcz zawarty w zrazikach z ekstrudatem z owsa nagoziarnistego zalegał dłużej w żołądku i wolniej przechodził z żołądka do dwunastnicy. Nie zaobserwowano jednak zmian zalegania w żołądku cholesterolu w zależności od rodzaju spożytego posiłku testowego (rys. 5).

Opóźnione opróżnianie się żołądka może zwalniać trawienie i powodować, że wchłanianie tłuszczu zachodzi w dystalnym odcinku jelita cienkiego, co w rezultacie zmienia przebieg poposiłkowej lipemii (Vahouny i in., 1988; Bergeron, Havel, 1997; Williams, 1998). Za ten efekt mogą być odpowiedzialne rozpuszczalne w wodzie składniki włókna pokarmowego, które poprzez tworzenie w świetle przewodu pokarmowego struktur żelowych wpływają na absorpcję tłuszczu oraz powodują zmiany morfologiczne w obrębie śluzówki jelita cienkiego (Imaizumi, Sugano, 1986; Ikeda i in., 1989), modyfikując skład oraz tempo pojawiania się we krwi wydzielanych w ścianie jelita chylomikronów. Chylomikrony powstające w dalszym odcinku jelita cienkiego są większe, bogatsze w triglicerydy, a uboższe w cholesterol i fosfolipidy (Imaizumi, Sugano, 1986). Modyfikacja składu chylomikronów wpływa na dalszą przemianę lipoprotein (Dubois i in., 1993; Sandström i in., 1994; Olson, Schneeman, 1998). Po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsianym stężenie triglicerydów w osoczu krwi zwiększało się powoli, z jednym przesunięciem w czasie wyraźnym pikiem. W czasie pierwszych 4 godzin po spożyciu posiłku przebieg krzywych lipemii u szczurów, które spożyły zraziki z ekstrudatem z owsa nagoziarnistego i u szczurów, które spożyły zraziki z bułką pszenną był podobny.

Wyniki badań nad wpływem przetworów owsianych na poposiłkową lipemii u osób zdrowych nie są jednoznaczne. Cara i wsp. (1992) zaobserwowali, że u zdrowych osób po spożyciu posiłku testowego z dodatkiem otręb owsianych lipemia poposiłkowa była mniejsza niż po posiłku niezawierającym włókna pokarmowego. Dubois i wsp. (1993) podobnie obserwowali istotne zmniejszenie stężenia triglicerydów u osób zdrowych po 2–3 godzinach po spożyciu posiłku z otrębami owsianymi w porównaniu do posiłku o małej zawartości włókna pokarmowego. Redard i wsp. (1990) oraz Dubois i wsp. (1995) zaobserwowali natomiast, że po spożyciu posiłku z dodatkiem otręb owsianych (12,8 g włókna pokarmowego w posiłku) lipemia poposiłkowa zwiększyła się w porównaniu do odpowiednich grup kontrolnych, które spożywały identyczny posiłek, ale bez dodatku otręb owsianych (2,8 g włókna pokarmowego w posiłku). Podobny efekt zaobserwowali Redard i wsp. (1992) Olson i wsp. (1998) u szczurów po posiłku testowym zawierającym otręby owsiane. Dubois i wsp. (1993) zaobserwowali również, że po spożyciu posiłku testowego z otrębami owsianymi następuje zmniejszone wydzielanie insuliny, co może zmniejszać lipolizę lipoprotein bogatych w triglicerydy.

Maksymalne stężenie triglicerydów we krwi pojawia się zwykle dopiero po 3–4 godzinach po posiłku (Gibney i in., 1991; Bittner, 1994; Havel, 1997). W trzeciej, czwartej godzinie po posiłku zaobserwowano pierwszy pik stężenia triglicerydów w osoczu krwi

u szczurów, które otrzymały zraziki z bułką pszenną. Po siedmiu godzinach po spożyciu przez zwierzęta zrazików z bułką pszenną zaobserwowano kolejny pik w stężeniu triglicerydów w osoczu krwi. Efekt pojawienia się po spożyciu posiłku testowego dwóch lub nawet trzech maksymalnych wartości jest często obserwowany (Gibney i in., 1991; Bittner, 1994). Stężenie poposiłkowe triglicerydów po około 6 godzinach po posiłku ubogim we włókno pokarmowe osiąga wartość 115–125% wartości na czczo, lecz po posiłkach zawierającym bardzo duże ilości tłuszczu stężenie triglicerydów we krwi po 6 godzinach jest o 40 nawet do 100% wyższe niż wartości wyjściowe na czczo (Bergron, Havel, 1997).

Przebieg zmian stężenia triglicerydów po spożyciu zrazików z ekstraktami owsianymi i zrazików z bułką pszenną w doświadczeniu własnym różnił się istotnie ($p \leq 0,05$). U szczurów po spożyciu zrazików z ekstraktami owsianymi zaobserwowano jeden bardzo znaczący wzrost stężenia triglicerydów w osoczu krwi w sześć godzin po posiłku, podczas, gdy u szczurów po spożyciu zrazików z bułką pszenną pik stężenia triglicerydów w osoczu nie był tak wyraźny i pojawił się wcześniej po 2 godzinach po spożyciu posiłku testowego i utrzymywał się na tym poziomie przez następne dwie godziny. Przesunięcie w czasie szczytu stężenia triglicerydów w osoczu po posiłku jak również spłaszczenie poposiłkowej krzywej lipemii to najczęstsze różnice w przebiegu poposiłkowej lipemii po spożyciu posiłku z niewielką i dużą zawartością włókna pokarmowego (Cara i in., 1992; Dubois i in., 1993; Bourdon i in., 1999).

Przebieg zmian udziału nasyconych i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych treści żołądkowej u szczurów po spożyciu zrazików z ekstraktami owsianymi oraz zrazików z bułką pszenną różnił się istotnie. Po spożyciu zrazików z ekstraktami owsianymi PUFA szybciej opuszczały żołądek, a nasycone i jednonienasycone kwasy tłuszczowe dłużej zalegały w żołądku niż po spożyciu zrazików z bułką pszenną.

Kwasy tłuszczowe krążące w osoczu pochodzą z różnych źródeł: są syntetyzowane w wątrobie i uwalniane do krążenia w lipoproteinach VLDL, pochodzą z lipolizy tłuszczów zapasowych, oraz dostają się do krążenia z frakcją chylomikronów wydzielaną po spożyciu posiłku. Skład puli kwasów tłuszczowych osocza jest więc wypadkową składu puli kwasów tłuszczowych z tych źródeł. Frakcja chylomikronów jest najbogatsza w tłuszcz i jej stężenie w osoczu zwiększa się istotnie po spożyciu posiłku. Tak więc skład puli kwasów tłuszczowych pożywienia w okresie po posiłku będzie wpływał istotnie na skład puli kwasów tłuszczowych osocza.

Zmiany udziału poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w osoczu u szczurów po spożyciu każdego z posiłków testowych były podobne. Po posiłkach testowych udział nasyconych kwasów tłuszczowych w puli kwasów tłuszczowych osocza zmniejszał się, zwiększał się natomiast udział PUFA; nie zaobserwowano jednak istotnego wpływu rodzaju spożywanego posiłku na przebieg tych zmian.

U osób bez zaburzeń gospodarki lipidowej zmiany w stężeniu cholesterolu w osoczu po posiłku są znacznie mniejsze niż zmiany w stężeniu triglicerydów i w znacznie mniejszym stopniu różnią się od wartości obserwowanych na czczo (Bittner, 1994). W doświadczeniu własnym nie zaobserwowano istotnych różnic w przebiegu zmian stężenia cholesterolu

całkowitego w osoczu u szczurów po spożyciu obu posiłków testowych. Jednak stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu u zwierząt po spożyciu zrazików z ekstrudatem owsianym zwiększało się wolniej i bardziej równomiernie. U szczurów, które otrzymały zraziki z bułką pszenną stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu krwi zwiększyło się istotnie w 5 godzinie po spożyciu posiłku i powoli zmniejszało się.

Po pięciu godzinach po posiłku stężenie cholesterolu całkowitego w osoczu krwi było istotnie wyższe u szczurów, które otrzymały zraziki z bułką pszenną, a w siódmej godzinie po posiłku istotnie większe u zwierząt, które spożyły zraziki z ekstrudatem owsianym. Chociaż rodzaj posiłku testowego nie wpływał na zawartość cholesterolu w treści żołądkowej, to jednak ekstrudat owsiany poprzez zmianę dynamiki wchłaniania tłuszczu ze światła jelita może modyfikować poposiłkowe stężenie cholesterolu w osoczu u szczurów.

Obserwowane po 5 godzinach jednocześnie większe stężenie triglicerydów i mniejsze stężenie cholesterolu w osoczu u szczurów, które spożyły posiłek testowy z dodatkiem ekstrudatu owsianego niż u szczurów, które otrzymały zraziki z bułką pszenną świadczyć może o nasilonym katabolizmie lipoprotein bogatych w triglicerydy i wymianie triglicerydów i cholesterolu między lipoproteinami bogatymi w triglicerydy i lipoproteinami bogatymi w cholesterol. Podobny efekt obserwowali Dubois i wsp. (1995), Olson i Schneeman (1998) po włączeniu do posiłku testowego otrąb owsianych.

Ekstrudowane przetwory owsiane mogą korygować zaburzenia gospodarki lipidowej w organizmie indukowane dietą bogatą w tłuszcz i cholesterol nie tylko poprzez działanie hipcholesterolemiczne, ale i wpływ na przebieg krzywych lipemii poposiłkowej. Odpowiednio przygotowane ekstrudowane przetwory z owsa nagoziarnistego, które łatwo włączyć do diety, powinny znaleźć zastosowanie w produkcji żywności specjalnego żywieniowego przeznaczenia dla osób z zaburzeniami przemiany lipidowej.

WNIOSKI

1. Ekstrudat z owsa nagoziarnistego hamował przechodzenie tłuszczu, głównie nasyconych kwasów tłuszczowych, z żołądka do dwunastnicy.
2. Dodatek ekstrudatu z owsa nagoziarnistego do zrazików zbożowo-warzywnych wpływał na lipemii poposiłkową, opóźniając pojawienie się maksymalnego stężenia triglicerydów w osoczu u szczurów.
3. Dodatek ekstrudatu z owsa nagoziarnistego do zrazików zbożowo-warzywnych nie wpływał natomiast na skład puli kwasów tłuszczowych osocza krwi szczurów.

LITERATURA

- Bartnikowska E., Lange E. 2000 a. Znaczenie dietetycznych przetworów owsianych, ich wpływ na stężenie cholesterolu w osoczu oraz poposiłkową glikemię. *Żywność. Nauka Technologia Jakość. Kwartalnik Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności*, 22: 18 — 36.
- Bartnikowska E., Lange E. 2000 b. Influence of naked oat and its extruded products on lipid metabolism in rats fed atherogenic. *Pol. J. Nutr. Sci.* 9/50: 63 — 71.
- Bell S., Goldman V., Bistrain B., Arnold A., Ostroff G., Forse A. 1999. Effect of β -glucan from oats and yeast on serum lipids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 39: 189 — 202.

- Bengtsson S., Åman P., Graham H., Newman W., Newman R. 1990. Chemical studies on mixed-linked β -glucans in hull — less barley cultivars giving different hypocholesterolemic response in chicken. *J. Sci. Food Agric.*, 52: 435 — 445.
- Bittner V. 1994. Atherogenicity of postprandial lipoproteins and coronary heart disease. *The Endocrinologist*, 4: 359 — 372.
- Björkegren J., Boquist S., Sammegard A., Lundman P., Tornvall P., Ericsson C-G., Hamsten A. 2000. Accumulation of apolipoprotein C-I-rich and cholesterol-rich VLDL remnants during exaggerated postprandial triglyceridemia in normolipidemic patients with coronary artery disease. *Circulation*, 101: 227 — 230.
- Boquist S., Ruotolo G., Tang R., Björkegren J., Bond G., de Faire U., Karpe F., Hamsten A. 1999. Alimentary lipemia, postprandial triglyceride-rich lipoproteins, and common carotid intima-media thickness in healthy, middle-aged men. *Circulation*, 100: 723 — 728.
- Brown L., Rosner B., Willett W., Sacks F. 1999. Cholesterol — lowering effect of dietary fiber: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 69: 30 — 42.
- Cara L., Dubois Ch., Borel P., Armand M., Senft M. 1992. Effects of oat bran, rice bran, wheat germ on postprandial lipemia in healthy adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 55: 81 — 88.
- Couillard Ch., Bergeron N., Pascot A., Almeras N., Bergeron J., Tremblay A., Proulx D., Despres J-P. 2002. Evidence for impaired lipolysis in abdominally obese men: postprandial study of apolipoprotein B-48 and B-100 — containing lipoproteins. *Am. J. Clin. Nutr.* 76: 311 — 318.
- Davidson M., Dugan L., Burns J., Bova J., Story K., Drennan K. 1991. The hypocholesterolemic effects of β -glucan in oatmeal and oat bran. *JAMA*, 265: 1833 — 1839.
- de Groot A., Luyken R., Pikaar N. 1963. Cholesterol — lowering effect of rolled oats. *Lancet*, 2: 303 — 304.
- Dubois C., Armand M., Senft M., Portugal H., Pauli A-M., Bernard P-M., Lafont H., Lairon D. 1995. Chronic oat bran intake alters postprandial lipemia and lipoproteins in healthy adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 61: 325 — 333.
- Dubois Ch., Cara L., Armand M., Senft M. 1993. Cereal dietary fibers affect post-prandial lipoproteins in healthy human subjects. *Carbohydrate Polymers*, 21: 189 — 194.
- Elandt R. 1958. Statystyczne badanie prawidłowości zjawisk w czasie i przestrzeni. *Rocz. N. Rol.*, t-49-A-1: 401 — 424.
- Gibney M. 1991. Post-prandial lipid metabolism and atherogenesis. *Europ. J. Clin. Nutr.* 45 (s. 2): 76 — 77.
- Gronholdt M-L., Nordestgaard B., Nielsen T., Silleesen H. 1996. Echolucent carotid artery plaques are associated with elevated levels of fasting and postprandial triglyceride-rich lipoproteins. *Stroke*, 27: 2166 — 2172.
- Grundy S., Bazzarre T., Cleeman J., D'Agostino R., Hill M., Houston-Miller N., Kannel W., Krauss R., Krumboltz H., Lauer R., Ockene I., Pasternak R., Pearson Th., Ridker P., Wood D. 2000. Prevention Conference V. Beyond Secondary Prevention: Identifying the high-risk patient for primary prevention. *Circulation*, 101: 3 — 11.
- Havel R. 1997. Postprandial lipid metabolism: an overview. *Proc. Nutr. Soc.* 56: 659 — 666.
- Ikeda I., Tomari Y., Sugano M. 1989. Interrelated effects of dietary fiber and fat on lymphatic cholesterol and triglyceride absorption in rats. *J. Nutr.*, 119: 1383 — 1387.
- Imaizumi K., Sugano M. 1986. Dietary fiber and intestinal lipoprotein composition. In: *Dietary fiber: Basic and Clinical Aspects*. Eds.: Vahouny G., Kritchevsky D., Plenum Press, New York: 287 — 306.
- McvNamara J., Shah P., Nakajima K., Cupples A., Wilson P., Ordovas J., Schaefer E. 1998. Remnant lipoprotein cholesterol and triglyceride reference ranges from the Framingham Heart Study. *Clin. Chem.*, 44: 1224 — 1232.
- Mero N., Malmstrom R., Steiner G., Taskinen M., Syvanne M. 2000. Postprandial metabolism of apolipoprotein B-48 and B-100 — containing particles in type 2 diabetes mellitus: relation to angiographically verified severity of coronary artery disease. *Atherosclerosis*, 150: 167 — 177.
- Meyer E., Westerveld T., de Ruyter-Meijstek, van Greevenbrock M., Rienks R., van Rijn H., Erkelens W., de Bruin T. 1996. Abnormal postprandial apolipoprotein B-48 and triglyceride responses in normolipidemic women with greater than 70% stenotic coronary artery disease: a case-control study. *Atherosclerosis*. 124: 221 — 235.

- Newman R., Lewis S., Newman C., Boik R., Ramage R. 1989 a. Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Int.* 39: 749 — 760.
- Newman R., Newman W., Graham H. 1989 b. The hypocholesterolemic function of barley β -glucans. *Cereal Foods World*, 34: 883 — 886.
- Olson B., Schneeman B. 1998. Alimentary lipemia in enhanced in fiber-fed rats. *J. Nutr.* 128: 1031 — 1036.
- Patsch J., Braunsteiner H. 1991. Postprandial triglycerides, high-density lipoproteins, and coronary artery disease. *Atherosclerosis Rev.* 23: 85 — 89.
- Redard C., Davis P., Schneeman B. 1990. Dietary fiber and gender effect on postprandial lipemia. *Am J. Clin. Nutr.* 52: 837 — 845.
- Redard C., Davis P., Middleton S., Schneeman B. 1990. Postprandial lipid response following a high fat meal in rats adapted to dietary fiber. *J. Nutr.* 122: 219 — 228.
- Ripsin C., Keenan J., Jacobs D., Elmer P., Welch R., Van Horn L., Kiang L., Turnbull W., Thye F., Kestin M., Hegsted M., Davidson M., Dugan L., Demark-Wahnenfried W., Beling S. 1992. Oats products and lipid lowering. *JAMA*, 267: 3317 — 3325.
- Sandström B., Hansen L., Sorensen A. 1994. Pea fiber lowers fasting and postprandial blood triglyceride concentration in humans. *J. Nutr.* 124: 2386 — 2396.
- Schneeman B., Cimmarusti J., Cohen W., Downes L., Lefevre M. 1984. Composition of high density lipoproteins in rats fed various dietary fiber. *J. Nutr.* 114: 1320 — 1326.
- Schneeman B., Lefevre M. 1986. Effects of fiber on plasma lipoprotein composition. In: *Dietary Fiber: Basic and Clinical Aspects*. Eds. Vahouny G., Kritchevsky D., Plenum Press, New York: 309 — 321.
- Tiret L., Gerdes C., Murphy M., Dallongeville J., Nicaud V., O'Reilly D., Beisiegel U., De Backer G. 2000. Postprandial response to a fat tolerance test in young adults with a paternal history of premature coronary heart disease — the EARS II study. *Eur. J. Invest.* 30: 578 — 585.
- Uterwaal C., Grobbee D., Wittteman J., van Stiphout W-A., Krauss X., Havekes L., Brujin A., van Tol A., Hofman A. 1994. Postprandial triglyceride response in young adult men and familial risk for coronary atherosclerosis. *Ann. Intern. Med.*, 121: 576 — 583.
- Vahouny G., Satchithanandam S., Chen I., Tepper S., Kritchevsky D., Lightfoot F., Cassidy M. 1988. Dietary fiber and intestinal adaptation: effects on lipid absorption and lymphatic transport in the rat. *Am. J. Clin. Nutr.*, 47: 201 — 206.
- Watts G. 2000. Postprandial lipemia in familial hypercholesterolemia: clinical and metabolic significance. *Atherosclerosis*, 148: 426 — 428.
- Zhang J., Hallmans G., Anderson H., Bosaeus L., Aman P., Tidehag P., Stendling R., Lundin E., Dahlgren S. 1992. Effect of oat bran on plasma cholesterol and bile acid excretion in nine subjects with ileostomies. *Am. J. Clin. Nutr.* 56: 99 — 105.

RENATA WOŁOCHKatedra Żywienia Człowieka
Wydział Technologii Żywności
Akademia Rolnicza w Krakowie

Zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskane z frakcji młynarskich ziarna nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa*

Total phenolics content and free radical scavenging activity in milling fractions of barley and oat grain (naked and covered forms)

Przeprowadzono ocenę wpływu procesu przemiału na zawartość związków fenolowych w ziarnie jęczmienia (nieoplewionego Rastik i oplewionego Start) i owsa (nieoplewionego Akt i oplewionego Kasztan) oraz zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskane z badanego materiału. Poziom polifenoli w całym ziarnie jęczmienia obu form był wyższy (3,46 i 2,98 mg katechiny/g SM) w porównaniu do analizowanych odmian owsa (2,32 i 2,00 mg katechiny/ g SM). Proces obłuszczenia form oplewionych ziarna jęczmienia i owsa wpłynął na obniżenie zawartości tych związków w obu odmianach odpowiednio: 2,05 i 1,83 mg katechiny/ g SM. Ekstrakty metanolowo-acetonowe uzyskane z całego ziarna jęczmienia, formy nieoplewionej i oplewionej, wykazywały dwukrotnie wyższą zdolność eliminowania wolnych rodników (56,93 i 60,32%) w porównaniu z analogicznymi ekstraktami otrzymanymi z całego ziarna owsa (32,14 i 34%). Proces obłuszczenia ziarna obu odmian istotnie wpłynął na obniżenie ich aktywności antyoksydacyjnej (41,27 i 23,18%). Najbogatszym źródłem polifenoli były otręby jęczmienne obu form (4,29 i 3,24 mg katechiny/ g SM) charakteryzujące się wysoką zdolnością eliminowania DPPH• (62,7 i 59,09%). Natomiast niższą zawartość tych związków (2,46 i 2,4 mg katechiny/g SM) i aktywność antyoksydacyjną (34,76 i 36,62%) stwierdzono w analogicznych otrębach owsianych. Zdolność eliminowania wolnych rodników DPPH• była ściśle skorelowana ($r = 0,893$) z poziomem związków fenolowych w badanym materiale.

Słowa kluczowe: jęczmień, owies, formy nieoplewionej, formy oplewionej, zawartość polifenoli, zdolność eliminacji DPPH•

The studies were conducted to determine the total phenolics content of whole barley grain (naked cv. Rastik, covered cv. Start forms) and whole oat grain (naked cv. Akt, covered cv. Kasztan) and of their milling fractions: flour and bran. In addition, free radical scavenging activity of extracts obtained

* Pracę wykonano w ramach grantu KBN nr. 3P06T 083 22

from the material was measured. The levels of phenolic compounds in the whole barley grain were higher (3.46 and 2.98 mg catechin/g DM, respectively) than those in the whole oat grain (2.32 and 2.0 mg catechin/ g DM, respectively). The process of husking of covered forms of barley and oats lowered the phenolic content of both species (2.05 and 1.83 mg catechin/g DM). The methanol-acetone extracts of the whole barley grain (naked and covered forms) had twofold higher radical scavenging activity (56.93 and 60.32%) than the extracts obtained from the corresponding oat forms (32.14 and 34%). Husking of the covered forms of barley and oats decreased the antioxidant activity in both species: 41.27 and 23.18%, respectively. The levels of phenolic compounds in barley bran (4.29 and 3.24 mg catechin/ g DM) were higher than those in oat bran (2.46 and 2.40 mg catechin/g DM). The highest radical scavenging activity was noted for barley (62.7 and 59.09%) and oat bran (34.76 and 36.62%) fractions. Significant relationships ($r = 0.893$) were found between the content of phenolic compounds and antioxidant activity of methanol-acetone fractions of barley and oat grain and their milling fractions.

Key words: barley, oats, covered form, naked form, phenolics content, radical scavenging activity, DPPH•

WSTĘP

Występujące w ziarnie jęczmienia i owsa związki fenolowe wykazują silne właściwości antyoksydacyjne (Bravo, 1998). Właściwości te związane są z obecnością katechin, m.in. (+)katechiny i (-)epikatechiny i ich oligomerów oraz kwasów fenolowych (Duve i White, 1991; Goupy i in., 1999). Te ostatnie to pochodne kwasu benzoowego (kwasy: p-hydroksybenzoesowy i wanilinowy) oraz cynamonowego (kwasy: ferulowy, kawowy, p-kumarowy i synapinowy), a także awentramidyna, występująca w ziarniakach owsa (Dimberg i in., 1993). Dominującym związkiem w ziarnie jęczmienia i owsa, a także pszenicy i żyta, jest kwas ferulowy (White i Xing, 1997). Właściwości antyoksydacyjne polifenoli roślinnych polegają na eliminowaniu reaktywnych form tlenu oraz chelatowaniu jonów metali przejściowych, żelaza i miedzi (Rice-Evans i in., 1995). Związki te chronią tym samym organizm człowieka przed stresem oksydacyjnym i zapobiegają rozwojowi chorób chronicznych m.in. miażdżycy naczyń oraz zmianom nowotworowym (Hollman, 2001). Większość omawianych związków występuje w zewnętrznych warstwach okrywy nasiennej, które w procesach technologicznych zostają częściowo lub całkowicie usunięte, co powoduje obniżenie potencjalnych właściwości antyoksydacyjnych końcowego produktu przemiału.

Celem pracy było określenie zawartości związków fenolowych w całym ziarnie jęczmienia i owsa (form nieoplewionej i oplewionej) oraz produktach laboratoryjnego przemiału tych zbóż. Ponadto, stosując stabilny wolny rodnik (DPPH•), określono ogólną zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty metanolowo-acetonowe uzyskane z badanego materiału.

MATERIAŁ I METODY

Do badań użyto ziarno jęczmienia odmian: Rastik (nagoziarnisty; ZDHAR w Radzikowie) i Start (oplewiony; ZHR w Polanowicach) oraz owsa odmian: Akt (nagoziarnisty; ZDHAR w Strzelcach) i Kasztan (oplewiony; ZHR w Polanowicach). Płewkę z odmian oplewionych usuwano w łuszczarce laboratoryjnej, a następnie, po doprowadzeniu ziarna

do standardowej wilgotności 15,5%, rozdzielano je w młynku laboratoryjnym (TYP QG 109, sito — 0,4 mm) na dwie frakcje: mąkę i otręby. Po przemiale ziarna udział mąki i otrąb wynosił odpowiednio: jęczmień Rastik — 27, 73%, jęczmień Start — 24, 76%, owies Akt — 30, 70% i owies Kasztan — 23, 77%. Próbkę przeznaczoną do analizy rozdrabniano w młynku laboratoryjnym i przesiano przez sito o średnicy oczek 0,4 mm.

Próbki materiału (1 g) ekstrahowano 40 ml 0,16 N HCl w 80% metanolu w temperaturze pokojowej przez 2 h. Ekstrakt wirowano przy 1500 g przez 15 min. Supernatant zachowywano, a pozostałość ponownie ekstrahowano 40 ml 70% acetonu przez kolejne 2 h. Po odwirowaniu (1500 g, 15 min) kolejny supernatant łączono z poprzednim i całość przechowywano w temp. -20°C. Poziom polifenoli oznaczano w uzyskanych ekstraktach metodą Naczki i Shahidi (1989) z odczynnikiem Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany). Zawartość polifenoli wyrażono w mg katechiny/g SM. Zdolność uzyskanych ekstraktów do eliminacji wolnych rodników określono metodą Pekarinen i wsp. (1999) z wykorzystaniem stabilnego wolnego rodnika DPPH•, tj. 2,2-difenylo-1-pikrylo-hydrazylu (90%, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Germany). DPPH• (4 mg) rozpuszczono w 100 ml 99% metanolu. Następnie rosnące objętości (0,2; 0,5; 1,0; 1,5 ml) ekstraktu metanolowo-acetonowego analizowanych próbek, uzupełniono do 1,5 ml metanolem. Do tak przygotowanych ekstraktów dodawano 3 ml roztworu DPPH•, roztwory mieszało i odczytywano absorbancję wobec metanolu przy 516 nm, w czasie 6 min. Badania wykonano dla każdej próbki w czterech powtórzeniach. Zdolność do eliminacji wolnych rodników (Radical Scavenging Activity: RSA, %) obliczano zgodnie z poniższym wzorem:

$$RSA(\%) = \frac{A_{516nm(0min)} - A_{516nm(6min)}}{A_{516nm(0min)}} \times 100$$

A — absorbancja wobec metanolu, przy 516 nm, odczytana dla próbki na początku (0 min) i po 6 min reakcji (6 min)

Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi oceniano testem wielokrotnego rozstępu na dwóch poziomach prawdopodobieństwa: $P < 0,05$ i $P < 0,01$. Wyniki przedstawiono w postaci średnich ($\pm$ SEM).

WYNIKI I DYSKUSJA

Ekstrakty otrzymane z całego ziarna jęczmienia, form nieoplewionych i oplewionych, charakteryzowały się (tab. 1) wysokim poziomem związków fenolowych (3,46 i 2,98 mg katechiny/g SM). Jednocześnie, proces obłuszczenia ziarna jęczmienia oplewionej odmiany Start, istotnie ($P < 0,05$) wpłynął na obniżenie zawartości tych związków, do poziomu 2,05 mg katechiny/g SM. Poziom polifenoli w ekstraktach otrzymanych z całego ziarna owsa, form nieoplewionych i oplewionych, był istotnie różny (2,32 i 2,00 mg

katechiny/g SM, $P < 0,05$). Podobnie jak w przypadku jęczmienia, obłuszczenie ziarna owsa, oplewionej odmiany Kasztan, zmniejszyło zawartość tych związków do wartości 1,83 mg katechiny/g SM.

Tabela 1

Całkowita zawartość polifenoli w ekstraktach uzyskanych z frakcji młynarskich jęczmienia i owsa (mg katechiny/ g SM)*
Total phenolics content in extracts obtained from barley and oat milling fractions (mg catechin/ g DM)*

Frakcje Fractions	Gatunek — Species							
	jęczmień — barley				owies — oat			
	odmiana — cultivar							
	forma nieoplewiona naked form	forma oplewiona covered form	forma nieoplewiona naked form	forma oplewiona covered form	forma nieoplewiona naked form	forma oplewiona covered form	forma nieoplewiona naked form	forma oplewiona covered form
	Rastik	Start	Akt	Kasztan	Rastik	Start	Akt	Kasztan
Całe ziarno Whole grain	3,46 ± 0,030	j	2,98 ± 0,02	h	2,32 ± 0,02	de	2,0 ± 0,0	be
Obłuszczone ziarno Dehulled grain			2,05 ± 0,05	be			1,83 ± 0,05	a
Mąka Flour	2,60 ± 0,01	g	2,29 ± 0,03	c	1,91 ± 0,05	ab	1,91 ± 0,01	ab
Otręby Bran	4,29 ± 0,02	k	3,24 ± 0,01	i	2,46 ± 0,07	f	2,40 ± 0,01	e

* % suchej masy; % dry matter

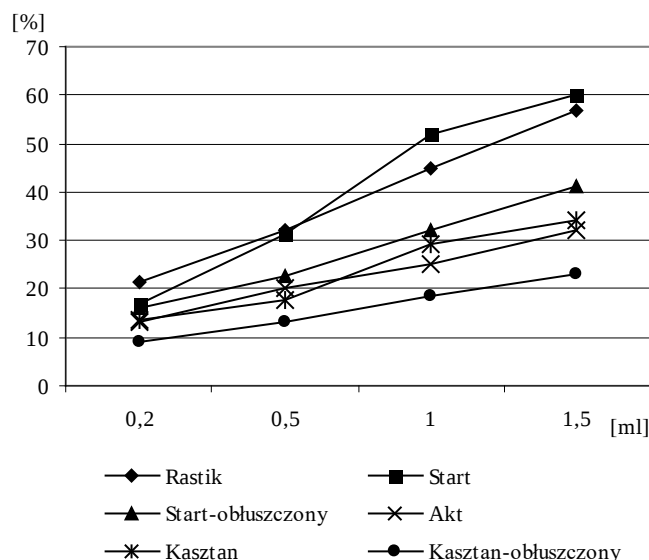
a, b, c, d — Średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się w sposób statystycznie istotny przy $p < 0,05$

a, b, c, d — Means in columns followed by different letters differ significantly at $p < 0.05$

±SEM — Błąd odchylenia standardowego

±SEM — Standard deviation error

Podobnie Kähkönen i wsp. (1999) stwierdzili wyższą zawartość związków fenolowych w ziarnie jęczmienia (0,4 mg kwasu galusowego/g SM) w porównaniu z ziarnem owsa (0,3 mg kwasu galusowego/g SM). Zawartość polifenoli, ekstrahowanych octanem etylu z całego ziarna jęczmienia wahała się w zakresie od 0,024 do 0,34 mg katechiny/g SM (Goupy i in., 1999). Zieliński i Troszyńska, (2000) stwierdzili, że obłuszczony jęczmień ekstrahowany 80% etanolem zawierał 1,12 mg katechiny/g SM, a ekstrahowany buforem fosforanowym 0,55 mg katechiny/g SM. W tej samej pracy, analogiczne ekstrakty uzyskane z ziarna owsa wykazywały niższy poziom polifenoli odpowiednio: 0,67 mg katechiny/g i 0,90 mg katechiny/g SM. W ekstrakcie otrzymanym z całego i obłuszczonego ziarna owsa różnych odmian, poziom polifenoli wynosił odpowiednio: 0,238–0,278 i 0,209–0,294 mg kwasu galusowego/g SM (Emmons i Peterson, 1999). Znaczne różnice w zawartości polifenoli stwierdzono w uzyskanych frakcjach młynarskich obu analizowanych odmian. Mąka jęczmienna charakteryzowała się wyższą zawartością związków fenolowych (Rastik — 2,60 i Start — 2,29 mg katechiny/g SM), w porównaniu z mąką owsianą (Akt i Kasztan — 1,91 mg katechiny/g SM). Najbogatszym źródłem polifenoli były otręby jęczmienne (Rastik — 4,29 i Start — 3,24 mg katechiny/g SM). Natomiast poziom polifenoli w otrębach owsianych był znacznie niższy i wynosił odpowiednio: Akt — 2,46 i Kasztan — 2,40 mg katechiny/g SM.

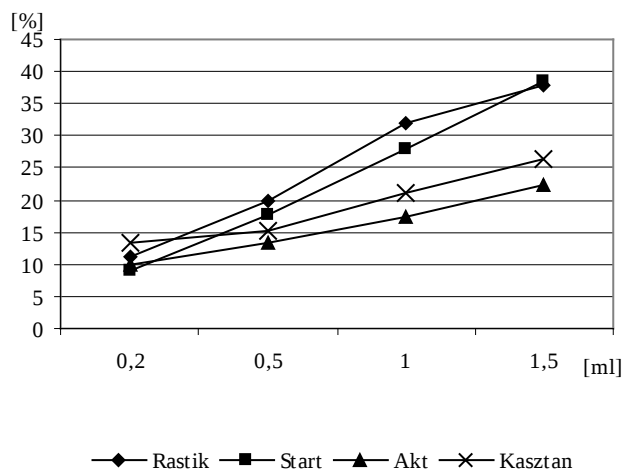


Rys. 1. Zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskane z całego ziarna jęczmienia i owsa (form nieoplewionych i oplewionych)

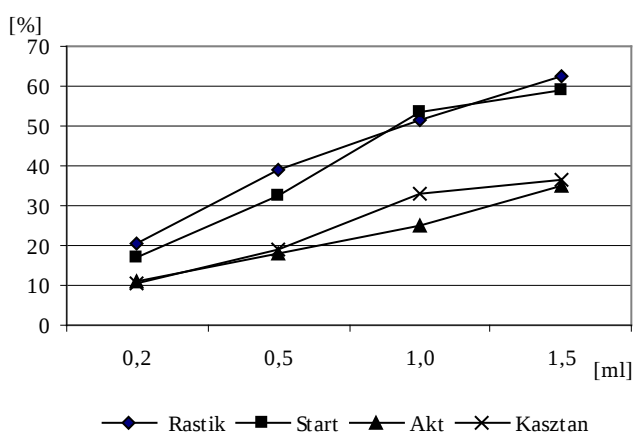
Fig. 1. Radical scavenging activity of extracts obtained from the and whole and husked grain of barley and oats (naked and covered forms)

Zdolność eliminacji stabilnego wolnego rodnika (DPPH•) przez badane ekstrakty zbożowe, była istotnie ($P < 0,05$) skorelowana z poziomem związków fenolowych. Ekstrakty metanolowo-acetonowe, uzyskane z całego ziarna jęczmienia, form nieoplewionych i oplewionych, wykazywały najwyższą zdolność do eliminowania wolnych rodników, odpowiednio: 56,93 i 60,32% (rys. 1). Podobnie, obłuszczone ziarno jęczmienia, oplewionej odmian Start, charakteryzowało się relatywnie wysoką aktywnością antyoksydacyjną (41,27%). Dwukrotnie niższą zdolność zmiatania rodnika DPPH• wykazywały ekstrakty otrzymane z całego ziarna owsa odpowiednio: 32,14 i 34,00%. Obłuszczone ziarno owsa, oplewionej odmiany Kasztan, wykazywało znacznie niższą aktywność antyoksydacyjną (23,17%). Podobnie Peterson i wsp. (2001) wykazali, że w miarę obłuszczenia ziarna owsa następuje odpowiedni spadek zawartości polifenoli ($r = 0,670$) oraz spadek zdolności eliminowania wolnego rodnika — DPPH• ($r = 0,720$). Również Emmons i wsp. (1999) stwierdzili, że zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskiwane z różnych frakcji owsa była ściśle skorelowana z zawartością polifenoli ($r = 0,677$). Ekstrakty otrzymane z mąki jęczmiennej ziarna form nieoplewionych i oplewionych (rys. 2) wykazywały istotnie wyższą zdolność eliminowania rodnika DPPH• (Rastik — 37,84 i Start — 38,47%), w porównaniu z analogicznymi ekstraktami uzyskanymi z mąki owsianej (Akt — 22,47 i Kasztan — 26,48%). Wysoki poziom polifenoli w otrębach był skorelowany z wysoką zdolnością

eliminowania rodnika DPPH• przez odpowiednie ekstrakty (Rastik — 62,7 i Start — 59,09).



Rys. 2. Zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskane z mąki jęczmiennej i owsianej (form nieoplewionych i oplewionych)
Fig. 2. Scavenging activity of extracts obtained from barley and oat flour naked and covered forms



Rys. 3. Zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskane z otręb jęczmiennych i owsianych (form nieoplewionych i oplewionych)
Fig. 3. Scavenging activity of extracts obtained from barley and oat bran naked and covered forms
 Natomiast w przypadku otręb owsianych, niższa zawartość polifenoli kształtowała odpowiednio niższą aktywność antyoksydacyjną uzyskiwanych ekstraktów: Akt — 34,76 i Start — 36,62% (rys. 3).

Ogólnie, dla całości badanego materiału, stwierdzono wysoką korelację pomiędzy zawartością polifenoli w analizowanych ekstraktach i zdolnością eliminowania wolnego rodnika DPPH• ($r = 0,893$, $P < 0,05$). W odniesieniu do ziarna jęczmienia, wartości powyższej korelacji dla formy nieoplewionej i oplewionej wynosiły odpowiednio: $r = 0,976$ i $r = 0,970$; $P < 0,05$. Zbliżone wartości korelacji uzyskano również w przypadku ziarna owsa, form nieoplewionych i oplewionych, odpowiednio: $r = 0,960$ i $r = 0,993$; $P < 0,05$. Jednocześnie, w obrębie obu badanych zbóż, całe ziarno i frakcja otrąb charakteryzowały się najwyższą zawartością polifenoli i najwyższą zdolnością eliminowania wolnego rodnika DPPH•.

WNIOSKI

1. Poziom związków fenolowych w całym ziarnie jęczmienia, formy nieoplewionej i oplewionej i ich frakcjach młynarskich, był wyższy w porównaniu z analizowanymi odmianami owsa. Proces obłuszczenia oplewionych form ziarna jęczmienia i owsa wpłynął na obniżenie zawartości tych związków.
2. Najbogatszym źródłem polifenoli były otręby jęczmienne formy nieoplewionej (4,29 mg katechiny/ g SM). Natomiast otręby jęczmienne formy oplewionej i owsiane uzyskane z obu form ziarna, zawierały znacznie mniej polifenoli (3,24; 2,46 i 2,40 mg katechiny/g SM).
3. Ekstrakty metanolowo-acetonowe uzyskane z całego ziarna jęczmienia formy nieoplewionej i oplewionej wykazywały dwukrotnie wyższą zdolność eliminowania wolnych rodników (56,93 i 60,32%) w porównaniu z analogicznymi ekstraktami otrzymanymi z całego ziarna owsa (32,14 i 34%).
4. Najwyższą aktywność antyoksydacyjną wykazywały ekstrakty otrzymane z otrąb jęczmiennych formy nieoplewionej i oplewionej (62,7 i 59,09%), natomiast niższą z otrąb owsianych formy nieoplewionej i oplewionej (34,76 i 36,62%).
5. Zdolność zmiatania wolnego rodnika DPPH• była istotnie skorelowana ($r = 0,893$; $P < 0,05$) z poziomem związków fenolowych zawartych w ekstraktach uzyskanych z badanego materiału.

LITERATURA

- Bravo L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr. Rev.*, 56: 317 — 333.
- Dimberg L. H., Theander O., Lignert H. 1993. Avenatramides — a group of phenolic antioxidants in oats. *Cereal Chem.* 70: 637 — 641.
- Duve K. J., White P. J. 1991. Extraction and identification of antioxidants in oats. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 68: 365 — 370.
- Emmons Ch. L., Peterson D. M. 1999. Antioxidant activity and phenolic contents of oat groats and hulls. *Cereal Chem.* 76: 902 — 906.
- Emmons Ch. L., Peterson D. M., Paul G. L. 1999. Antioxidants capacity of oats (*Avena sativa* L.) Extracts. 2. *In vitro* antioxidant activity and content of phenolic and tocol antioxidants. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4894 — 4898.

- Goupy P., Hugues M., Boivin P., Amiot M. J. 1999. Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts and of isolated phenolic compounds. J. Sci. Food Agric. 79: 1625 — 1634.
- Hollman P. C. H. 2001. Evidence for health benefits of plant phenols: local or systemic effects? J. Sci. Food Agric. 81: 842 — 852.
- Kähkönen M. P., Hopia A. I., Vuorela H. J. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 47: 3954 — 3962.
- Naczki M., Shahidi F. 1989. The effect of methanol-ammonia treatment on the content of phenolic acids in canola. Food Chem. 31: 159.
- Pekkarinen S. S., Stöckmann H., Schwarz K., Heinonen M., Hopia A. I. 1999. Antioxidant activity and partitioning of phenolic acids in bulk and emulsified methyl linoleate. J. Agric. Food Chem. 47: 3036 — 3043.
- Peterson D. M., Emmons Ch. L., Hibbs A. H. 2001. Phenolic antioxidants and antioxidants activity in pearling fractions of oat groats. J. Cereal Sci. 33: 97 — 103.
- Rice-Evans C. A., Miller N. J., Bolwell P. G., Bramley P. M., Pridham J. B. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. Free Radical Res. 22: 375.
- White P. J., Xing Y. 1997. Antioxidants from cereals and legumes. In: Natural antioxidants: chemistry, health effects and applications. Shahidi F. (ed.), AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Zieliński H., Troszyńska A. 2000. Antioxidant capacity of raw and hydrothermal processed cereal grains. Pol. J. Food Nutr. Sci., 9, 50, 3S: 79 — 83.

RENATA WOŁOCH**PAWEŁ M. PISULEWSKI**Katedra Żywienia Człowieka, Wydział Technologii Żywności
Akademia Rolnicza w Krakowie

Wpływ mąki otrzymanej z ziarna nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa na profil lipidowy surowicy krwi szczurów*

Effect of flour derived from naked and covered forms of barley and oat on serum lipid profile in rats

Celem pracy było określenie zakresu hipolipidemicznych właściwości mąki, otrzymanej w wyniku przemiału ziarna jęczmienia (nieoplewionego — Rastik i oplewionego — Start) oraz owsa (nieoplewionego — Akt i oplewionego — Kasztan). Badania przeprowadzono na albinotycznych szczurach laboratoryjnych, żywionych indywidualnie, hipercholesterolemiczną dietą półocyszczoną (AIN-93G) z rosnącym udziałem błonnika pokarmowego mąki jęczmiennej i owsianej (1, 2 i 3%). Mąki otrzymane z ziarna jęczmienia i owsa, form nieoplewionej i oplewionej, istotnie ($P < 0,05$) różniły się pod względem składu chemicznego. Bielmo uzyskane z ziarna jęczmienia form nieoplewionej i oplewionej, charakteryzowały się niską zawartością lipidów (Rastik — 0,97 i Start — 1,64% SM) i wysokim udziałem błonnika pokarmowego w szczególności frakcji rozpuszczalnej (Rastik — 6,18 i Start — 5,25% SM) i β -glukanów (Rastik — 3,11 i Start — 3,32% SM). Natomiast mąka owsiana otrzymana z ziarna form nieoplewionych i oplewionych była bogata w lipidy (Akt — 3,59 i Kasztan — 3,46% SM). Poziom frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego w tej frakcji był zbliżony do mąki jęczmiennej (Akt — 4,12 i Kasztan — 5,0% SM), z równocześnie niskim udziałem β -glukanów (Akt — 1,59 i Kasztan — 1,47% SM). Mąka otrzymana z formy nieoplewionej obu gatunków była bogatsza w białko (ok. 11,00% SM) w porównaniu do mąki uzyskanej z formy oplewionej jęczmienia i owsa (Start — 6,64% SM i Kasztan — 9,47% SM). Rosnący udział błonnika pokarmowego mąki jęczmiennej, otrzymanej z ziarna nieoplewionej odmiany Rastik, w hipercholesterolemicznych dietach szczurów, wpłynął na obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego, jego frakcji LDL i HDL oraz triacylgliceroli. W przypadku udziału mąki z ziarna oplewionej odmiany Start, efektu hipcholesterolemicznego nie zaobserwowano. Wzrost udziału włókna pokarmowego mąki owsianej, uzyskanej z ziarna form nieoplewionej i oplewionej w dietach szczurów, przyczynił się do spadku poziomu cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL. Istotnie silniejszy ($P < 0,05$) efekt hipcholesterolemiczny wykazywała mąka otrzymana z ziarna odmiany nieoplewionej Akt.

* Pracę wykonano w ramach grantu KBN nr 3PO6T 083 22

Słowa kluczowe: efekt hipocholesterolemiczny, mąka, nagoziarnisty, oplewiony, jęczmień, owies, włókno pokarmowe

The present study was aimed at assessing the hypocholesterolemic effects of supplementing rats diet with the flour, obtained from barley grain (naked cv. Rastik and covered cv. Start) and from oats grain (naked cv. Akt and covered cv. Kasztan). Rats used to the experiment (Wistar) were fed individually, half-synthetic diet (AIN-93G) for growing rats with increasing content of dietary fiber of barley or oats flour (1, 2 and 3%). It was found that barley and oats flours, from naked and covered forms, significantly ($P < 0.05$) differed in chemical composition (Table 1). The barley flour, of the both forms, showed lower lipids level (cv. Rastik — 0.97 and cv. Start — 1.64% DM) and high level of dietary fiber, particularly soluble dietary fiber (cv. Rastik-6.18 and cv. Start — 5.25% DM) and β -glucans (cv. Rastik — 3.11 and cv. Start — 3.32% DM). Oats flour, obtained from both naked and covered forms of grain, was rich in lipids (cv. Akt — 3.59 and cv. Kasztan — 3.46% DM). The similar level of soluble dietary fiber was found in oats flour, as compared to barley flour (cv. Akt — 4.12 and cv. Kasztan — 5.0% DM), with lower content of β -glucans (cv. Akt — 1.59 and cv. Kasztan — 1.47% DM). Flours obtained from naked forms of grain, of the both species, were rich source of protein (11.00% DM), as compared with flour obtained from covered forms of barley and oats (cv. Start — 6.64 and cv. Kasztan — 9.47% DM). The increase of addition of dietary fiber of barley flour obtained from the naked form, in the hypercholesterolemic rats diet, lowered total cholesterol, both its LDL and HDL fractions and decreased tryglicerides level. The addition of dietary fiber of barley flour obtained from the covered form, in rats diet, showed no hypocholesterolemic effect. The increasing share of dietary fiber from oat flour in rats diet, obtained from both the naked and covered forms, influenced decrease of total cholesterol and LDL cholesterol levels. Flour obtained from the naked form of oat cv. Akt showed significantly higher ($P < 0.05$) hypocholesterolemic effect.

Key words: naked grain, covered grain, barley, oats, flour, dietary fiber, hypocholesterolemic effect

WSTĘP

Produkty zbożowe budzą ostatnio duże zainteresowanie jako źródło składników nieodżywczych, wykazujących szereg właściwości funkcjonalnych (prozdrowotnych). Na szczególną uwagę zasługują produkty jęczmienne i owsiane charakteryzujące się wysoką zawartością rozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego, z dominującym udziałem β -glukanów. Udział tych związków w obłuszczonym ziarnie jęczmienia i owsa waha się odpowiednio od 4,1–5,1% (Kawka, 1999) i od 3,2–3,9% (Manthey i in. 1999). W nieoplewionych odmianach jęczmienia i owsa zawartość tych związków wynosi odpowiednio 4,8% (Kawka, 1999) i 1,5–3,8% (Nita i Orłowska-Job, 1996). Obecność frakcji β -glukanów w ziarnie jęczmienia i owsa jest niewątpliwie odpowiedzialna za hipocholesterolemiczne oddziaływanie tego ziarna na organizmy zwierząt doświadczalnych (Kahlon i in., 1993; Yokoyama i in., 1998; Friedrich i Piech, 2000 a) i ludzi (Newman i in., 1989; Davidson i in., 1991; Hecker i in., 1998; Bourdon i in., 1999; Brown i in., 1999; Friedrich i Piech, 2000b; Davy i in., 2002). Mechanizm oddziaływania β -glukanów nie został jednak do końca wyjaśniony. Przyjmuje się jednak, że efekt ten może być związany ze stymulującym wpływem tej frakcji na wydalenie cholesterolu, w postaci kwasów żółciowych (Bartnikowska i Lange, 2000). W tej sytuacji, zwrócono uwagę na właściwości funkcjonalne nowych nieoplewionych odmian jęczmienia i owsa, niewymagających obłuszczenia i zachowujących pożądaną zawartość składników odżywczych i nieodżywczych (m.in. β -glukanów) w procesie technologicznym.

Celem przeprowadzonych badań była ocena profilu lipidowego surowicy krwi szczurów, żywionych dietami hipercholesterolemicznymi (1% udział cholesterolu), z rosnącym udziałem błonnika (1, 2 i 3%), wprowadzanego do diet w mące otrzymanej z ziarna nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa. Oceniano poziom cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji LDL i HDL oraz triacylgliceroli w surowicy krwi.

MATERIAŁ I METODY

Wyjściowym materiałem badawczym było ziarno jęczmienia, odmian Rastik (nieoplewiony; ZDHAR w Radzikowie) i Start (oplewiony; ZHR w Polanowicach) oraz owsa odmian Akt (nieoplewiony; ZDHAR w Strzelcach) i Kasztan (oplewiony; ZHR w Polanowicach). Ziarno form nieoplewionych i obłuszczone ziarno form oplewionych, nawilżono do standardowej wilgotności 15,5% i rozdzielono w młynku laboratoryjnym (Typ QG 109, sito — 0,4 mm) uzyskując mąkę o składzie podanym w tabeli 1.

Ocenę funkcjonalnego (hipocholesterolemicznego) oddziaływania mąki jęczmiennej i owsianej, uzyskanej z ziarna odmian nieoplewionych i oplewionych, przeprowadzono na szczurach laboratoryjnych, zgodnie wymaganiami etycznymi (Lab. Anim. 1996. 30: 293-316; 1997. 31: 1-32). W każdym z dwóch kolejnych doświadczeń użyto 42 albinotycznych szczurów laboratoryjnych (Wistar), w wieku 5 tygodni i o masie 120 g, pochodzących z hodowli Instytutu Zootechniki w Krakowie. Zwierzęta przydzielono losowo do 7 grup doświadczalnych liczących 6 szczurów w grupie. W 7-dniowym okresie wstępnym, zwierzęta poddano aklimatyzacji w indywidualnych klatkach strawnościowych, zapewniając nieograniczony dostęp do wody i półocyszczzonej diety podstawowej AIN-93G (Reeves i in., 1993). Po okresie adaptacji, w doświadczeniu 1, zwierzęta żywiono w sposób ograniczony (15 g/d) następującymi 7 dietami (tab. 2): I — dieta kontrolna (AIN-93G), II, III i IV diety hipercholesterolemiczne z rosnącym udziałem błonnika pokarmowego (1, 2 i 3%), wprowadzonego w mące jęczmiennej otrzymanej z ziarna odmiany Rastik; V, VI i VII — diety hipercholesterolemiczne z rosnącym udziałem błonnika pokarmowego (1, 2, 3%), wprowadzonego w mące jęczmiennej otrzymanej z ziarna odmiany Start. W celu zachowania stałego składu diet z rosnącym udziałem mąki jęczmiennej, usuwano z ich składu odpowiednie ilości skrobi, kazeiny, oleju sojowego i celulozy.

W podobnym doświadczeniu 2, zwierzęta grup I żywiono identycznie jak w doświadczeniu 1 (tab. 3). Grupy II, III i IV żywiono dietami hipercholesterolemicznymi z rosnącym udziałem błonnika pokarmowego (1, 2, 3%), wprowadzonego w mące owsianej otrzymanej z ziarna odmiany Akt, a grupy V, VI i VII, dietami hipercholesterolemicznymi z rosnącym udziałem błonnika pokarmowego (1, 2, 3%), wprowadzonego w mące owsianej otrzymanej z ziarna odmiany Kasztan. Skład diet z rosnącym udziałem mąki owsianej korygowano podobnie jak w doświadczeniu 1.

Po upływie trzech tygodni okresu doświadczalnego, szczury usypiano dootrzewnowym zastrzykiem tiopentalu sodu (Biochemie, Vienna, Austria; 25 mg/kg masy ciała) i poddawano eutanazji poprzez całkowite pobranie krwi z serca. Próbkę krwi, po utwo-

rzeniu skrzepu, wirowano (4000 g, 10 min) w celu uzyskania surowicy. W uzyskanej surowicy wykonano oznaczenia składników profilu lipidowego surowicy, tj. cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji HDL oraz triacylgliceroli; poziom cholesterolu frakcji LDL obliczano jako różnicę pomiędzy cholesterolem całkowitym i jego frakcją HDL. Oznaczenia przeprowadzono następującymi metodami: cholesterolu całkowitego metodą Allain i wsp. (1974), cholesterolu frakcji HDL metodą Warrick i wsp. (1982) i triacylgliceroli metodą McGovan i wsp. (1983), przy użyciu zestawów enzymatycznych firmy Olympus Diagnostica GmbH, Hamburg.

Wyniki przedstawiono w postaci średnich ($\pm$ SEM). Dane doświadczalne poddano analizie wariancji w układzie jednoczynnikowym, a istotność różnic pomiędzy średnimi oceniano przy użyciu wielokrotnego testu rozstępu (Duncan, 1995), przy dwóch poziomach istotności $P < 0,05$ i $P < 0,01$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Mąka otrzymana z ziarna jęczmienia i owsa, form nieoplewionych i oplewionych, różniła się istotnie ($P < 0,05$) pod względem zawartości składników odżywczych (tab. 1). Mąka uzyskana z ziarna nieoplewionych odmian jęczmienia i owsa charakteryzowała się podwyższoną ($P < 0,05$) zawartością białka w porównaniu z odmianami oplewionymi. Przeciwną zależność obserwowano w przypadku zawartości węglowodanów. Zawartość tłuszczu była istotnie wyższa ($P < 0,05$) w mące uzyskanej z nieoplewionego i oplewionego ziarna owsa, a zawartość popiołu w badanym materiale nie ulegała zasadniczym zmianom. Obserwowane różnice w zawartości składników odżywczych były odbiciem składu ziarna typowego dla odmian jęczmienia i owsa (Gąsiorowski, 1995, 1997).

Mąka uzyskana w wyniku przemiału nieoplewionego i oplewionego ziarna jęczmienia, charakteryzowała się wyższą zawartością włókna pokarmowego (ok. 10% SM) w porównaniu z mąką owsianą (ok. 7%). W mące jęczmiennej, w porównaniu z mąką owsianą, obserwowano dwukrotnie wyższą ($P < 0,05$) zawartość frakcji nierozpuszczalnej (Rastik — 4,25; Start — 5,28% SM) włókna pokarmowego i zbliżoną zawartość frakcji rozpuszczalnej (Rastik — 6,18 i Start — 5,25% SM) tego włókna. Udział frakcji β -glukanów w mące uzyskanej z nieoplewionego i oplewionego ziarna jęczmienia, w porównaniu z mąką owsianą, był dwukrotnie wyższy. W efekcie, średni udział frakcji β -glukanów we frakcji rozpuszczalnej błonnika dla mąki jęczmiennej i owsianej wynosił odpowiednio: 56% i 32%. Obserwowane różnice wynikają z odmiennego rozmieszczenia β -glukanów w ziarnie jęczmienia i owsa. W przypadku tego pierwszego gatunku są one rozmieszczone równomiernie, zarówno w okrywie nasiennej, jak i w bielmie. Natomiast w ziarnie owsa, frakcja β -glukanów jest zlokalizowana przede wszystkim w zewnętrznych warstwach ziarniaka, eliminowanych w procesie przemiału (Gąsiorowski, 1995, 1997).

Tabela 1

Skład chemiczny mąki jęczmiennej i owsianej
Gross chemical composition of barley and oat flour

Gatunek Species	Forma Form	Odmiana Cultivar	Biało Protein	Tłuszcz Fat	Węglowodany Total carbohydrates	Błonnik pokarmowy ogółem Total dietary fiber	Frakcja nierozpuszczalna błonnikowa Insoluble dietary fiber	Frakcja rozpuszczalna błonnikowa Soluble dietary fiber	Beta-glukany Beta-glucan	Popiół Ash
% SM — % dm										
Jęczmień Barley	N	Rastik	11,71±0,12 ^d	0,97±0,06 ^a	75,96±0,06 ^a	10,43±0,06 ^c	4,25±0,08 ^c	6,18±0,05 ^d	3,11±0,02 ^c	0,92±0,01 ^a
	O	Start	6,64±0,01 ^a	1,64±0,25 ^b	80,05±0,10 ^d	10,53±0,10 ^c	5,28±0,05 ^d	5,25±0,07 ^c	3,32±0,09 ^d	1,14±0,01 ^d
Owies Oat	N	Akt	11,20±0,45 ^{cd}	3,59±0,03 ^d	77,54±0,06 ^b	6,62±0,06 ^a	2,12±0,13 ^b	4,51±0,13 ^a	1,59±0,08 ^b	1,04±0,13 ^c
	O	Kasztan	9,47±0,17 ^b	3,46±0,08 ^c	79,06±0,06 ^c	7,00±0,06 ^b	2,00±0,15 ^a	5,00±0,07 ^b	1,47±0,06 ^a	1,01±0,01 ^b

N — Nieoplewiony; Naked

O — Oplewiony; Covered

a, b, c, d — Średnie oznaczone różnymi literami w tej samej kolumnie różnią się w sposób statystycznie istotny przy P < 0,05

a, b, c, d — Different letters in the same column denote significant differences at the P < 0.05

±SEM — Błąd odchylnia standardowego

W przeprowadzonych doświadczeniach (1 i 2), w porównaniu z profilem lipidowym surowicy krwi szczurów żywionych dietą kontrolną AIN-93G, pozbawioną cholesterolu (tab. 2 i 3, dieta I), u szczurów żywionych dietami zawierającymi 1% cholesterolu (tab. 2 i 3, diety II–VII), uzyskano oczekiwany wzrost poziomu cholesterolu całkowitego. Wzrost ten dotyczył przede wszystkim cholesterolu frakcji LDL i w mniejszym stopniu frakcji HDL. Natomiast stężenie triacylgliceroli ulegało z reguły obniżeniu. Podobny efekt hipercholesterolemiczny uzyskała Bartnikowska i Lange (2000) podając szczurom dietę półsyntetyczną z dodatkiem cholesterolu (1%).

W doświadczeniu 1 (tab. 2), wraz ze wzrostem udziału włókna pokarmowego (1, 2 i 3%), wprowadzanego w mące jęczmiennej, uzyskanej z ziarna nieoplewionej odmiany Rastik, do hipercholesterolemicznych diet szczurów, poziom wspomnianych frakcji lipidowych ulegał systematycznemu obniżeniu. Istotny hipocholesterolemiczny efekt (P < 0,05) rosnącego udziału włókna pokarmowego wystąpił w przypadku cholesterolu całkowitego, jego frakcji LDL i HDL oraz triacylgliceroli (rys. 1). Jednocześnie, w porównaniu z hipocholesterolemicznym efektem rosnącego udziału włókna pokarmowego mąki z ziarna nieoplewionej odmiany Rastik, mąka uzyskana z oplewionego ziarna odmiany Start tego oddziaływania nie wykazywała (rys. 1).

Tabela 2

Skład hipercholesterolemicznych diet z rosnącym udziałem włókna pokarmowego mąki jęczmiennej (1, 2, 3%) nieoplewionej odmiany Rastik (II, III, IV) i oplewionej odmiany Start (V, VI, VII)
Ingredient composition of hypercholesterolemic diets supplemented with barley flour dietary fiber (1, 2, 3%) derived from naked cv. Rastik (II, III, IV) and covered cv. Start (V, VI, VII)

	Grupa Group	I	II	III	IV	V	VI	VII
		AIN-93G	1%*	2%*	3%*	1%*	2%*	3%*
Diety Diets		g/kg						
Mąka jęczmienna z odmiany Rastik Barley flour from cv.Rastik		—	163,9	327,9	491,8	—	—	—
Mąka jęczmienna z odmiany Start/ Barley flour from cv.Start		—	—	—	—	163,9	327,9	491,8
Skrobia kukurydziana Corn starch		519,5	379,2	238,8	98,4	379,2	238,8	98,4
Kazeina Casein		200	189,1	178,2	167,3	189,1	178,2	167,3
Cukier Sugar		100	100	100	100	100	100	100
Olej Sojowy soybean oil		70	67,3	64,6	62	67,3	64,6	62
Włókno (celuloza) Fiber (cellulose) ¹		60	50	40	30	50	40	30
Mieszanka mineralna Mineral mix. ²		35	35	35	35	35	35	35
Mieszanka witaminowa Vitamin mix. ³		10	10	10	10	10	10	10
L-cystine ⁴		3	3	3	3	3	3	3
Choline Bitartrate ⁵		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Tetr-butylhydrohinon (mg) ⁶		14	14	14	14	14	14	14
Cholesterol ⁷		—	10	10	10	10	10	10
Beta-glukany Beta-glucan (%)		—	0,51	1,02	1,53	0,54	1,09	1,63

* Udział włókna pokarmowego mąki jęczmiennej w diecie; The content of barley flour dietary fiber in diet

¹ Alfa-celuloza; Alpha-cellulose powder-Sigma (St.Louis, MO, USA)

² AIN-93G-MX (Reeves i in., 1993); ³ AIN-93G-VX (Reeves *et al.*, 1993)

^{4, 5, 6} Sigma (St. Louis, MO, USA); ⁷ Aldrich (Steinheim, Germany)

W przeciwieństwie do powyższych obserwacji, w doświadczeniu 2 (tab. 3), wraz ze wzrostem udziału włókna pokarmowego (1, 2 i 3%) wprowadzanego w mące owsianej uzyskanej z ziarna obu badanych odmian, nieoplewionej Akt oraz oplewionej Kasztan, do hipercholesterolemicznych diet szczurów, uzyskano zbliżone efekty hipocholesterolemiczne. Obserwowano tu istotny ($P < 0,05$) spadek poziomu cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL. Przy czym, istotnie silniejszy ($P < 0,05$) efekt hipocholesterolemiczny wykazywała mąka z ziarna odmiany nieoplewionej Akt. Poziom cholesterolu frakcji HDL ulegał nieistotnym zmianom. Udział triacylgliceroli, w przypadku odmiany Akt, zmieniał się niesystematycznie, a w przypadku odmiany Kasztan istotnie ($P < 0,05$) malał.

Uzyskane wyniki można rozpatrywać jako efekt rosnącego poziomu β -glukanów w hipercholesterolemicznych dietach szczurów. Poziom ten w doświadczeniu 1, w dietach z mąką jęczmienną, uzyskaną z ziarna nieoplewionej odmiany Rastik oraz oplewionej odmiany Start wynosił odpowiednio: 0,51; 1,02 i 1,53% oraz 0,54; 1,09 i 1,63%.

Tabela 3

Skład hipercholesterolemicznych diet z rosnącym udziałem włókna pokarmowego mąki owsianej (1, 2, 3%) nieoplewionej odmiany Akt (II, III, IV) i oplewionej odmiany Kasztan (V, VI, VII)
Ingredient composition of hypercholesterolemic diets supplemented with oat flour dietary fiber (1, 2, 3%) derived from naked cv. Akt (II, III, IV) and covered cv. Kasztan (V, VI, VII)

Diety Diets	Grupa Group	I	II	III	IV	V	VI	VII
		AIN-93G	1%*	2%*	3%*	1%*	2%*	3%*
g/kg								
Mąka owsiana z odmiany Akt		—	151,6	302	453	—	—	—
Oat flour from cv.Akt								
Mąka owsiana z odmiany Kasztan/		—	—	—	—	142,9	285,7	428,6
Oat flour from cv.Kasztan								
Skrobia kukurydziana		519,5	400,8	281,9	163	405	290,8	176,3
Corn starch								
Kazeina		200	183	166,1	149,3	186,5	172,9	159,4
Casein								
Cukier		100	100	100	100	100	100	100
Suger								
Olej Sojowy		70	64,6	59,4	54,1	65	60,1	55,2
Soybean oil								
Włókno (celuloza)		60	50	40	30	50	40	30
Fiber (cellulose) ¹								
Mieszanka mineralna		35	35	35	35	35	35	35
Mineral mix. ²								
Mieszanka witaminowa		10	10	10	10	10	10	10
Vitamin mix. ³								
L-cystine ⁴		3	3	3	3	3	3	3
Choline Bitartrate ⁵		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Tetr-butylohydrohinon (mg) ⁶		14	14	14	14	14	14	14
Cholesterol ⁷		—	10	10	10	10	10	10
Beta-glukany		—	0,24	0,48	0,72	0,21	0,42	0,63
Beta-glucan (%)								

* Udział włókna pokarmowego mąki owsianej w diecie/ The content of oats flour dietary fiber in diet

¹ Alfa-celuloza/ Alpha-cellulose power-Sigma (St.Louis, MO, USA);

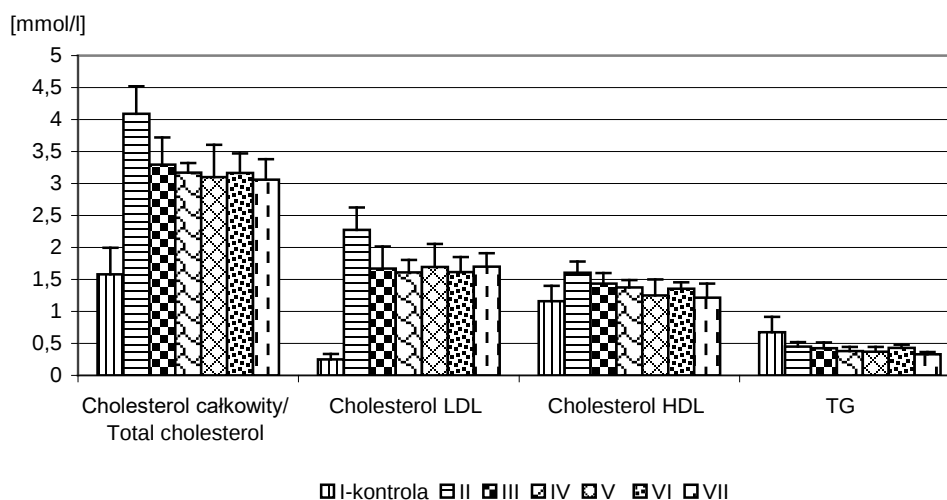
² AIN-93G-MX (Reeves i in., 1993); ³ AIN-93G-VX (Reeves *et al.*, 1993);

^{4, 5, 6} Sigma (St.Louis, MO, USA); ⁷ Aldrich (Steinheim, Germany);

W analogicznym układzie doświadczenia 2, zawartość β -glukanów w dietach z mąką owsianą, uzyskaną z ziarna nieoplewionej odmiany Akt oraz oplewionej odmiany Kasztan wynosił odpowiednio: 0,24; 0,48 i 0,72% oraz 0,21, 0,42 i 0,63%. Obserwowany efekt hipcholesterolemiczny włókna pokarmowego (β -glukanów) mąki jęczmiennej i owsianej potwierdza obserwacje innych autorów, uzyskane w doświadczeniach na zwierzętach modelowych (Kahlon i in., 1993; Yokoyama i in., 1998; Friedrich i Piech, 2000 a) i ludziach (Newman i in., 1989; Davidson i in., 1991; Hecker i in., 1998; Bourdon i in., 1999; Brown i in., 1999; Friedrich i Piech, 2000 b; Davy i in., 2002).

Kahlon i wsp. (1993) podając chomikom diety hipercholesterolemiczne (0,25% cholesterolu) z 10% udziałem włókna pokarmowego obłuszczonego ziarna jęczmienia (3,3% β -glukanów) i otrąb owsianych (4,5% β -glukanów) stwierdzili spadek poziomu cholesterolu całkowitego, jego frakcji LDL, HDL i triacylgliceroli. Silniejszy efekt wykazywały β -glucany otrąb owsianych w porównaniu z β -glukanami jęczmienia. Podobnie Hecker i wsp. (1998) u szczurów otrzymujących codziennie 2 g frakcji

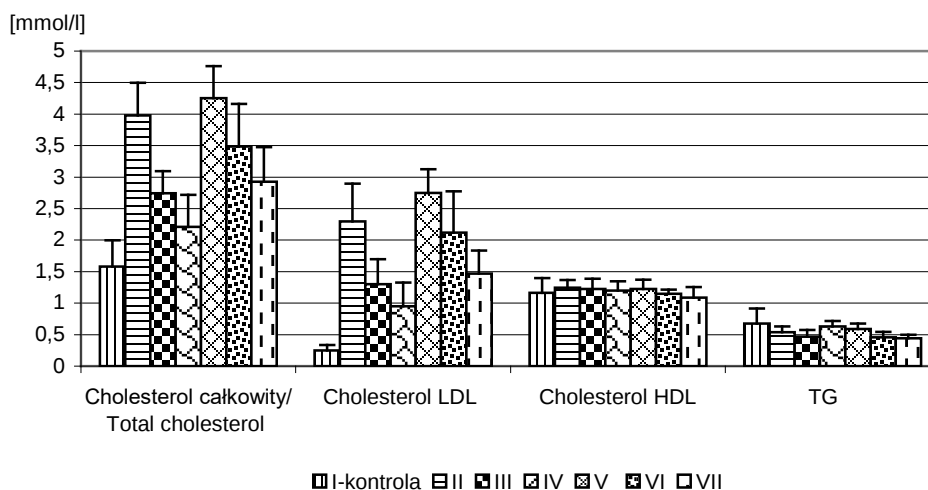
rozpuszczalnej włókna pokarmowego w postaci β -glukanów dodanych do tortilli zaobserwowali, spadek cholesterolu frakcji LDL, a Friedrich i Piech (2002 b) podając ziarno owsa odmiany Akt (18,6 g) zauważył spadek cholesterolu całkowitego i triacylgliceroli w surowicy krwi szczurów. Yokoyama i wsp. (1998) wskazuje, że hipocholesterolemiczny efekt β -glukanów zależy od stopnia przetworzenia ziarna owsa. Dostępne β -glukany (4,21–4,35%) w półsyntetycznych dietach z odtłuszczonej mąki owsianej, Oatrimu-10 i Oatrimu-5 obniżyły poziom cholesterolu całkowitego w surowicy krwi chomików odpowiednio o 11, 36 i 32% w porównaniu z dietą niezawierającą tych związków. Mąka owsiana wpłynęła na spadek cholesterolu frakcji VLDL, HDL i wzrost cholesterolu frakcji LDL w osoczu chomików. Natomiast dodatek Oatrimu-10 i Oatrimu-5 istotnie ($P < 0,05$) wpłynął na obniżenie cholesterolu LDL (Oatrim 5–67%) i VLDL (Oatrim 10–54%). Podobnie w grupie kobiet i mężczyzn spożywających w diety wzbogacone we włókno pokarmowe ziarna owsa (Friedrich i Piech, 2002 a; Davy i in., 2002) zaobserwowano spadek całkowitego poziomu cholesterolu i jego frakcji LDL, triacylgliceroli i wzrost cholesterolu frakcji HDL.



Rys. 1. Profil lipidowy szczurów żywionych hipercholesterolemiczną dietą z rosnącym udziałem włókna pokarmowego mąki jęczmiennej

Fig. 1. Serum lipid profile in rats fed hypercholesterolemic diets supplemented with barley flour dietary fiber

W ujęciu szczegółowym, pomimo ponad dwukrotnie wyższej zawartości β -glukanów w hipercholesterolemicznych dietach szczurów z mąką jęczmienną, (tab. 2 i 3) w porównaniu z analogicznymi dietami zawierającymi mąkę owsianą, efekt hipocholesterolemiczny tych ostatnich był wyraźnie silniejszy, co wyrażało się drastycznym spadkiem poziomu cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL w surowicy szczurów (rys. 1 i 2).



Rys. 2. Profil lipidowy szczurów żywionych hipercholesterolemicznymi dietami z rosnącym udziałem włókna pokarmowego mąki owsianej

Fig. 2. Serum lipid profile in rats fed hypercholesterolemic diets supplemented with oats flour dietary fiber

Obserwowane różnice wynikały prawdopodobnie z odmiennej rozpuszczalności β -glukanów jęczmienia i owsa, wnoszącej odpowiednio 50 i 80% (Gąsiorowski, 1995). Ponadto, w obrębie hipercholesterolemicznych diet szczurów z mąką jęczmienną i owsianą, otrzymaną z ziarna form nieoplewionych i oplewionych, mąka uzyskana z ziarna form nieoplewionych wykazywała zawsze silniejszy efekt hipcholesterolemiczny, oceniany podobnie jak wyżej, na podstawie zmian profilu lipidowego surowicy krwi szczurów (rys. 1 i 2). Powyższy efekt może wynikać, nie tylko z obecności β -glukanów w ziarnie jęczmienia i owsa, lecz z obecności innych biologicznie aktywnych składników, w ziarnie form nieoplewionych badanych gatunków zbóż.

WNIOSKI

1. Mąka uzyskana z ziarna jęczmienia, w porównaniu z mąką owsianą form nieoplewionych i oplewionych, charakteryzuje się porównywalną zawartością frakcji rozpuszczalnej włókna pokarmowego, lecz dwukrotnie wyższą zawartością β -glukanów.
2. Rosnący udział włókna pokarmowego (1, 2 i 3%) mąki jęczmiennej, uzyskanej z ziarna nieoplewionej odmiany Rastik w diecie hipercholesterolemicznej szczurów, obniża poziom cholesterolu całkowitego, jego frakcji LDL i HDL oraz triacylgliceroli w surowicy szczurów.

3. Rosnący udział włókna pokarmowego (1, 2 i 3%) mąki owsianej, uzyskanej z ziarna nieoplewionej odmiany Akt i oplewionej odmiany Kasztan, obniża poziom cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL w surowicy szczurów.
4. Pomimo ponad dwukrotnie wyższej zawartości β -glukanów w hipercholesterolemicznych dietach szczurów z mąką jęczmienną, w porównaniu z analogicznymi dietami zawierającymi mąkę owsianą, obserwowano silniejszy efekt hipocholesterolemiczny tych ostatnich.
5. W obrębie hipercholesterolemicznych diet szczurów z mąką jęczmienną i owsianą, otrzymaną z ziarna form nieoplewionych i oplewionych, mąka uzyskana z ziarna form nieoplewionych wykazywała zawsze silniejszy efekt hipocholesterolemiczny.

LITERATURA

- Allain C. C., Poon L. S., Richmond W., Fu P. C. 1974. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem.* 720: 470 — 475.
- Bartnikowska E., Lange E. 2000. Influence of naked oat and its extruded products on lipid metabolism in rats fed atherogenic diet. *Pol. J. Food Nutr.* 50, 3: 63 — 71.
- Bourdon I., Yokoyama w., Davis P., Hudson C., Backus R., Richter D., Knuckles B., Schneeman B. 1999. Postprandial lipid, glucose, insulin and cholecystokinin responses in men fed barley pasta enriched with beta-glucan. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 55 — 63.
- Brown L., Rosner B., Willett W. W., Sacks F. M. 1999. Cholesterol lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 69: 30 — 42.
- Davidson M., Dugan L. D., Burns J. H., Bova J., Story K., Drennan K. B. 1991. The hypocholesterolemic effect of β -glucan in oatmeal and oat bran. *J.A.M.A.*, 265: 1833 — 1839.
- Davy B. M., Davy K. P., Ho R. C., Beske S. D., Davrath L. R., Melby Ch. L. 2002. High-fiber oat cereal compared with wheat cereal consumption favorable alters LDL-cholesterol subclass and particle numbers in middle-aged and older men. *Am. J. Clin. Nutr.* 76: 351 — 358.
- Duncan D. B. 1995. Multiple range and multiple test F tests. *Biometrics*, 11: 1 — 42.
- Friedrich M., Piech M. 2000 a. Assessment of effects of diet enrichment with a new hull-less oat variety on blood glucose, lipid, lipoprotein, and fibrinogen levels. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 52: 73 — 76.
- Friedrich M., Piech M. 2000 b. Effect of diet enrichment with naked oats on blood glucose and lipid species and on the weight growth and accumulation of pericardial and peri-intestinal adipose tissue in rats. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 3, 50: 61 — 65.
- Gąsiorowski H. 1995. *Owies-chemia i technologia*. PWRiL, Poznań.
- Gąsiorowski H. 1997. *Jęczmień. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań.
- Hecker K. D., Meier M. L., Newman R. K., Newman C. W. 1998. Barley β -glucan is effective as a hypocholesterolemic ingredient in foods. *J. Sci. Food Agric.* 77: 179 — 183.
- Kahlon T. S., Chow F. I., Knuckles B. E., Chiu M. M. 1993. Cholesterol-lowering effects in hamsters of β -glucan-enriched barley fraction, dehulled whole barley, rice bran, and oat bran and their combinations. *Cereal Chem.* 70, 4: 435 — 440.
- Kawka A. 1999. Lipidy ziarna jęczmienia — zawartość, rozmieszczenie i skład frakcyjny. *Post. Nauk Rol. AR w Poznaniu*, 2: 51 — 58.
- Manthey F. A., Hareland G. A., Huseby D. J. 1999. Soluble and insoluble dietary fiber content and composition in oat. *Cereal Chem.*, 76, 3: 417 — 420.
- McGowan M. W., Artiss J. D., Strantbergh D. R., Zak B. 1983. A peroxidase-coupled method for the colorimetric determination of serum triglycerides. *Clin. Chem.* 10: 538 — 542.
- Newman R.K., Newman C. W., Graham H. 1989. The hypocholesterolemic function of barley β -glucans. *Cereal Foods World* 34: 883 — 886.
- Nita Z., Orłowska-Job W. 1996. Hodowla owsa nagoziarnistego w Zakładzie Doświadczalnym HAR w Strzelcach, *Biul. IHAR* 197: 141 — 145.

- Reeves P. G., Nielsen F. H., Fahey G. C. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition ad hoc Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.* 123: 1939 — 1951.
- Warrick G. R., Berdersond J., Alberts J. J. 1982. Dextran-sulphate-Mg precipitation of high-density lipoprotein cholesterol. *Clin. Chem.* 28: 1379 — 1388.
- Yokoyama W. H., Knuckles B. E., Stafford A., Inglett G. 1998. Raw and processed oat ingredients lower plasma cholesterol in the hamster. *J. Food Sci.* 63: 713 — 715.

HALINA GAMBUŚ¹**ELŻBIETA PISULEWSKA²****FLORIAN GAMBUŚ³**¹ Katedra Technologii Węglowodanów, Akademia Rolnicza w Krakowie² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Krakowie³ Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza w Krakowie

Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba

The use of products of milled naked oat in baking bread

Oceniono jakość i proces starzenia się chleba pszennego ze zróżnicowanym dodatkiem (3, 5, 10% w stosunku do masy mąki pszennej) otrąb i mąki owsianej, uzyskanych z laboratoryjnego przemiału owsa nagiego odmiany Akt. W analizie sensorycznej zarówno chleby z otrębami, jak i mąką owsianą zostały zakwalifikowane do I klasy jakości. Dodatek 3% i 5% otrąb nie wpłynął znacząco na twardość miękkiszu w porównaniu z chlebem standardowym, natomiast taka sama ilość mąki owsianej w niewielkim stopniu spowodowała zwiększenie twardości w dniu wypieku. Dodatek otrąb zwiększył zawartość włókna pokarmowego w odniesieniu do standardu. Obecność produktów owsianych w chlebie pszennym wpłynęła także na zwiększenie w nim zawartości oznaczonych makro- i mikroelementów. Otręby owsiane uzyskane z laboratoryjnego przemiału okazały się bardziej wartościowym dodatkiem technologicznym niż mąka owsiana zarówno ze względu na jakość, jak i wartość żywieniową otrzymanych chlebów. Mając na uwadze akceptację konsumentów do praktycznego stosowania zaleca się 5% dodatek otrąb owsianych do wypieku chleba pszennego.

Słowa kluczowe: jakość chleba, mąka owsiana, otręby owsiane, owies nagi, wartość żywieniowa chleba

The quality of wheat bread and ageing process after the addition to flour of different amounts (3, 5, 10%) of oat bran or oat flour, obtained by laboratory milling of naked oat (var. Akt) were evaluated. Both, loaves with oat bran and with oat flour have been qualified as I class in sensory analysis. The addition of bran in the amount of 3 and 5% had no essential effect on crumb hardness, as compared to standard bread, whereas the same amount of oat flour slightly increased the hardness in the day of baking. The content of dietary fibre was higher in bread with bran than in standard bread. The presence of oat products in wheat bread resulted in increasing the level of micro- and macroelements. Oat bran were found to be a more valuable technological additive than oat flour in relation both to the quality and nutritional value of wheat bread. Based on the opinions of consumers, the 5% additive of oat bran can be recommended to be applied at baking wheat bread.

Key words: quality of bread, oat flour, oat bran, naked oat, nutritional value of bread

WSTĘP

Ziarno owsa charakteryzuje się szczególnie wartościowym składem chemicznym, a występująca w nim kombinacja składników odżywczych stanowi o jego dużej przydatności żywieniowej dla człowieka. Ziarno owsa zawiera co najmniej 2–3 razy więcej tłuszczu od ziarna innych zbóż i jest też o 10–25% bogatsze w białko o korzystnym składzie aminokwasowym, co decyduje o jego wysokiej wartości biologicznej (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Gąsiorowski, 1998). Ziarno owsa jest też źródłem witamin, zwłaszcza z grupy B i witaminy E (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Gąsiorowski, 1996). Wytwarzane od niedawna otręby owsiane różnią się od otręb z innych zbóż, ponieważ zawierają też część bielmową ziarna. Są one bogate w beta-glukany stanowiące rozpuszczalną frakcję włókna pokarmowego, którym przypisuje się m.in. niezwykle cenną rolę w stymulacji układu immunologicznego organizmu (Kiryłuk i in., 1994; Gąsiorowski, 1996).

Pomimo popularyzowania w Polsce wiedzy o zaletach przetworów owsianych i ich walorach zdrowotnych w żywieniu człowieka (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Bartnik i Rothkaehl, 1997; Gąsiorowski, 1995, 1998), nie obserwuje się większego zainteresowania produkcją tych przetworów. Przetwórstwo owsa wymaga wysoko wyspecjalizowanych linii technologicznych i jest stosunkowo kapitałochłonne (Bartnik i Rothkaehl, 1997). Pewne nadzieje na zmianę tej sytuacji niosą odmiany owsa nieoplewionego (nagiego), charakteryzujące się ziarniakami pozbawionymi łuski, która jest balastem zbędnym w żywieniu człowieka i trudnym do wydzielenia w procesie technologicznym.

Do produkcji pieczywa w Polsce najczęściej wykorzystuje się jasne mąki pszenne i żytnie, a więc surowce zubożone w cenne składniki odżywcze, takie jak: białko, włókno pokarmowe, sole mineralne czy witaminy (Piesiewicz, 1996 a i b). W celu poprawienia wartości żywieniowej pieczywa można stosować różne dodatki technologiczne. Biorąc pod uwagę szczególnie skład chemiczny ziarna owsa i jego przetworów, zaleca się ich wykorzystanie w większym stopniu w przemyśle piekarskim i cukierniczym (Klopfstein i Hosene, 1987; Oomah, 1983; Oomah i Lefkovitch, 1988; Kawka i Gąsiorowski, 1993; 1995).

W 1997 roku wpisano do Rejestru Odmian pierwszą w Polsce odmianę owsa nagiego o nazwie Akt.

Celem podjętych badań było sprawdzenie możliwości wykorzystania otręb i mąki pochodzących z przemiału owsa tej odmiany do produkcji chleba pszennego. Założenia pracy obejmowały nie tylko ustalenie optymalnego dodatku wymienionych produktów owsianych, ale także określenie ich wpływu na parametry jakości i proces starzenia się miękiszu uzyskanych chlebów.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań była handlowa mąka pszenna typu 650 oraz mąka i otręby owsiane otrzymane z laboratoryjnego przemiału owsa nagiego odmiany Akt. Materiał badawczy stanowiły również chleby pszenne, w których część mąki pszennej zastąpiono otrębami

owsianymi w ilości 3, 5, 7 i 10% masy tej mąki lub mąką owsianą w ilości 3, 5 i 10% w stosunku do masy mąki pszennej. Przed dodaniem do ciasta otręby dodatkowo mielono w młynku bijakowym uzyskując cząstki o średnicy $\leq 1\text{mm}$.

Chleby wypiekano metodą bezpośrednią. Objętość chlebów mierzono w materiale sypkim, posługując się nasionami rzepaku. Ocenę sensoryczną przeprowadził 10-osobowy zespół o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, metodą punktową, według PN-89/A-74108. Po 1,5 h chłodzeniu chleby ważono i wyliczano stratę wypiekową całkowitą oraz wydajność pieczywa (Jakubczyk i Haber, 1983). Badając proces starzenia się uzyskanych chlebów przechowywano je w woreczkach foliowych w stałych warunkach przez trzy dni i w kolejnych dniach przechowywania oznaczano wilgotność miększu metodą suszarkową (Jakubczyk i Haber, 1983) oraz twardość i elastyczność miększu analizatorem tekstury TA-XT2. Oceniając wartość żywieniową i dietetyczną badanych chlebów oznaczono w nich zawartość białka ogółem i składników mineralnych wyrażonych jako popiół całkowity (Jakubczyk i Haber, 1983), zawartość włókna pokarmowego metodą Hellendoorna (Rutkowska, 1981) oraz zawartość makro- i mikroelementów, takich jak: K, Ca, Mg, Fe, Mn i Zn, spektrofotometrem absorpcji atomowej PU 9100X firmy Philips, z korekcją tła prowadzoną z użyciem lampy deuterowej (D_2).

WYNIKI I DYSKUSJA

Z przemiału laboratoryjnego owsa nieoplewionego uzyskano tylko 18,5% mąki, co oznacza, że otrzymane otręby były bardzo bogate w część bielmową ziarniaków. Świadczą o tym wyniki oznaczenia składu chemicznego mąki owsianej i otrąb (tab. 1).

Tabela 1

Skład chemiczny mąki pszennej oraz otrąb i mąki owsianej
Chemical composition of wheat flour and oat bran and flour

Materiał Material	Białko ogółem Total protein (N·5,7) % s.m.; % d.m.	Włókno pokarmowe Dietary fibre % s.m.; % d.m.	Popiół całkowity Total ash % s.m.; % d.m.
Mąka pszenna Wheat flour	12,03	2,39	0,65
Otręby owsiane Oat bran	13,79	8,85	2,64
Mąka owsiana Oat flour	8,32	5,27	1,66

Otręby zawierały o około 40% więcej białka, włókna pokarmowego i popiołu niż mąka owsiana, wobec tego stanowiły bardziej korzystny od niej dodatek piekarski pod względem wartości dietetycznej i żywieniowej. Włókno pokarmowe owsa zawiera prawie 40% frakcji rozpuszczalnej w wodzie, której głównym składnikiem są beta-glukany absorbujące cholesterol w przewodzie pokarmowym, a białko odznacza się dużą wartością biologiczną (Bartnikowska i Rakowska, 1994; Owies..., 1995; Gąsiorowski, 1998).

Dla konsumentów ważna jest jednak nie tylko wartość odżywcza, ale także jakość proponowanego pieczywa. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 2, 3% i 5%

dotatki otrąb wpłynęły na niewielkie obniżenie objętości chlebów z ich udziałem, nie pogarszając ich oceny sensorycznej, w porównaniu ze standardowym chlebem pszennym.

Tabela 2

Ocena jakości chlebów z dodatkiem otrąb owsianych
Evaluation of wheat bread with the addition of oat bran

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread (g)	Objętość pieczywa Total volume of bread (cm ³)	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Bread volume from 100 g of flour (cm ³)	Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Wilgotność miękkiszu Moisture of crumb (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
							suma punktów scores	klasa jakości grade
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	223	830	541	145,4	10,8	45,3	40	I
Standard + 3% otrąb Standard + 3% bran	226	803	534	147,4	9,6	45,2	40	I
Standard + 5% otrąb Standard + 5% bran	224	759	494	146,2	10,3	44,9	39	I
Standard + 7% otrąb Standard + 7% bran	222	723	471	144,7	11,2	44,5	39	I
Standard + 10% otrąb+ Standard + 10% bran	223	663	432	145,4	10,8	44,5	37	I

Większy, 10% udział otrąb owsianych w chlebach pszennych spowodował już znaczące zmniejszenie objętości bochenków. Potwierdza to badania innych autorów (D'Appolonia i Youngs, 1978; Oomah, 1983; Oomah i Lefkovitch, 1988; Kawka i Gąsiorowski, 1993), którzy wskazują, że jest to związane ze wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego oraz zmniejszeniem ilości frakcji gliadyny i gluteniny tworzących kompleks glutenowy. Ze względu na wydajność pieczywa i stratę wypiekową, tylko chleb z 7% udziałem otrąb charakteryzował się nieco gorszymi wynikami niż chleb pszenny.

W przypadku dodatku mąki owsianej znaczące zmniejszenie się objętości chlebów nastąpiło również dopiero przy zastosowaniu go w ilości 10%, natomiast już 3% i 5% jej udział w chlebie spowodował zmniejszenie wydajności pieczywa i zwiększenie straty wypiekowej (tab. 3). Było to prawdopodobnie związane z wodochłonnością mieszanki mąki pszennej i owsianej, na co wskazywały wcześniejsze badania, podczas których nie zaobserwowano większych zmian wodochłonności lub zanotowano jej zmniejszenie się wraz ze wzrostem udziału mąki owsianej w mieszance (Oomah, 1983; Gąsiorowski, 1995). Wynik oceny sensorycznej pozwolił jednak na zakwalifikowanie do I klasy jakości zarówno chlebów z otrębami (tab. 2), jak i tych z mąką owsianą (tab. 3).

Dodatek produktów owsianych nie spowodował wyraźnych zmian w wilgotności miękkiszu podczas całego okresu przechowywania (tab. 4 i 5).

Tabela 3

Ocena jakości chlebów z dodatkiem mąki owsianej
Evaluation of wheat bread with the addition of oat flour

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa pieczywa zimnego Weight of cold bread (g)	Objętość pieczywa Total volume of bread (cm ³)	Objętość pieczywa ze 100 g mąki Bread volume from 100 g of flour (cm ³)	Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Wilgotność miękkiszu Moisture of crumb (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
							suma punktów scores	klasa jakości grade
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	223	830	541	145,4	10,8	45,3	40	I
Standard + 3% mąki owsianej Standard + 3% oat flour	221	815	531	144,1	11,6	44,4	39	I
Standard + 5% mąki owsianej Standard + 5% oat flour	219	785	512	142,8	12,4	44,6	39	I
Standard + 10% mąki owsianej Standard + 10% oat flour	224	720	469	146,0	10,4	44,9	37	I

Tabela 4

Wpływ dodatku otrąb owsianych na starzenie się chlebów pszennych
Influence of oat bran addition on ageing of wheat bread

Rodzaj chleba Kind of bread	Dni przechowywania* Days of storage	Wilgotność miękkiszu Moisture of crumb (%)	Twardość miękkiszu Hardness of crumb (kg)	Elastyczność miękkiszu Resilience of crumb
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	0	45,3	0,337	0,495
	1	44,7	0,654	0,385
	2	44,6	0,937	0,196
	3	44,1	0,952	0,139
Standard + 3% otrąb Standard + 3% bran	0	45,2	0,377	0,481
	1	44,8	0,859	0,249
	2	44,8	0,996	0,154
	3	44,1	1,000	0,140
Standard + 5% otrąb Standard + 5% bran	0	44,8	0,535	0,459
	1	44,8	0,899	0,241
	2	44,7	0,935	0,161
	3	44,7	1,013	0,131
Standard + 7% otrąb Standard + 7% bran	0	44,5	0,691	0,437
	1	44,2	1,130	0,259
	2	44,2	1,194	0,170
	3	44,1	1,376	0,165
Standard + 10% otrąb Standard + 10% bran	0	44,5	0,656	0,426
	1	44,4	1,134	0,221
	2	44,3	1,144	0,166
	3	44,3	1,292	0,139

*0 — Dzień wypieku; Day of baking, 1 — Pierwszy dzień po wypieku; First day after baking, 2 — Drugi dzień po wypieku; Second day after baking, 3 — Trzeci dzień po wypieku; Third day after baking

Z kolei 3% i 5% dodatek otrąb nie wpłynął znacząco na wzrost twardości miększu badanych chlebów w porównaniu z chlebem standardowym, a żaden z zastosowanych dodatków otrąb nie pogorszył elastyczności miększu podczas przechowywania (tab. 4).

Przy 3% i 5% udziale mąki owsianej, odnotowano nieco większą twardość w dniu wypieku, jednak w trzecim dniu przechowywania wartość tego parametru była porównywalna z twardością chleba standardowego (tab. 5). Najbardziej niekorzystnie, zarówno na twardość jak i elastyczność miększu po 3 dobach przechowywania, wpłynęło 10% zastąpienie mąki pszennej mąką owsianą.

Tabela 5

Wpływ dodatku mąki owsianej na starzenie się chlebów pszennych
Influence of oat flour addition on ageing of wheat bread

Rodzaj chleba Kind of bread	Dni przechowywania* Days of storage	Wilgotność miększu Moisture of crumb (%)	Twardość miększu Hardness of crumb (kg)	Elastyczność miększu Resilience of crumb
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	0	45,3	0,337	0,495
	1	44,7	0,654	0,385
	2	44,6	0,937	0,196
	3	44,1	0,952	0,139
Standard + 3% mąki owsianej Standard + 3% oat flour	0	44,4	0,721	0,455
	1	44,1	0,768	0,224
	2	44,1	0,806	0,142
	3	44,0	0,837	0,147
Standard + 5% mąki owsianej Standard + 5% oat flour	0	44,6	0,603	0,447
	1	44,6	0,794	0,243
	2	44,5	0,803	0,189
	3	44,5	0,913	0,142
Standard + 10% mąki owsianej Standard + 10% oat flour	0	44,9	0,853	0,410
	1	44,6	1,062	0,195
	2	44,1	1,120	0,142
	3	44,0	1,234	0,106

*0 — Dzień wypieku; Day of baking, 1 — Pierwszy dzień po wypieku; First day after baking, 2 — Drugi dzień po wypieku; Second day after baking, 3 — Trzeci dzień po wypieku; Third day after baking

Dodatek otrąb owsianych do chleba pszennego minimalnie wpłynął na zwiększenie w nim zawartości białka (tab. 6), natomiast dodatek mąki owsianej spowodował niewielkie zmniejszenie zawartości tego składnika, w porównaniu z chlebem standardowym (tab. 7). Ponadto udział produktów owsianych przyczynił się do zwiększenia zawartości włókna pokarmowego w chlebach pszennych, co w większym stopniu wystąpiło w przypadku użycia otrąb owsianych (tab. 6).

Z informacji zgromadzonych w piśmiennictwie wynika, że ziarno owsa przewyższa ziarno pszenicy, żyta, kukurydzy i jęczmienia pod względem zawartości makro- i mikroelementów, takich jak: wapń, żelazo, cynk, mangan i miedź (Gąsiorowski, 1995). Analiza wybranych składników mineralnych podczas niniejszych badań modelowych potwierdziła te informacje, szczególnie w odniesieniu do otrąb owsianych (tab. 6). Dodatek mąki owsianej spowodował wzrost zawartości żelaza i manganu w ocenianych chlebach (tab. 7), a dodatek otrąb zwiększenie zawartości potasu, magnezu, wapnia, żelaza, manganu

i cynku. Zawartość tych pierwiastków zwiększała się proporcjonalnie do wielkości stosowanych dodatków otrąb (tab. 6).

Tabela 6

Zawartość włókna pokarmowego, białka ogółem oraz wybranych makro- i mikroelementów w powietrznie suchej masie chlebów z dodatkiem otrąb owsianych
Content of dietary fibre, total protein and some macro- and microelements in the air dry mass of bread with the addition of oat bran

Rodzaj chleba Kind of bread	Włókno pokarmowe Dietary fibre (%)	Białko ogółem Total protein (N·5,7) (%)	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
			mg·kg ⁻¹					
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	2,39	12,03	2522	104,1	495,7	47,3	6,7	13,6
Standard + 3% otrąb Standard + 33% bran	2,59	12,08	2604	105,2	549,7	48,3	7,5	14,2
Standard + 5% otrąb Standard + 5% bran	2,71	12,12	2660	106,0	585,6	48,9	8,1	14,6
Standard + 7% otrąb Standard + 7% bran	2,84	12,15	2714	106,8	621,6	49,5	8,6	15,0
Standard + 10% otrąb Standard + 10% bran	3,04	12,21	2796	107,9	675,5	50,5	9,4	15,6

Tabela 7

Zawartość włókna pokarmowego, białka ogółem oraz wybranych makro- i mikroelementów w powietrznie suchej masie chlebów z dodatkiem mąki owsianej
Content of dietary fibre, total protein and some macro- and microelements in the air dry mass of bread with the addition of oat flour

Rodzaj chleba Kind of bread	Włókno pokarmowe Dietary fibre (%)	Białko ogółem Total protein (N·5,7) (%)	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
			mg/kg					
Mąka pszenna typu 650 Wheat flour type 650 (standard)	2,39	12,03	2522	104,1	495,7	47,3	6,7	13,6
Standard + 3% mąki owsianej Standard + 3% oat flour	2,48	11,21	2505	103,9	495,4	50,0	7,0	13,7
Standard + 5% mąki owsianej Standard + 5% oat flour	2,53	11,85	2493	103,7	495,2	51,8	7,1	13,7
Standard + 10% mąki owsianej Standard + 10% oat flour	2,75	11,66	2464	103,3	494,7	56,2	7,5	13,9

Uzyskane wyniki sugerują, że aby otrzymać pieczywo o wyraźnie zwiększonej wartości odżywczej należałoby zastosować większe dawki otrąb owsianych. Jednak bez widocznego i odczuwalnego smakowo pogorszenia jakości tego typu produktów dla przeciętnego konsumenta, zdecydowanie można polecić tylko 5% dodatek otrąb do chlebów pszennych. Wzbogacenie chlebów pszennych otrębami w takiej ilości pozwoliło uzyskać produkty o niezmienionej objętości i poprawnej strukturze miękkiszu. Dodatek otrąb nie był wyczuwalny smakowo, a pieczywo zyskało bardzo przychylną ocenę konsumentów.

WNIOSKI

1. Otręby owsiane uzyskane z laboratoryjnego przemiału owsa nagiego okazały się bardziej wartościowym niż mąka owsiana dodatkiem do produkcji chleba pszennego, zarówno ze względu na jego jakość jak i wartość żywieniową.
2. Udział w chlebach pszennych otrąb i mąki owsianej w ilości 3 i 5% w niewielkim stopniu wpłynął na zmniejszenie objętości produktu w porównaniu z chlebem standardowym, nie pogarszając jego cech sensorycznych.
3. Żaden z zastosowanych dodatków otrąb do chleba pszennego nie pogorszył elastyczności miękiszku podczas przechowywania, a 3% i 5% ich udział nie wpłynął znacząco na wzrost twardości miękiszku po upływie 72 godzin od wypieku, w porównaniu z chlebem standardowym.
4. Dodatek obu analizowanych produktów przemiału owsa nagiego do chleba pszennego wzbogacił go w niewielką ilość włókna pokarmowego natomiast tylko udział otrąb spowodował wzrost zawartości większości oznaczonych makro- i mikroelementów.
5. Mając na uwadze akceptację konsumentów, do praktycznego zastosowania zaleca się 5% dodatek otrąb owsianych w procesie technologicznym wypieku chleba pszennego.

LITERATURA

- Bartnikowska E., Rakowska M. 1994. Wpływ włókna z owsa i jęczmienia na metabolizm lipidów u zwierząt i ludzi. *Biul. IHAR* 190, 67 — 74.
- Bartnik M., Rothkaehl J. 1997. Owies — zboże warte zainteresowania. *Przem. Spoż.* 51, 6: 17 — 20.
- D'Appolonia B. L., Youngs V. L. 1978. Effect of bran and high protein concentrate from oats on dough properties and bread quality. *Cereal Chem.* 55: 736 — 742.
- Gąsiorowski H. (red.). 1995. Owies. *Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań.
- Gąsiorowski H. 1996. Co należy wiedzieć o owsie i przetworach owsianych. *Przegl. Zboż. Młyn.* 40, 6: 9 — 10.
- Gąsiorowski H. 1998. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. *Przegl. Zboż. Młyn.* 42, 12: 2 — 3.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.). 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Skrypt, SGGW-AR, Warszawa.
- Kawka A., Gąsiorowski H. 1993. Wykorzystanie produktów owsianych do produkcji chleba. *Przegl. Piek. i Cuk.* 41, 9: 7 — 9.
- Kawka A., Gąsiorowski H. 1995. Produkty owsiane w piekarstwie. *Przegl. Piek. i Cuk.* 43, 4: 4 — 5.
- Kiryłuk J., Gąsiorowski H., Kowalewski W. 1994. Otręby owsiane — produkt, który zdobywa świat. *Przegl. Zboż. Młyn.* 38, 6: 2 — 4.
- Klopfstein C. F., Hoskeney R. C. 1987. Cholesterol lowering effects of beta-glucans enriched bread. *Nutr. Rep. Intern.* 36: 1091 — 1096.
- Oomah B. D. 1983. Baking and related properties of wheat-oat composite flours. *Cereal Chem.* 60: 220 — 225.
- Oomah B. D., Lefkovitch L. P. 1988. Optimal oxidant of wheat-oat composite flours. *Die Nahrung* 32: 527 — 538.
- Piesiewicz H. 1996 a. Konsumpcja pieczywa w Polsce na tle nowoczesnych tendencji w żywieniu. Część I. Wartość energetyczna, znaczenie białka, błonnika i witamin. *Przegl. Piek. i Cuk.* 44, 3: 8 — 9.
- Piesiewicz H. 1996 b. Konsumpcja pieczywa w Polsce na tle nowoczesnych tendencji w żywieniu. Część II. Znaczenie związków mineralnych. *Przegl. Piek. i Cuk.* 44, 4: 4 — 7.
- PN-89/A-74108 — Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa. 1989. Wydaw. Norm., Warszawa
- Rutkowska U. (red.). 1981. Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności., PZWL, Warszawa.

HALINA GAMBUŚ**MAREK GIBIŃSKI**

Katedra Technologii Węglowodanów, AR Kraków

Wpływ dodatku skrobi owsianej na jakość i starzenie się pieczywa pszennego

The effect of addition of oat starch on wheat bread quality and staling

Celem pracy było wykazanie wpływu dodatku substancji tłuszczowych naturalnie występujących w skrobi owsianej na jakość i starzenie się modelowych chlebków (40 g) wypieczonych ze skrobi pszennej i suchego glutenu witalnego. Część skrobi pszennej, w ilości 5, 10, 15 i 20% zastępowano skrobią owsianą. Poczyniono także próby wypieku chlebków pszennych o masie 250 g, w których mąkę pszenną zastępowano skrobią owsianą w ilości 10 i 20% w stosunku do masy mąki. Otrzymane chleby były oceniane w dniu wypieku i podczas 3 dni przechowywania. Wszystkie stosowane dodatki skrobi owsianych do wypieku modelowych chlebków zwiększyły wydajność pieczywa, zmniejszyły stratę wypiekową a także wpłynęły korzystnie na penetrację (twardość) miękiszu, co pozwoliło na utrzymanie ich wysokiej oceny sensorycznej, mimo niewielkiego zmniejszenia objętości. Nie zaobserwowano korzystnego wpływu dodatku skrobi owsianych na jakość chlebków pszennych (250 g).

Słowa kluczowe: jakość pieczywa, modelowe chlebki, skrobia pszenna, skrobia owsiana, starzenie się pieczywa

The aim of this study was to show the effect of the addition of lipid naturally occurring in oat starch on the quality and ageing of model pup loaves (40 g) baked from wheat starch and dry vital gluten. A certain part of wheat starch 5, 10, 15 and 20% was substituted by oat starch. Trials were also undertaken to bake wheat bread 250 g in weight, in which wheat flour was substituted by oat starch up to 10 and 20% of the whole flour mass. The loaves were evaluated on the day of baking and then during 3 days of storage. All the oat starch additives to the model pup loaves caused enhanced the efficiency of baking and diminished backing losses. They also improved the degree of crumb penetration, which made possible to gain the high sensor scores, irrespective of a slight volume decrease. No positive effect of oat starch lipid on the quality and staling of wheat breads (250 g) was observed.

Key words: quality of bread, model pup loaves, wheat starch, oat starch, ageing of breads

WSTĘP

W technologii piekarskiej i pieczywa cukierniczego coraz więcej uwagi poświęca się strukturotwórczej roli skrobi i jej znaczeniu w tworzeniu wartości wypiekowej mąki. W poprawie struktury i cech smakowych miękiszu wyrobów piekarskich przypisuje się udział m.in. kompleksom skrobiowo-tłuszczowym. Kompleksy te hamują retrogradację

amylozy i amylopektyny, który to proces uważany jest za jeden z głównych czynników pogarszających jakość żywności. Retrogradacja jest m.in. odpowiedzialna za starzenie się pieczywa (Riisom i in., 1984; Gudmundsson i Eliasson, 1990; Martin i in., 1991; Gambuś, 1997).

Od chwili, gdy udowodniono, że ponowna krystalizacja amylozy zachodzi już podczas chłodzenia pieczywa po wypieku coraz częściej twierdzi się, że zmniejszenie ilości wolnej amylozy w miększu może się przyczynić do poprawienia jego elastyczności, co wykazano stosując dodatek monoglicerydów do ciasta (Riisom i in., 1984; Soral-Śmietana, 1992; Kweon i Park, 1994). Monoglicerydy bowiem podczas wypieku stają się aktywne w tworzeniu kompleksów z amylozą, dlatego pęcznienie ziarenek skrobi w miększu chleba jest opóźnione i zmniejsza się ilość wolnej amylozy, która z nich wypłynęła (Legendijk i Pennings, 1970; Eliasson i Krog, 1985; Soral-Śmietana, 1992).

Tłuszcze skrobiowe wpływają również na stopień retrogradacji. Usunięcie substancji tłuszczowych występujących w naturalnej skrobi zwiększało stopień jej retrogradacji (Morrison, 1988), co pozwalało przypuszczać, że mogą one również wywierać wpływ na twardość przechowywanego pieczywa (Mac Ritchie, 1981).

Badania, w których odtłuszczone skrobie użyto do wypieku modelowych chlebków, potwierdziły te przypuszczenia i udowodniły, że tłuszcze skrobiowe odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu jakości i starzeniu się modelowych chlebków (Gambuś, 1997).

Celem badań podjętych w tej pracy było sprawdzenie, czy rodzime substancje tłuszczowe zawarte w skrobi wpłyną podobnie jak monoglicerydy egzogenne dodawane do ciasta. Jako źródła naturalnego tłuszczu skrobiowego użyto skrobi owsianej, która charakteryzuje się największą zawartością substancji tłuszczowych spośród poznanych skrobi zbożowych (Paton, 1974, 1977; Gambuś, 1997).

MATERIAŁ I METODY

W pierwszym etapie pracy materiałem badawczym były skrobie zbożowe pszena i owsiana. Skrobię pszenną wyodrębniono z pszenicy odmiany Emika sposobem laboratoryjnym używając 0,1% roztworu NaCl (Gambuś i in., 1994). Skrobie owsiane wyodrębniono metodą Patona (Paton, 1977) z owsa odmiany Halny oraz z mieszanki handlowej, którą w dalszej części pracy nazwano skrobią owsianą przemysłową.

W otrzymanych skrobiach oznaczono podstawowe fizyczno-chemiczne właściwości: zawartość białka ogółem ($N \times 5,7$) (Richter i in., 1969), zawartość fosforu całkowitego (Marsh, 1959), zawartość tłuszczu surowego (Richter i in., 1969), zdolność wiązania wody i rozpuszczalność skrobi w wodzie w temperaturze 60°C i 80°C (Richter i in., 1969) oraz charakterystykę kleikowania 8,5% zawiesin wodnych w viskozymetrze rotacyjnym Rheotest 2 (Gambuś i Nowotna, 1992).

W drugim etapie pracy materiałem badawczym były modelowe chlebki wypieczone ze skrobi pszennej według następującej receptury (Gambuś i in., 1988): 80 g (s.s.) skrobi pszennej, 20 g (s.s.) suchego glutenu witalnego, 8 g cukru, 3 g soli, 1,5 g suszonych drożdży piekarskich i 70 cm³ wody o temp. 30°C. Wydajność ciasta wynosiła 170%, a masa kęsów — 40 g.

W chlebkach częściowo zastępowano skrobię pszenną skrobią owsianą przemysłową w ilości 5, 10, 15 i 20% masy skrobi pszennej oraz w 20% skrobią owsianą Halny.

Ponadto wypieczono chleby pszenne (o masie kęsów 250 g), w których część mąki pszennej, w ilości 10 i 20% zastępowano skrobią owsianą. W dniu wypieku oznaczano objętość pieczywa w materiale sypkim oraz oceniano wyróżniki jego jakości według PN-89/A-74108. Wyliczano także stratę wypiekową całkowitą i wydajność pieczywa (Jakubczyk, Haber, 1983). Proces starzenia się uzyskanych chlebków i chlebów badano podczas przechowywania ich w woreczkach foliowych, w komorze przechowywania o temp. 23–24°C i wilgotności względnej 64%, przez okres 4 dni. W każdym dniu określano twardość miękiszu mierząc jego penetrację penetrometrem PNR-10. Sporządzano również przez 4 kolejne dni wodny ekstrakt z 10 g miękiszu modelowych chlebków, wykorzystując postępowanie zaproponowane przez Neukoma i Rutza (1981). W klarownym ekstrakcie oznaczano wartość niebieską jako wskaźnik zawartości wolnej amylozy w miękiszu, spektrofotometrem Specord M-42 firmy Carl Zeiss, przy długości fali 635 nm.

WYNIKI I DYSKUSJA

Skrobie owsiane wyodrębnione sposobem laboratoryjnym cechowały się zdecydowanie większą zawartością fosforu całkowitego i tłuszczu surowego w porównaniu ze skrobią pszenną (tab. 1). Skrobie owsiane wykazały też mniejszą zdolność wiązania wody, zarówno w temperaturze 60°C jak i 80°C oraz kilkakrotnie mniejszą rozpuszczalność w wodzie w tych temperaturach, przy czym skrobia z odmiany owsa Halny odznaczała się najmniejszą rozpuszczalnością, co było spowodowane największą zawartością substancji tłuszczowych w niej zawartych.

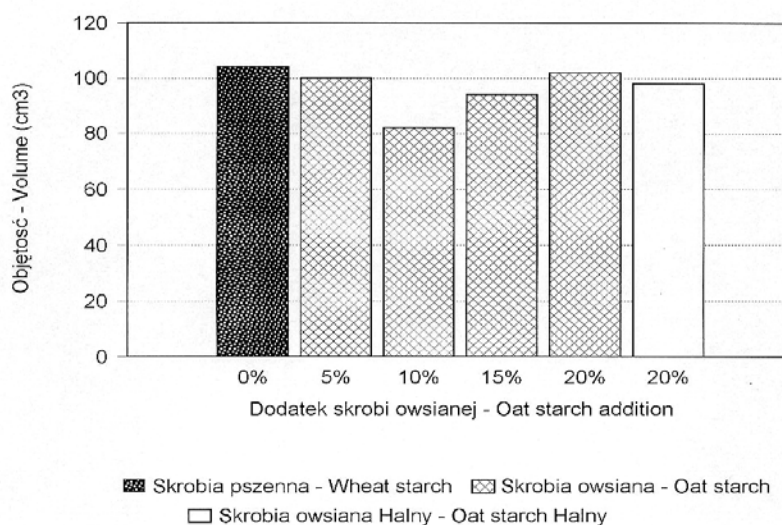
Z większą zawartością tłuszczów w skrobiach owsianych związana jest również ich znacznie wyższa temperatura kleikowania w porównaniu ze skrobią pszenną, ponieważ kompleksy amylozowo-tłuszczowe ograniczają pęcznienie, rozpuszczalność oraz wpływ amylozy z ziarenek skrobiowych (Morrison, 1988; Gambuś i Nowotna, 1992; Soral-Śmietana, 1992; Kostyra i Soral-Śmietana, 1994).

Lepkość maksymalna kleików skrobi owsianych okazała się prawie dwukrotnie większa niż kleików skrobi pszennej, co jest zgodne z wynikami wcześniejszych badań Patona (1974, 1977). Jest to prawdopodobnie związane z dużo mniejszą ziarnistością skrobi owsianych w porównaniu ze skrobią pszenną (Gambuś, 1997), a także z nieco odmienną strukturą ich amylozy i amylopektyny. Jak wiadomo bowiem z badań Patona (1977) amyloza owsiana odznacza się większą wartością lepkości właściwej (2,46–2,99 g/cm³) niż skrobia pszenna (2,33 g/cm³), co świadczy o tym, że ma ona budowę bardziej liniową. Natomiast mniejsza lepkość właściwa amylopektyny owsianej w porównaniu z pszeną świadczy o większym stopniu rozgałęzienia jej łańcuchów. Niewielki wzrost lepkości kleików skrobi owsianych po ich ochłodzeniu do temp. 50°C świadczy o mniejszej tendencji tych skrobi do retrogradacji. Tę cechę, obok dużej zawartości substancji tłuszczowych, uznano również za bardzo interesującą z punktu widzenia zastosowania skrobi owsianych w piekarstwie.

Tabela 1

Porównanie fizyczno-chemicznych właściwości skrobi owsianych i skrobi pszennej
Comparison of physicochemical properties of oat starches and wheat starch

Charakterystyka skrobi Starch characteristic	Skrobia pszenna Wheat starch Emika	Skrobia owsiana — Oat starch	
		z odmiany Halny of Halny variety	przemysłowa industrial starch
Zawartość białka ogółem (% s.m.) Total protein content (% d.m.)	0,18	0,13	0,21
Zawartość fosforu całkowitego (% s.m.) Total phosphorus content (% d.m.)	0,044	0,071	0,076
Zawartość tłuszczu surowego (% s.m.) Raw fat content (% d.m.)	0,58	1,70	1,03
Zdolność wiązania wody (g/g s.m.): Water binding capacity (g/g d.m.):			
— w 60°C / at 60°C	8,5	5,4	6,2
— w 80°C / at 80°C	9,8	6,4	6,5
Rozpuszczalność w wodzie (% s.m.): Starch solubility in water (% d.m.):			
— w 60°C / at 60°C	4,2	0,8	0,6
— w 80°C / at 80°C	8,6	0,6	0,8
Temperatura kleikowania (C) Pasting temperature	74	88,5	85
Lepkość maksymalna (j.u.) Maximum viscosity (J.U.)	68	119	112
Lepkość po 20 min. w 96°C (j.u.) Viscosity after 20 min at 96°C (J.U.)	54	106	117
Lepkość po ochłodzeniu do 50°C (j.u.) Viscosity after cooling to 50°C (J.U.)	106	114	122



Rys. 1. Wpływ dodatku różnych ilości skrobi owsianych na objętość modelowych chlebków
Fig. 1. Effect of various amounts of oat starches on the volume of model pup breads

Częściowe zastąpienie skrobi pszennej w modelowych chlebkach skrobią owsianą wpłynęło na zmniejszenie ich objętości w porównaniu z chlebkiem standardowym (rys. 1).

Spowodowane to było prawdopodobnie drobnoziarnistością skrobi owsianych, która to cecha ze względu na mniejszą rolę małych ziarenek w tworzeniu struktury ciasta i miększu chleba (Kulp, 1973; Gambuś, 1997), okazała się w tym przypadku niekorzystna.

Żaden z zastosowanych dodatków skrobi owsianych nie zmniejszył ani masy chlebków ani wydajności pieczywa, wpływając jednocześnie na zmniejszenie straty wypiekowej (tab. 2). Mimo niewielkiego zmniejszenia objętości, wszystkie zastosowane dodatki skrobi owsianych pozwoliły utrzymać ocenę sensoryczną modelowych chlebków w pierwszej klasie jakości.

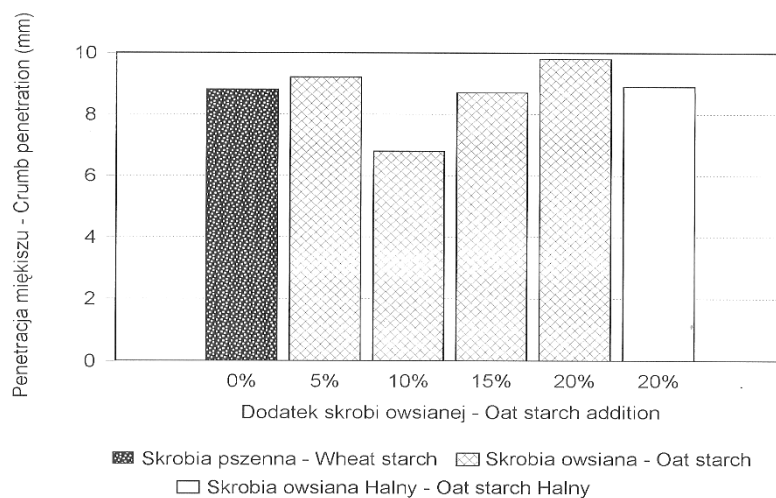
Tabela 2

Wpływ częściowego zastąpienia skrobi pszennej (SP) skrobią owsianą (SO) na wybrane parametry jakości modelowych chlebków (40 g)
Effect of partial substitution of wheat starch (SP) by oat starch (SO) on some indices of model bread quality (40g)

Rodzaj chlebka Kind of bread	Masa po ochłodzeniu Mass after cooling (g)	Penetracja miększu (mm) Crumb penetration		Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
		w 1 dniu on 1 st day	w 4 dniu on 4 th day			punkty scores	klasa jakości grade
100% SP (standard)	34,7	8,7	1,6	147	13,4	38	I
95% SP + 5% SO	35,3	9,2	2,3	150	11,6	38	I
90% SP + 10% SO	34,7	6,8	2,3	148	13,2	36	I
85% SP + 15% SO	35,6	8,6	2,5	151	11,0	38	I
20% SP + 20% SO	35,5	9,8	2,8	151	11,2	38	I
80% SP + 20% SO Halny	35,7	8,9	2,7	152	10,8	37	I

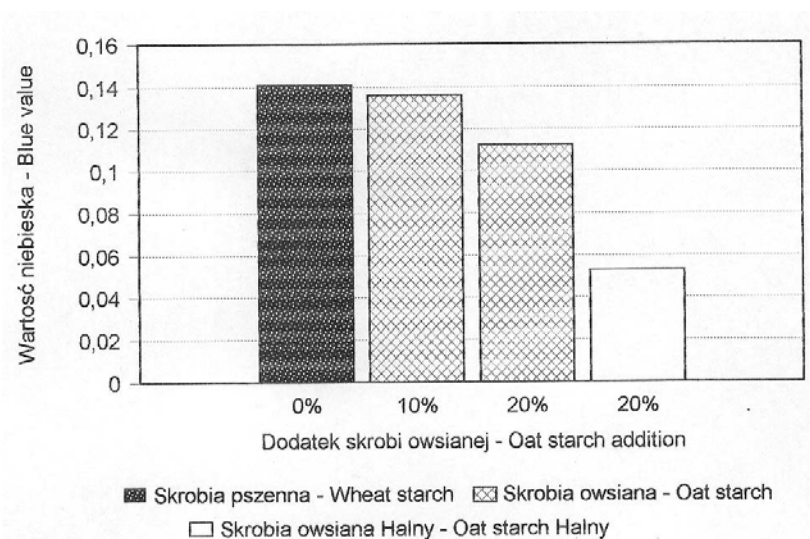
Generalnie dodatki skrobi owsianych wywarły także korzystny wpływ na twardość (penetrację) miększu modelowych chlebków (rys. 2) szczególnie, gdy dodano 20% skrobi owsianej przemysłowej.

Po 4 dniach od wypieku wszystkie chlebki zawierające skrobię owsianą odznaczały się również bardziej miękkim miększem (o większej penetracji), w porównaniu z chlebkiem kontrolnym (rys. 4). Wydaje się, że kompleksy amylozowo-tłuszczowe ograniczając pęcznienie skrobi owsianej (wysoka temperatura kleikowania i mała rozpuszczalność w wodzie, tab. 1), zahamowały wpływ amylozy z tej skrobi podczas wypieku. Dodatkowo pewna część monoglicerydów zewnętrznych skrobi owsianej mogła unieruchomić amylozę pochodzącą ze skleikowanej skrobi pszennej, łącząc się z nią również w kompleksy. Wobec tego, w miększu chlebków z udziałem skrobi owsianej znajdowała się mniejsza ilość wolnej amylozy podlegającej procesowi retrogradacji podczas przechowywania, co przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 2. Wpływ dodatku różnych ilości skrobi owsianych na penetrację miękiszu modelowych chlebków w dniu wypieku

Fig. 2. Effect of various amounts of oat starches on crumb penetration of pup breads on the day of baking



Rys. 3. Spowolnienie wypływu amylozy do miękiszu modelowych chlebków przez tłuszcz zawarty w skrobiach owsianych (dzień wypieku)

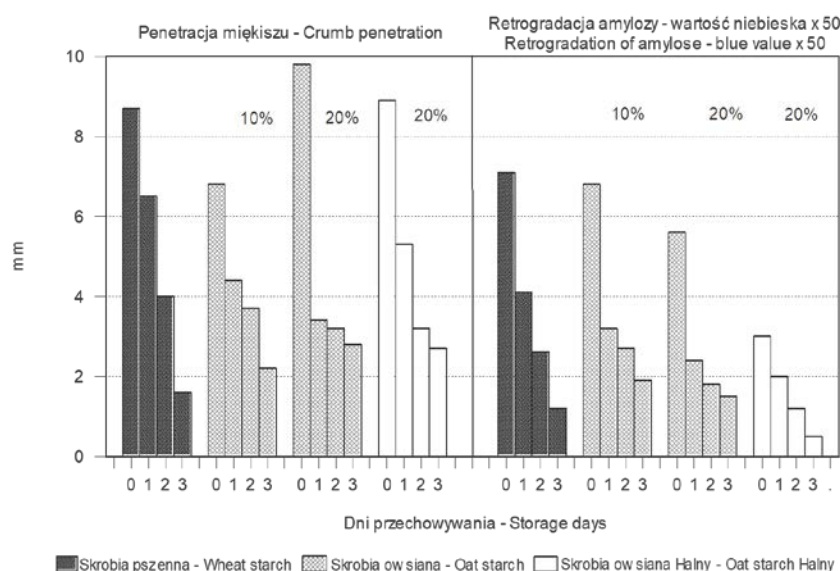
Fig 3. Slowing down of outflow of amylose to crumb of model pup breads by fat contained in oat starch (day of baking)

Im większa ilość substancji tłuszczowych została wniesiona do ciasta wraz ze skrobią owsianą, tym mniejszą koncentrację wolnej amylozy oznaczono w ekstrakcie z miękiszu

od razu w dniu wypieku (mniejsza wartość niebieska na rysunku 3). Najmniejszą wartość niebieską zanotowano w wodnym ekstrakcie z miękiszu chlebaka z 20-procentowym udziałem skrobi owsianej z odmiany Halny, która charakteryzowała się największą wśród analizowanych skrobi zawartością substancji tłuszczowych (1,7%).

Chociaż badania zmian strukturalnych przy zastosowaniu skaningowej kalorymetri różnicowej (DSC) wykazały, że za powolne twardnienie miękiszu chleba podczas przechowywania odpowiedzialna jest powolna retrogradacja amylopektyny, dowiedziono jednak, że duże stężenie wolnej amylozy przyspiesza retrogradację skrobi i amylopektyny (Soral-Śmietana, 1992). Stąd zmniejszenie stężenia amylozy jak również ograniczenie giętkości jej cząsteczek, na skutek łączenia się jej w kompleksy amylozowo-tłuszczowe, hamuje proces retrogradacji skrobi (Lagendijk i Pennings, 1970). Tę sytuację można zaobserwować zarówno na rysunku 3, jaki i na rysunku 4.

W każdym przypadku zastąpienie pewnej ilości mąki w chlebie pszennym skrobią owsianą powodowało zmniejszenie wydajności pieczywa i zwiększenie straty wypiekowej (tab. 3). W widoczny sposób zmniejszyła się też objętość chlebów, szczególnie drastycznie przy 20% dodatku tych skrobi.



Rys. 4. Wpływ dodatku skrobi owsianych na proces starzenia się modelowych chlebków
Fig. 4. Effect of various amounts of oat starches on staling of model pup breads

Przyczyny pogorszenia jakości chlebów pszennych ze skrobią owsianą należy upatrywać w niewielkiej ziarnistości tej skrobi (3–18 μm) (Paton, 1974), co wiąże się z jej gorszymi właściwościami wypiekowymi, a także w zbyt dużym „rozcieńczeniu” glutenu, szczególnie w chlebie z 20% udziałem skrobi owsianej.

Z mniejszą objętością tych chlebów związana jest ich dużo mniejsza penetracja (większa twardość miękiszu) w porównaniu z chlebem standardowym, mimo, iż chleby

z 10% udziałem skrobi owsianych odznaczały się większą penetracją miękiszu w pierwszym dniu przechowywania. Wydaje się jednak, że znacznie większy wpływ niż obecność tłuszczu skrobiowego wywarła na tę cechę oporność małych ziarenek skrobi owsianej na proces kleikowania, co wpłynęło korzystnie na uplastycznienie glutenu i stąd zmniejszenie twardości miękiszu. Pogorszenia oceny sensorycznej nie spowodował jedynie 10% dodatek skrobi owsianej Halny. Nie zauważono również korzystnego wpływu substancji tłuszczowych zawartych w skrobiach owsianych na proces starzenia się chlebów pszennych, o czym świadczy znacznie mniejsza penetracja miękiszu w 4 dniu przechowywania, w porównaniu z chlebem standardowym.

Tabela 3

Wpływ częściowego zastąpienia mąki pszennej (MP) skrobią owsianą (SO) na wybrane parametry jakości chlebów pszennych (250 g)
Effect of partial substitution of wheat starch (MP) by oat starch (SO) on some indices of wheat bread quality (250 g)

Rodzaj chleba Kind of bread	Masa po ochłodzeniu Mass after cooling (g)	Objętość chleba Volume of bread (cm ³)	Penetracja miękiszu Crumb penetration (mm)		Wydajność pieczywa Yield of bread (%)	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss (%)	Ocena sensoryczna Sensoric evaluation	
			w 1 dniu on 1 st day	w 4 dniu on 4 th day			punkty scores	klasa jakości grade
100% MP typu 500 – (standard)	225	658	9,41	3,76	152	10,3	37	I
90% MP + 10% SO	220	555	10,75	2,43	150	11,7	30	II
80% MP + 20% SO	216	448	5,44	1,27	146	13,6	27	III
90% MP + 10% SO Halny	223	618	9,80	3,26	151	10,6	36	I
80% MP + 20% SO Halny	221	448	5,07	1,44	149	11,8	27	III

WNIOSKI

1. W porównaniu ze skrobią pszenną, skrobie owsiane charakteryzowały się większą zawartością fosforu całkowitego i tłuszczu surowego, mniejszą zdolnością wiązania wody i kilkakrotnie mniejszą rozpuszczalnością w wodzie w temp. 60°C i 80°C, oraz większą temperaturą kleikowania, lepkością maksymalną i lepkością po ochłodzeniu kleiku do temp. 50°C.
2. Wszystkie stosowane dodatki skrobi owsianych do wypieku modelowych chlebków zwiększyły wydajność pieczywa, a także wpłynęły korzystnie na penetrację (twardość) miękiszu, co pozwoliło na utrzymanie ich wysokiej oceny sensorycznej, mimo niewielkiego zmniejszenia objętości w porównaniu z chlebem standardowym.
3. Substancje tłuszczowe zawarte w skrobiach owsianych, poprzez ograniczenie stężenia wolnej amylozy zawartej w miękiszu modelowych chlebków i częściową eliminację procesu jej retrogradacji, wpłynęły na polepszenie struktury miękiszu podczas

- przechowywania. Najbardziej korzystny pod tym względem okazał się 20% dodatek skrobi owsianych.
4. Nie zaobserwowano korzystnego wpływu dodatku skrobi owsianych na jakość chlebów pszennych.

LITERATURA

- Eliasson A. C., Krog N. 1985. Physical properties of amylose-monoglyceride complexes. *J. Cereal Sci.* 3: 239 — 248.
- Gambuś H. 1997. Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości skrobi na jakość i starzenie się pieczywa (badania modelowe). *Zesz. Nauk. AR, Kraków. Rozprawy* 226.
- Gambuś H., Fortuna T., Nowotna A. 1994. Zależność fizyko-chemicznych właściwości skrobi pszenżytniej od sposobu jej wyodrębniania. *Zesz. Nauk. AR, Kraków, Technologia Żywności*, 6: 97 — 105.
- Gambuś H., Lewczuk J., Nowotna A., Fortuna T. 1988. Effect of physico-chemical properties of triticale starch on selected indices quality. *Acta Alim. Pol.*, 14: 131 — 137.
- Gambuś H., Nowotna A. 1992. Physico-chemical properties of defatted triticale starch. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 1/42: 101-107.
- Gudmundsson M., Eliasson A. C. 1990. Retrogradation of amylopectin and the effect of amylose and added surfactants/emulsifiers. *Carbohydrate Polymers*, 13: 295 — 315.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.). 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Skrypt, SGGW, Warszawa.
- Kostyra H., Soral-Śmietana M. 1994. Interakcje skrobi z ligandami. Materiały na VI Letnią Szkołę Skrobiową, Poznań: 85 — 96.
- Kulp K. 1973. Characteristics of small-granule starch of flour and wheat. *Cereal Chem.* 50: 666 — 679.
- Kweon M. R., Park K. H. 1994. Phospholipid hydrolysate and antistaling amylase effects on retrogradation of starch in bread. *J. Food Sci.* 59: 1072 — 1080.
- Legendijk J., Pennings H. J. 1970. Relation between complex formation of starch with monoglycerides and the firmness of bread. *Cereal Sci. Today*, 15: 354 — 365.
- Mac Ritchie F. 1981. Flour lipids: Theoretical aspects and functional properties. *Cereal Chem.* 58: 156 — 158.
- Marsh B. B. 1959. The estimation of inorganic phosphate in the presence of adenosine triphosphate. *Biochem. Biophys. Acta* 32: 357 — 359.
- Martin M. L., Zeleznak K. J., Hoseney R. C. 1991. A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling. *Cereal Chem.* 68: 498 — 503.
- Morrison W. R. 1988. Lipid in cereal starches: A review. *J. Cereal Sci.* 8: 1 — 15.
- Morrison W. R., Laignelet B. 1983. An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J. Cereal Sci.* 1: 9 — 20.
- Neukom H., Rutz W. 1981. Observation on starch retrogradation and bread staling. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 14: 292 — 295.
- Paton D. 1974. The effects of chemical modification on the pasting characteristics of a high-protein oat flour (Hinoat). *Cereal Chem.* 51: 641 — 647.
- Paton D. 1977. Oat starch. Extraction, purification and pasting properties. *Starch/Stärke*, 29: 149 — 153.
- PN-89/A-74108 *Pieczywo. Metody badań i ocena punktowa*. 1989. Wydaw. Norm., Warszawa.
- Richter M., Augustat S., Schierbaum F. 1969. *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie*. VEB Fachbuchverlag, Leipzig.
- Riisom T., Krog N., Eriksen J. 1984. Amylose complexing capacities of cis — and trans-unsaturated monoglycerides in relation to their functionality in bread. *J. Cereal Sci.* 2: 105 — 118.
- Russel P. L. 1983. A kinetic study of bread staling by differential scanning calorimetry and compressibility measurements. The effect of added monoglyceride. *J. Cereal Sci.* 1: 297 — 303.
- Soral-Śmietana M. 1992. Badania interakcji skrobi zbożowych z tłuszczowcami, indukowanych cieplnie w procesach technologicznych. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Technologia Alimentarium*, 24B: 3 — 57.

ALICJA CEGLIŃSKA**TADEUSZ HABER****AGNIESZKA STELEBNIK**

Zakład Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Próba wykorzystania otrąb owsianych do wypieku wyrobów ciastkarskich

An attempt to utilize oat bran in baking cake products

Materiałem do badań było 7 prób mąki pszennej z dodatkiem rozdrobnionych otrąb owsianych w ilości: 2, 4, 6, 8, 10, 12% w stosunku do mąki. Wypiekano dwa rodzaje ciastek: obwarzanki i precle. Oznaczono w nich zawartość błonnika pokarmowego ogółem oraz jego frakcje: nierozpuszczalną i rozpuszczalną w wodzie. Wyroby oceniano organoleptycznie oraz oznaczono ich twardość (kruchość), wydajność wyrobów i stratę piecową. Zawartość błonnika pokarmowego ogółem wzrosła, przy największym dodatku otrąb, ponad 5-krotnie w obwarzankach i prawie 4-krotnie w preclach. Wyższe dodatki otrąb (10–12%) wpłynęły niekorzystnie na ocenę organoleptyczną i kruchość obwarzanków. Optymalny udział otrąb w obwarzankach powinien zawierać się w przedziale 6–8%, a dla precli 6–12%. Uzyskane wyniki wskazują, że otręby owsiane mogą być dobrym surowcem wykorzystywanym do wzbogacania w błonnik wyrobów ciastkarskich.

Słowa kluczowe: błonnik pokarmowy, frakcje błonnika, obwarzanek, otręby owsiane, precel, twardość wyrobów

Seven samples of wheat flour with an addition of 2, 4, 6, 8, 10 and 12% of oat bran were the material for the study. Two kinds of cakes: cracknel and pretzel were baked. The content of the total dietary fibre and its water soluble and insoluble fractions were examined. The cakes were evaluated in organoleptic tests, and their crispness (hardness), baking performance and baking losses were determined as well. The content of dietary fibre in the cracknels and pretzels containing the greatest proportion of oat bran was over 5 times and almost 4 times as high as that in the cakes with no addition of oat bran, respectively. The higher content (10–12%) of oat bran had a disadvantageous effect upon the traits evaluated in the organoleptic assay and on cracknel hardness. The recommended proportions of oat bran in blend to make cracknels and pretzels are 6–8% and 6–12%, respectively. The results show that oat bran can be used to enrich cakes by the dietary fibre.

Key words: cake hardness, cracknel, dietary fibre, fractions, oat bran, pretzel

WSTĘP

Ziarno owsa odznacza się wyjątkowo korzystną kombinacją składników odżywczych, która decyduje o jego przydatności w żywieniu człowieka (Gąsiorowski, 1998; Kawka, Gąsiorowski, 1993). Zawiera ono więcej białka i tłuszczu oraz mniej węglowodanów niż inne zboża. Stanowi również bogate źródło błonnika, a zwłaszcza polisacharydów nieskrobiowych takich jak β -glukany i pentozy. Błonnik pokarmowy spożywany w odpowiedniej ilości zabezpiecza człowieka przed chorobami cywilizacyjnymi, gdyż jego rola polega m.in. na detoksykacji organizmu (Obidowska, 1998). Cechą charakterystyczną błonnika owsianego jest większa zawartość frakcji rozpuszczalnych w wodzie niż u innych zbóż (Bartnik, Rothkaehl, 1997; Gąsiorowski, Urbanowicz, 1992). Wspomniane wcześniej walory owsa sprzyjają wykorzystywaniu go do wzbogacania w błonnik produktów pochodzenia zbożowego, jak pieczywo lub wyroby cukiernicze. W wyrobach ciastkarskich, stosowaną mąkę lub tłuszcz można częściowo zastąpić otrębami, obniżając jednocześnie ich kaloryczność (Górecka i Anioła, 1999).

Celem niniejszej pracy jest zbadanie wpływu dodanych otręb owsianych na wzrost zawartości błonnika i jakość wybranych wyrobów ciastkarskich.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem doświadczalnym było 7 prób mąki pszennej typu 550 z dodatkiem rozdrobnionych otręb w ilości: 2, 4, 6, 8, 10, 12% w stosunku do ilości użytej mąki. Mąkę bez dodatku otręb traktowano jako próbę kontrolną. Do badań wybrano dwa rodzaje ciastek: obwarzanki i precle. Wybór ten wynikał z rosnącego zainteresowania konsumentów tego rodzaju ciastkami jako formą „przekąski”. Obwarzanki i precle wykonano wg receptur opracowanych dla zakładów ciastkarskich (Ambroziak, 1997). W wyrobach oznaczono zawartość błonnika pokarmowego ogółem oraz jego frakcje nierozpuszczalną i rozpuszczalną w wodzie, zmodyfikowaną metodą Aspa (Asp i in., 1983). Modyfikacja polegała na zwiększeniu ilości Termamylu ze 100 do 800 μ l. Przeprowadzono ocenę organoleptyczną uwzględniając wygląd zewnętrzny, teksturę, zapach i smak metodą pięciopunktową. Maksymalna ocena za poszczególne wyróżniki wynosi 5 pkt., zaś minimalna 2 pkt. (PN-A-74252). Oznaczono twardość mierzoną aparatem Zwick typu 1120 świadczącą o kruchości ciastek, a także wyliczono wydajność wyrobów i stratę piecową (Jakubczyk, Haber, 1983).

WYNIKI I DYSKUSJA

W badanych wyrobach ciastkarskich zawartość błonnika pokarmowego ogółem oraz jego frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej w wodzie była zróżnicowana (tab. 1). W preclach zawartość ww. składników była ponad 2-krotnie większa niż w obwarzankach. Receptura precli zawiera dużą ilość tłuszczu (ok. 50% w stosunku do użytej mąki) i to prawdopodobnie mogło być przyczyną uzyskania wyższych wyników zawartości błonnika. Dodatek otręb owsianych wpłynął na wzrost zawartości błonnika pokarmowego ogółem i jego frakcji zarówno w obwarzankach jak i w preclach. W obwarzankach wzrost

zawartości błonnika pokarmowego ogółem był 2-krotny przy najmniejszym dodatku otrąb owsianych, a przy największym ponad 5-krotny. Natomiast w przypadku precli zawartość błonnika pokarmowego ogółem wzrosła 4-krotnie. Podobną tendencję obserwowano w ilości nierozpuszczalnej w wodzie frakcji błonnika pokarmowego. Z punktu widzenia profilaktyki, w żywieniu szczególnie pożądana jest rozpuszczalna frakcja błonnika pokarmowego. Ponad 50% błonnika z owsa stanowią związki rozpuszczalne w wodzie, głównie β -glukan, któremu przypisuje się właściwości absorbowania cholesterolu w przewodzie pokarmowym (Gąsiorowski, 1998). W niniejszych badaniach, po zastosowaniu maksymalnej dawki otrąb owsianych, ilość rozpuszczalnej w wodzie frakcji błonnika pokarmowego wzrosła 6-krotnie w przypadku obwarzanków i 3-krotnie w preclach.

Tabela 1

Zawartość błonnika pokarmowego w wyrobach ciastkarskich
Content of dietary fibre in cake products

Ilość dodanych otrąb Addition of bran (%)	Zawartość błonnika pokarmowego Content of dietary fibre % s.s.					
	ogółem total		frakcja nierozpuszczalna w wodzie fraction water insoluble		frakcja rozpuszczalna w wodzie fraction water soluble	
	obwarzanek cracknel	precel pretzel	obwarzanek cracknel	precel pretzel	obwarzanek cracknel	precel pretzel
0	1,7	5,1	1,6	4,2	0,2	0,8
2	3,4	8,8	3,0	7,6	0,4	1,2
4	5,2	11,3	4,6	9,9	0,5	1,5
6	5,9	13,0	5,2	11,4	0,7	1,6
8	7,0	15,1	6,2	13,2	0,8	2,0
10	8,5	17,0	7,4	14,9	1,1	2,1
12	9,5	19,1	8,3	16,7	1,2	2,4

Tabela 2

Punktowa ocena jakości wyrobów ciastkarskich
Evaluation of cake products quality

Wyróżniki jakości Quality trait	Rodzaj wyrobu Sort of product	Udział otrąb owsianych w mieszance Proportion of oat bran in blend %						
		0	2	4	6	8	10	12
Wygląd zewnętrzny Appearance	obwarzanek cracknel	4,2	3,8	4,0	4,0	4,4	4,0	3,4
	precel pretzel	4,0	3,8	4,0	4,4	4,6	4,4	4,2
Tekstura Texture	obwarzanek cracknel	4,0	3,2	4,2	4,8	4,0	3,2	2,6
	precel pretzel	4,0	3,6	3,6	3,8	3,8	4,0	4,0
Zapach i smak Flavour and taste	obwarzanek cracknel	3,8	3,8	4,0	4,4	4,0	3,8	4,4
	precel pretzel	3,8	3,8	4,0	4,4	4,2	4,4	4,2
Suma punktów Total of points	obwarzanek cracknel	12,0	10,8	12,2	13,2	12,4	11,0	10,4
	Precel pretzel	11,8	11,2	11,6	12,6	12,6	12,8	12,4

W ocenie organoleptycznej uczestniczyło 5 osób, które oceniały w skali 5-punktowej wygląd wyrobów, ich teksturę oraz zapach i smak (tab. 2). Za jakość wyrobów, oceniający przyznali najmniejszą ilość punktów obwarzankom z dodatkiem otrąb owsianych w ilości 2, 10 i 12%. Na tej ocenie najbardziej zaważyła struktura obwarzanków. Związane to było również ze wzrostem twardości (zmniejszeniem kruchości) obwarzanków, zwłaszcza tych z większym udziałem otrąb (tab. 3). Twardość obwarzanków z dodatkiem otrąb od 8% i więcej wzrosła 1,5-krotnie w porównaniu do obwarzanków bez dodatku otrąb. Precle uzyskały bardziej wyrównaną ocenę niż obwarzanki. Struktura precli była oceniana wyżej wraz ze wzrostem ilości dodawanych otrąb. Również w miarę zwiększania dodatku otrąb precle zyskiwały na kruchości (maleła twardość). Różnice w twardości precli bez dodatku i z dodatkiem otrąb, zwłaszcza 8%, były 1,5-krotne.

Tabela 3

Twardość (kruchość) wyrobów ciastkarskich Hardness (crispness) of cake products		
Ilość dodanych otrąb Addition of bran (%)	Twardość Hardness (N)	
	obwarzanek cracknel	precel pretzel
0	60	53
2	60	53
4	63	51
6	55	40
8	94	36
10	89	36
12	71	40

Według Gąsiorowskiego (1992, 1995) w pieczywie cukierniczym typu herbatniki możliwe jest zastąpienie mąki pszennej mąką owsianą, która nadaje tym wyrobom charakterystyczny „orzechowy smak”. Natomiast otręby owsiane do ciastek typu pół-kruchoego można dodawać w ilości 32–53%, do ciast drożdżowych, biszkoptowych i piernikowych w nieco mniejszych ilościach 20–25%, aby utrzymać jakość wyrobów. W niniejszej pracy dodatki otrąb już powyżej 10% wpływały na niższe noty w ocenie organoleptycznej obwarzanków i obniżenie ich kruchości. W preclach natomiast dodatek otrąb od 6% wpływał korzystnie na ich ocenę organoleptyczną i kruchość.

Wydajność obwarzanków była mniejsza niż precli i to zarówno bez dodatku jak też z dodatkiem otrąb owsianych (tab. 4). Największą wydajność obwarzanków uzyskano z mąki o dodatku otrąb 12%. W porównaniu do obwarzanków bez otrąb wzrost ten wynosił ok. 5%. Precle z dodatkiem otrąb miały większe wydajności niż bez ich dodatku. Precle z dodatkiem otrąb w ilości 10% uzyskały największą wydajność, która była większa o ok. 9% od precli bez dodatku otrąb.

Strata piecowa była prawie 2-krotnie mniejsza przy wypieku obwarzanków niż precli. Na takie wyniki mogły wpłynąć różnice w recepturze wyrobów oraz sposób ich wypieku. Bowiem, przed wypiekiem obwarzanki są jeszcze parzone.

Tabela 4

Wyróżniki jakości charakteryzujące proces produkcji wyrobów ciastkarskich
Quality traits characterizing the process of the production of cake products

Wyróżniki jakości procesu produkcji Quality traits in production process	Rodzaj wyrobu Sort of product	Udział otrąb owsianych w mieszance Proportion of oat bran in blend %						
		0	2	4	6	8	10	12
Wydajność wyrobów Baking performance (%)	obwarzanek cracknel	145,7	144,0	146,6	150,1	145,8	144,6	153,3
	precel pretzel	154,6	162,4	168,3	159,4	165,2	168,7	165,4
Strata piecowa Baking loss (%)	obwarzanek cracknel	7,7	9,0	7,6	6,0	8,4	9,5	5,1
	precel pretzel	15,6	15,7	12,1	14,4	11,4	11,6	12,6

WNIOSKI

1. Przy największym (12%) dodatku otrąb owsianych do mąki pszennej ilość błonnika pokarmowego ogółem wzrosła ponad 5-krotnie w obwarzankach i prawie 4-krotnie w preclach. Natomiast w przypadku rozpuszczalnej w wodzie frakcji błonnika wzrost ten był 6-krotny w obwarzankach i 3-krotny w preclach.
2. Większe (10–12%) dodatki otrąb owsianych do mąki pszennej spowodowały zmniejszenie kruchości obwarzanków i obniżyły ocenę organoleptyczną. Precele z dodatkiem 6% i więcej otrąb miały większą kruchość i ich ocena organoleptyczna była wyższa.
3. Precele z dodatkiem otrąb owsianych uzyskały większą wydajność niż bez ich dodatku. Natomiast dodatek otrąb nie miał większego wpływu na stratę piecową, zarówno w wypieku obwarzanków jak i precli.
4. Uzyskane wyniki potwierdzają, że otręby owsiane mogą być wykorzystywane do wzbogacania w błonnik obwarzanków i precli. Ze względu na akceptację konsumentów do wypieku obwarzanków zaleca się 6–8% dodatek otrąb, a do wypieku precli 6–12%.

LITERATURA

- Ambroziak Z. (red.). 1997. Ciastkarstwo także dla piekarzy. Wydawn. Spółdzielcze, Warszawa: 86 — 87.
- Asp N. G., Johansson C. G., Hallmer H., Siljestrom M. 1983. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. J. Agric. Food Chem. 31. 3: 476 — 482.
- Bartnik M., Rothkaehl J. 1997. Owies — zboże warte zainteresowania. Przem. Spoż. 51. 6: 17 — 20.
- Gąsiorowski H. 1998. Współczesny pogląd na walory fizjologiczno-żywnościowe owsa. Przegl. Zboż. Młyn. 42/12: 2 — 3.
- Gąsiorowski H., Urbanowicz M. 1992. Owies — roślina XXI wieku. Cz. III. Tłuszcze i węglowodany. Przegl. Zboż. Młyn. 36. 4: 2 — 3.
- Górecka D., Anioła J. 1999. Kierunki wykorzystania preparatów błonnikowych w przemyśle spożywczym. Przem. Spoż. 53. 9: 46 — 49.
- Jakubczyk T., Haber T. 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawn. SGGW-AR Warszawa: 272 — 273.

- Kawka A., Gąsiorowski H. 1993. Wykorzystanie produktów owsianych do produkcji chleba. *Przegl. Piek. i Cuk.* 41. 9: 7 — 9.
- Obidowska G. 1998. Substancje pochodzenia roślinnego w profilaktyce nowotworów. *Przegl. Piek. i Cuk.* 46. 7: 2 — 4.
- PN-A-74252. 1998. Wyroby i półprodukty ciastkarskie. Metody badań.

ANNA CZUBASZEKKatedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wybrane cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna kilku odmian owsa

Some physical features and chemical composition of grain of several oat varieties

Celem badań była ocena ziarna odmian owsa pod względem cech fizycznych i zawartości niektórych składników chemicznych. Materiał badawczy stanowiło ziarno 4 oplewionych odmian owsa (Dragon, Skrzat, Sławko, Bajka) oraz jednej odmiany nagiej (Akt) pochodzące ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Jeleniej Górze i Bobrownikach, ze zbioru w 1998 roku. Ziarno ocenianych odmian owsa charakteryzowało się dużą gęstością w stanie zsypanym (odmiany oplewione od 51,7 do 54,6 kg/hl, odmiana naga 66,7 kg/hl). Spośród odmian oplewionych dużą masą 1000 ziaren odznaczał się owies Sławko i Bajka, a małą Skrzat. Odmiana naga Akt miała najmniejszą wartość tej cechy. Zaobserwowano dodatnią zależność pomiędzy gęstością ziarna w stanie zsypanym i zawartością pentozanów rozpuszczalnych oraz pomiędzy masą 1000 ziaren i zawartością skrobi. Badane odmiany owsa miały mało łuski. W owsie oplewionym było jej od 20,3% (Sławko) do 23,7% (Bajka), a w odmianie nagiej (Akt) 1,4%. Stwierdzono, że odmiana Sławko odznaczała się dużą ilością ziarna o grubości powyżej 2,8 mm (47,2%). Ziarno odmiany nagiej Akt było drobniejsze niż odmian oplewionych. W próbce tej odmiany pochodzącej z Jeleniej Góry dużo było ziarna o grubości 2,2-2,5 mm (53,0%), a w próbce z Bobrownik ziarna o grubości poniżej 2,2 mm (85%). Zawartość białka ogółem wahała się u odmian od 12,5 do 14,7%. Statystycznie różnice pomiędzy uzyskanymi dla odmian wartościami średnimi były nieistotne. Podobnie nie wykazano różnic w zawartości skrobi. Na ilość tych składników wpływ miało miejsce uprawy. Próbki pochodzące z Jeleniej Góry zawierały więcej białka (14,1%) i skrobi (52,6%) niż próbki z Bobrownik (odpowiednio 12,9% i 46,0%). W badanym ziarnie było znacznie mniej pentozanów rozpuszczalnych niż nierozpuszczalnych. Dla odmian i miejscowości uprawy nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości oznaczanych frakcji pentozanów. Ziarno owsa cechowało się wysoką aktywnością enzymów proteolitycznych (średnie dla odmian od 3,76 do 4,16 jednostki). Stwierdzono, że odmiany nie różniły się pod względem liczby opadania. Próbki pochodzące z Jeleniej Góry miały niższą liczbę opadania niż próbki z Bobrownik (odpowiednio 379 i 416 s). Wykazano ujemną korelację liczby opadania z zawartością białka ogółem.

Słowa kluczowe: aktywność proteolityczna, białko, cechy fizyczne ziarna, owies, pentozany, skrobia

The aim of this research was to assess physical features and contents of some chemical components of oat grain. The experimental material was the grain of four hulled oat varieties (Dragon, Skrzat, Sławko, Bajka) and of one naked variety (Akt) coming from the Experimental Strain Test Stations at Jelenia Góra and Bobrowniki of 1998 harvest. The grain of the oat varieties was characterized by high HL-weight (the hulled varieties from 51.7 to 54.6 kg/hl, the naked one 66.7 kg/hl). Among the hulled varieties, the weight of 1000 grains of varieties Sławko and Bajka was high, and that of var. Skrzat was

low. In the naked variety Akt the weight of 1000 grains was the lowest. Positive correlation was observed between the HL-weight and the content of soluble pentosans, as well as between the weight of 1000 grains and the content of starch. The oat varieties tested did not have much hulls. In hulled oat they were from 20.3% (Sławko) to 23.7% (Bajka) and in the naked one (Akt) 1.4%. Variety Sławko was found to be conspicuous by a high proportion (47.2%) of grains over 2.8 mm thick. The grain of naked var. Akt was finer than that of hulled ones. The sample of this variety coming from Jelenia Góra contained many grains (53.0%) 2.2–2.5 mm thick, and that coming from Bobrowniki — many grains (85.0%) of the thickness below 2.2 mm. Total protein content in the varieties ranged from 12.5 to 14.7%. The differences between the average values for varieties were not significant. Also, not significant differences were found in the contents of starch. The quantities of these components appeared to have been influenced by the site of growing. The samples coming from Jelenia Góra contained more protein (14.1%) and starch (52.6%) than those from Bobrowniki (12.9 and 46.0%, respectively). The content of soluble pentosans was much lower than that of insoluble ones. No significant differences were found in the contents of the pentosan fractions connected with either the varieties or the growing site. The oat grain was characterized by a high activity of proteolytic enzymes (means for varieties from 3.76 to 4.16 units). The falling number of varieties under study was similar. The samples from Jelenia Góra had lower falling number as compared with those from Bobrowniki (379 and 416 s, respectively). Correlation between the falling number and the total protein content was found to be negative.

Key words: oat, pentosans, physical properties of grains, protein, proteolytic activity, starch

WSTĘP

Stały rozwój wiedzy o żywności i wpływie spożywanego pokarmu na zdrowie, a także samopoczucie człowieka stwarza potrzebę wprowadzenia do diety produktów o wysokiej wartości fizjologiczno-żywnościowej. Spośród zbóż szczególnie cenny pod tym względem jest owies i produkty z niego otrzymywane.

Ziarno owsa stanowi potencjalne źródło białka o wysokiej wartości odżywczej (Ma, 1983). W obłuszczonej ziarnie ilość białka ogółem waha się w granicach 15–20% (McMullen, 1991). Ponadto aminokwasy egzogenne lizyna, treonina i metionina występują w owsie w większej ilości niż u pozostałych zbóż (Peterson, 1976).

Duża zawartość białka w ziarnie owsa powoduje, że w suchej masie, procentowy udział skrobi jest mniejszy niż u innych zbóż. Ma ona także odmienną budowę od innych skrobi zbożowych oraz wyróżnia się znaczną zmiennością takich cech jak zachowanie podczas kleikowania, zdolność pęcznienia oraz rozpuszczalność (Paton, 1986). Wśród związków węglowodanowych owsa występują pentozany. W zależności od odmiany, ich ilość waha się od 3,2–3,5%, z czego niecałe 10% to pentozany rozpuszczalne w wodzie (Hashimoto i in., 1987).

Na kształtowanie jakości ziarna i uzyskiwanych z niego przetworów istotny wpływ wywierają enzymy. Kruger i Marchylo (1985) podają, że podwyższona aktywność proteolityczna i amylolityczna powoduje hydrolizę białka i skrobi pogarszając jakość tych składników. W pracy Flaczyk i wsp. (1978) wykazano, że ziarno owsa ma najmniejszą aktywność proteolityczną w fazie dojrzałości pełnej i jest ona podobna jak u pszenicy.

Aby zapewnić maksymalną wydajność produkcji i pożądaną jakość wyrobów gotowych, ziarno zbóż powinno cechować się dobrymi właściwościami fizycznymi. Jednym z ważniejszych wyróżników jest gęstość ziarna w stanie zsypanym. Gąsiorowski

i wsp. (1997 b) podają, że aktualnie wartość tej cechy dla polskiego owsa przekracza 50 kg/hl. Według Rothkaehl (1991) możliwość uzyskania wysokiego wyciągu płatków owsianych jest bezpośrednio uzależniona od masy 1000 ziaren. Istotnym wskaźnikiem jakości ziarna jest również jego wyrównanie pod względem grubości. W Polsce nie przywiązuje się większej wagi do zawartości łuski, podczas gdy w Niemczech wprowadzono wymagania by jej udział w owsie konsumpcyjnym był nie większy niż 26% (w przeliczeniu na s.m.) (Gąsiorowski, 1993). Vorwerck (1992) oraz Abramczyk i Rothkaehl (1993) podają, że przy mniejszej zawartości łuski wzrasta wydajność produktów owsianych.

Celem niniejszych badań była ocena kilku polskich odmian owsa pod względem właściwości fizycznych ziarna oraz określenie zawartości niektórych składników chemicznych, aktywności enzymów proteolitycznych i liczby opadania.

MATERIAŁ I METODY

Ziarno użyte do badań pochodziło ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Jeleniej Górze i w Bobrownikach, ze zbioru w 1998 roku. Oceniano 4 odmiany owsa oplewionego: Dragon, Skrzat, Sławko, Bajka oraz jedną odmianę nagą Akt.

Dla badanych próbek określono według zbioru PN i BN (1974) gęstość ziarna w stanie zsylnym, masę 1000 ziaren, zawartość frakcji ziarna o różnej grubości za pomocą sit Vogla oraz zawartość łuski.

Do badań składu chemicznego ziarno ręcznie obłuszczone i ześrutowano w młynku laboratoryjnym typ WŻ-1. W śrucie określono zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla ($N \times 6,25$), zawartość skrobi metodą enzymatyczną opisaną przez Lue i wsp. (1991) oraz zawartość pentozanów. Pentozały rozpuszczalne oznaczono według metody opublikowanej przez Subdę (1984 b). Pentozały ogółem określano tą samą metodą zastępując wodny ekstrakt śrutu naważką śrutu owsianej. Ilość pentozanów rozpuszczalnych wyliczono z różnicy pomiędzy pentozanami ogółem i rozpuszczalnymi. Określono także liczbę opadania metodą Hagberga-Pertena oraz aktywność enzymów proteolitycznych metodą Ayre-Andersona (Subda, 1984 a). Za jednostkę aktywności przyjęto ilość μ moli tyrozyny powstałej w ciągu 1 min z 1 g mąki.

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym. Wykonano analizy wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji dla 2 zmiennych. W przypadku wystąpienia istotnych różnic średnie wyceniono testem Duncana. Ponadto dla określenia współzależności pomiędzy cechami obliczono współczynniki korelacji liniowej prostej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane ziarno owsa odznaczało się dużą gęstością w stanie zsylnym. Wykazano, że odmiany różniły się pod względem tej cechy, natomiast warunki uprawy nie miały na nią wpływu. Największą gęstość w stanie zsylnym miało ziarno odmiany nagiej Akt (66,7 kg/hl) (tab. 1). Odmiany oplewione charakteryzowały się mniejszymi wartościami tej cechy w granicach od 51,7 kg/hl (Skrzat) do 54,6 kg/hl (Bajka). Kowalewski (1996)

podaje, że gęstość ziarna w stanie zsypanym dla owsa kierowanego do produkcji nie powinna być mniejsza niż 51 kg/hl. Wszystkie badane odmiany odznaczały się wyższą wartością tej cechy, co oznacza, że są dobrym surowcem do otrzymywania produktów żywnościowych.

Tabela 1

Cechy fizyczne ziarna 5 odmian owsa pochodzącego ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Jeleniej Górze i Bobrownikach ze zbioru w 1998 roku
Physical features of grain of 5 oat varieties harvested in 1998 at the Experimental Strain Test Station at Jelenia Góra and Bobrowniki

Odmiana Variety	Cechy — Traits								
	gęstość ziarna w stanie zsypanym HL-weight (kg/hl)			masa 1000 ziaren weight of 1000 grains (g)			zawartość łuski hull content in (%)		
	miejscowość — locality								
	Jelenia Góra	Bobrowniki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrowniki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrowniki	$\bar{X}$
Dragon	56,8	51,3	54,1 b	39,4	36,7	38,1 bc	22,0	21,9	22,0 a
Skrzat	52,3	51,1	51,7 b	37,6	33,5	35,6 c	22,0	25,2	23,6 a
Sławko	55,4	53,3	54,4 b	45,3	42,7	44,0 a	18,7	21,9	20,3 a
Bajka	55,2	53,9	54,6 b	42,5	39,4	41,0 ab	23,0	24,4	23,7 a
Akt*	65,9	67,4	66,7 a	33,0	25,0	29,0 d	2,5	0,3	1,4 b
$\bar{X}$	7,1 a	55,4 a		39,6 a	35,5 b		17,6 a	18,7 a	

* — Owies nieoplewiony

* — Naked oat

a,b,c,d — Grupy jednorodne wyznaczone testem Duncan

a,b,c,d — Homogeneous groups differentiated with Duncan test

Jak podaje Biskupski i wsp. (1984) przeciętna wartość masy 1000 ziaren wynosi 28,4 g. Obecnie oceniane odmiany owsa miały dorodniejsze ziarno. Dużą masą 1000 ziaren odznaczało się ziarno odmian Sławko i Bajka (44,0 i 41,0 g), mniejszą owsa Dragon i Skrzat (38,1 i 35,6 g), a małą odmiany nagiej Akt (29,0 g) (tab. 1). Wykazano, że próbki pochodzące z Jeleniej Góry (39,6 g) miały większą masę 1000 ziaren niż próbki z Bobrownik (35,5 g).

Średnia zawartość łuski u owsa oplewionego kształtowała się na poziomie 17,6% dla próbek z Jeleniej Góry i 18,7% dla próbek z Bobrownik (tab. 1). Odmiany oplewione miały łuski od 20,3% (Sławko) do 23,7% (Bajka), różnice te były jednak statystycznie nieistotne. Średnio w ziarnie odmiany nagiej Akt stwierdzono 1,4% łuski, lecz należy zauważyć, że ziarno z Jeleniej Góry (2,5%) miało jej więcej niż ziarno z Bobrownik (0,3%).

Oceniane odmiany owsa różniły się pod względem ilości frakcji ziarna o grubości powyżej 2,8 oraz 2,5–2,8 mm (tab. 2). Dla pozostałych frakcji, mimo iż różnice okazały się statystycznie nieistotne mogą one być ważne ze względów technologicznych. Analiza wariancji wykazała, że warunki panujące w miejscowościach uprawy nie różnicowały udziału frakcji ziarna o różnych grubościach. Na podstawie danych zawartych w tabeli 2 można jednak zauważyć, że dla niektórych odmian (Skrzat, Sławko, Akt) wystąpiły znaczne różnice pomiędzy próbkami z Jeleniej Góry i Bobrownik. Najdorodniejsze ziarno miała odmiana Sławko, dla której udział ziarna o grubości powyżej 2,8 mm stanowił

47,2%. Dużo ziarna grubego miała również odmiana Bajka (24,1% ziarna o grubości powyżej 2,8 mm i 48,2% o grubości 2,5–2,8 mm) oraz Dragon (odpowiednio 16,5 i 53,8%). Odmiana naga Akt ze względu na brak łuski miała dużo ziarna o grubości 2,2–2,5 mm (38,1%) oraz poniżej 2,2 mm (61,6%). W przypadku tej odmiany zaobserwowano, że znacznie drobniejsze było ziarno z Bobrownik (85% frakcji poniżej 2,2 mm) niż z Jeleniej Góry (53,0% frakcji o grubości 2,2–2,5 mm).

Tabela 2

Udział frakcji ziarna o różnej grubości w 5 odmianach owsa pochodzącego ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Jeleniej Górze i Bobrownikach ze zbioru w 1998 roku
Fractions of grain of different thicknesses in 5 oat varieties harvested in 1998 at the Experimental Strain Test Station at Jelenia Góra and Bobrowniki

Odmiana Variety	Cechy — Traits											
	ziarno o grubości grain thick > 2,8 mm (%)			ziarno o grubości grain thick 2,5–2,8 mm (%)			ziarno o grubości grain thick 2,2–2,5mm (%)			ziarno o grubości grain thick < 2,2 mm (%)		
	miejscowość — locality											
	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$
Dragon	9,0	24,0	16,5 b	57,1	50,5	53,8 a	28,7	21,9	25,3 a	5,1	3,7	4,4 a
Skrzat	10,5	15,1	12,8 b	56,8	37,8	47,3 a	27,1	41,4	34,3 a	5,7	5,7	5,7 a
Sławko	56,8	37,5	47,2 a	25,3	47,6	36,5 a	17,1	13,3	15,2 a	0,9	1,9	1,4 a
Bajka	24,9	23,3	24,1 b	48,1	48,3	48,2 a	22,5	24,9	23,7 a	4,5	3,5	4,0 a
Akt*	1,8	0,2	1,0 b	7,0	0,9	4,0 b	53,0	13,9	33,5 a	38,1	85,0	61,6 a
$\bar{X}$	20,6 a	20,0 a		38,9 a	37,0 a		29,7 a	23,1 a		10,9 a	20,0 a	

* — Owies nieoplewiony

* — Naked oat

a, b — Grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana

a, b — Homogeneous groups differentiated with Duncan test

Owies jest bogatszy w białko w porównaniu z innymi zbożami (Robbins i in., 1971). Według Gąsiorowskiego i wsp. (1997 a) średni poziom tego składnika w obłuszczonych ziarniakach owsa wynosi 15,5%. Owies badany przez Subdę i wsp. (1998 a, b) miał mniej białka ogółem (13,9 i 14,8%). W niniejszej pracy ilość tego składnika wahała się w zakresie od 12,5% (Sławko, Bajka) do 14,7% (Dragon), a różnice te okazały się nieistotne (tab. 3). Próbkę owsa pochodzące z Jeleniej Góry zawierały więcej białka ogółem (14,1%) niż próbki z Bobrownik (12,8%).

Kent-Jones i Amos (1967) podają, że owies zawiera mniej skrobi niż ziarno innych zbóż. Subda i wsp. (1998 b) stwierdzili, że ilość skrobi w ziarnie owsa wynosi od 54,7 do 67,5%. W próbkach badanych obecnie ilość tego składnika była mniejsza i wahała się od 42,8 do 56,4% (tab. 3), a wartości średnie uzyskane dla odmian nie różniły się istotnie. Na ilość zgromadzonej w ziarnie skrobi miały wpływ warunki uprawy w obu miejscowościach. Owies z Jeleniej Góry zawierał więcej skrobi (52,6%) niż ziarno z Bobrownik (46,0%).

Na podstawie wyników własnych (tab. 3) oraz uzyskanych przez innych autorów (Hashimoto i in. 1987, Subda i in. 1998 b) można stwierdzić, że obłuszczone ziarno owsa zawiera małą ilość pentozanów rozpuszczalnych i znacznie więcej pentozanów nieroz-

puszczalnych. Zawartość pentozanów rozpuszczalnych u ocenianych odmian wahała się od 0,25 (Dragon) do 0,32% (Akt), a nierozpuszczalnych od 3,67 (Sławko) do 4,13% (Dragon). Nie wykazano istotnych różnic w zawartości obu frakcji pentozanów pomiędzy odmianami owsa oraz dla wartości średnich próbek z Jeleniej Góry i Bobrownik.

Tabela 3

**Zawartość związków chemicznych w ziarnie 5 odmian owsa pochodzącego ze Stacji Doświadczalnej
Oceny Odmian w Jeleniej Górze i Bobrownikach ze zbioru w 1998 roku**
**Content of chemical compounds in grain of 5 oat cultivars harvested in 1998 at the Experimental
Strain Test Station at Jelenia Góra and Bobrowniki**

Odmiana Variety	Cechy — Traits											
	białko ogółem total protein (%)			skrobia starch (%)			pentozany rozpuszczalne soluble pentosans (%)			pentozany nierozpuszczalne insoluble pentosans (%)		
	miejscowość — locality											
	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrow niki	$\bar{X}$
Dragon	15,8	13,6	14,7 a	48,7	49,6	49,2 a	0,28	0,21	0,25 a	3,95	4,31	4,13 a
Skrzat	14,1	13,2	13,7 a	54,7	44,5	49,6 a	0,25	0,28	0,27 a	3,91	4,02	3,97 a
Sławko	12,6	12,4	12,5 a	56,4	46,2	51,3 a	0,28	0,28	0,28 a	3,81	3,53	3,67 a
Bajka	12,9	12,0	12,5 a	54,7	47,0	50,9 a	0,28	0,25	0,27 a	4,10	3,77	3,94 a
Akt*	15,0	13,2	14,1 a	48,7	42,8	45,8 a	0,35	0,28	0,32 a	3,39	4,10	3,75 a
$\bar{X}$	14,1 a	12,9 b		52,6 a	46,0 b		0,29 a	0,26 a		3,83 a	3,95 a	

* — owies nieoplewiony

* — naked oat

a, b — grupy jednorodne wyznaczone testem Duncan

a, b — homogeneous groups differentiated with Duncan test

Badane odmiany owsa charakteryzowały się wysoką aktywnością proteolityczną. Wartości tej cechy (tab. 4) były wyższe niż dla ziarna badanego przez Subdę i wsp. (1998 a, b). Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi dla odmian i miejscowości. Należy jednak zwrócić uwagę, że wartości uzyskiwane dla próbek z Jeleniej Góry były wyższe niż dla próbek z Bobrownik. W przypadku odmiany Skrzat aktywność proteolityczna próbki z Jeleniej Góry (5,48 jednostki) była prawie dwukrotnie wyższa od wartości dla próbki z Bobrownik (2,84 jednostki). Tylko dla owsa Dragon aktywność proteolityczna próbek z obu miejscowości była podobna (3,64 jednostki — Jelenia Góra i 3,88 jednostki — Bobrowniki).

Liczba opadania to metoda pozwalająca określić zdolność skrobi do kleikowania i jej podatność na działanie enzymów amylolitycznych. Dla żyta wykazano zależność pomiędzy liczbą opadania, a aktywnością α -amylazy (Gunarson, 1985). Jednak Gąsiorowski i Kołodziejczyk (1994) podają, że w przypadku niskich i wysokich wartości liczby opadania zależność ta nie występuje. Autorzy ci uważają, że na wielkość liczby opadania duży wpływ mają pentozany oraz ich zdolność wiązania wody, a także stopień rozdrobnienia ziarna i wyrównana granulacja mąki. Uzyskane obecnie wartości wahały się w zakresie od 345 do 444 s (tab. 4) i były wyższe od otrzymanych przez Subdę i wsp. (1998) (200–391 s). Liczba opadania jest cechą, która może ulegać zmianom pod wpływem czynnika odmianowego i warunków środowiska, stąd też mogą wynikać różnice

w wartościach uzyskanych przez różnych autorów. Badane obecnie odmiany nie różniły się pod względem tej cechy. Natomiast warunki panujące w obu miejscowościach uprawy różnicowały wartości średnie liczby opadania. Próbkę z Jeleniej Góry miały niższą liczbę opadania od próbek z Bobrownik.

Tabela 4

Aktywność enzymów proteolitycznych i liczba opadania w ziarnie 5 odmian owsa pochodzącego ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Jeleniej Górze i Bobrownikach ze zbioru w 1998 roku
Activity of proteolytic enzymes and falling number in grain of 5 oat varieties harvested in 1998 at the Experimental Strain Test Station at Jelenia Góra and Bobrowniki

Odmiana Variety	Cechy — Traits					
	aktywność enzymów proteolitycznych w jednostkach activity of proteolytic enzymes in units			liczba opadania falling number (s)		
	miejscowość — locality					
	Jelenia Góra	Bobrowniki	$\bar{X}$	Jelenia Góra	Bobrowniki	$\bar{X}$
Dragon	3,64	3,88	3,76 a	345	407	376 a
Skrzat	5,48	2,84	4,16 a	409	420	415 a
Sławko	4,00	3,32	3,66 a	413	444	429 a
Bajka	4,20	3,68	3,94 a	359	402	381 a
Akt*	4,20	3,44	3,82 a	369	405	387 a
$\bar{X}$	4,30 a	3,43 a		379 b	416 a	

* — owies nieoplewiony

* — naked oat

a, b — grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana

a, b — homogeneous groups differentiated with Duncan test

Dla oznaczanych cech wykazano szereg współzależności. Stwierdzono, że gęstość ziarna w stanie zsylnym korelowała z zawartością łuski ($r = -0,96$) (tab. 5). Potwierdziło to wyniki uzyskane przez Biskupskiego i wsp. (1984). Ponadto okazało się, że gęstość ziarna w stanie zsylnym zwiększała się w miarę wzrostu udziału ziarna drobnego (grubość poniżej 2,2 mm) i zmniejszania ilości ziarna o grubości 2,5–2,8 mm (odpowiednio $r = 0,88$ i $-0,85$). Wykazano także dodatnią korelację tej cechy z ilością pentozanów rozpuszczalnych ($r = 0,66$).

Masa 1000 ziaren dodatkowo korelowała z udziałem frakcji ziarna o grubości powyżej 2,8 mm ($r = 0,80$) oraz zawartością łuski ($r = 0,69$), a ujemnie z ilością ziarna drobnego o grubości poniżej 2,2 mm ($r = -0,85$) (tab. 5). Wykazano ponadto, że wartość tej cechy wzrasta, gdy większa jest zawartość skrobi ($r = 0,67$).

Procentowy udział łuski w ziarnie dorodnym był większy niż we frakcjach ziarna drobnego. Świadczą o tym uzyskane współczynniki korelacji dla zawartości łuski i udziału ziarna o grubości 2,5–2,8 mm ($r = 0,90$) oraz o grubości poniżej 2,2 mm ($r = -0,91$) (tab. 5). Potwierdziło to wyniki wcześniejszych badań Pomeranza (1973).

Zaobserwowano, że zawartość białka ogółem ujemnie korelowała z udziałem frakcji ziarna o grubości powyżej 2,8 mm ($r = -0,77$) i liczbą opadania ($r = -0,66$) (tab. 5).

Tabela 5

Istotne* wartości współczynników korelacji liniowej prostej
Significant* values of linear correlation coefficients

Cechy Traits	Gęstość ziarna w stanie zsypanym HL-weight	Masa 1000 ziaren 1000 grains weight	Frakcja ziarna Fractions of grain		Białko ogółem Total protein	Pentozany nie- rozpuszczalne Insoluble pentosans	Aktywność enzymów proteolitycznych Activity of proteolytic enzymes
			2,5–2,8 mm	< 2,2 mm			
> 2,8 mm		0,80			-0,77		
Frakcje ziarna 2,5–2,8 mm	-0,85						
Fractions of grain 2,2–2,5 mm							
< 2,2 mm	0,88	-0,85	-0,81				
Zawartość łuski Content of hull	-0,96	0,69	0,90	-0,91			
Skrobia Starch		0,67					0,73
Pentozany rozpuszczalne Soluble pentosans	0,66					-0,74	
Pentozany nierozpuszczalne Insoluble pentosans							
Liczba opadania Falling number					-0,66		

* — P > 0,95 n = 10

WNIOSKI

1. Badane ziarno owsa charakteryzowało się dużą gęstością ziarna w stanie zsypanym i masą 1000 ziaren oraz małą zawartością łuski. Dla odmiany Sławko stwierdzono duży udział ziarna o grubości powyżej 2,8 mm. Ziarno odmiany nagiej Akt było drobniejsze od ziarna odmian oplewionych. Jego gęstość w stanie zsypanym była duża, a masa 1000 ziaren mała.
2. Gęstość ziarna w stanie zsypanym ujemnie korelowała z udziałem ziarna o grubości 2,5–2,8 mm i zawartością łuski, a dodatnio z ilością ziarna o grubości poniżej 2,2 mm i zawartością pentozanów rozpuszczalnych. Masa 1000 ziaren zwiększała się przy wzroście zawartości skrobi, łuski oraz ilości ziarna o grubości powyżej 2,8 mm i zmniejszeniu udziału frakcji poniżej 2,2 mm.
3. Odmiany owsa zawierały dużo białka ogółem i mało skrobi. Aktywność enzymów proteolitycznych i wartości liczby opadania były wysokie. Nie wykazano różnic pomiędzy odmianami pod względem zawartości białka ogółem, skrobi, pentozanów rozpuszczalnych, nierozpuszczalnych oraz aktywności proteolitycznej i liczby opadania. Próbkę pochodzącą z Jeleniej Góry zawierały więcej białka ogółem i skrobi oraz miały niższą liczbę opadania niż próbki z Bobrownik.
4. Zawartość białka ogółem ujemnie korelowała z ilością ziarna o grubości powyżej 2,8 mm i liczbą opadania.

LITERATURA

- Abramczyk D., Rothkaehl J. 1993. Wartość technologiczna ziarna owsa ze zbiorów z 1992 roku. *Prz. Zboż. Młyn.* 6: 11 — 12.
- Biskupski A., Bogdanowicz M., Subda H. 1984. Właściwości fizyczne ziarna oraz ilość i jakość białek u jęczmienia jarego, owsa i pszenżyta. *Hod. Rośl. Aklim.* 28, 3: 265 — 274.
- Flaczyk E., Kamiński E., Głapińska G. 1978. Aktywność proteolityczna ziarna zbóż w okresie dojrzewania i porostania. *Hod. Rośl. Aklim.* 226: 412 — 417.
- Gąsiorowski H. 1993. Owies jako surowiec dla przetwórstwa spożywczego. *Post. Nauk. Rol.* 1: 71 — 78.
- Gąsiorowski H., Klockiewicz-Kamińska E., Chalcarz A., Górecka D. 1997 a. Charakterystyka polskiego owsa. Część I. *Prz. Zboż. Młyn.* 6: 23 — 27.
- Gąsiorowski H., Klockiewicz-Kamińska E., Chalcarz A., Górecka D. 1997 b. Charakterystyka polskiego owsa. Część II. Technologiczne wskaźniki jakości polskiego owsa. *Prz. Zboż. Młyn.* 7: 42 — 43.
- Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P. 1994. Wartość technologiczna żyta i metody jej oceny. W: *Żyto: chemia i technologia*. Red. H. Gąsiorowski. PWRiL, Poznań: 170 — 184.
- Gudmundsson M., Eliasson A. C. 1989. Some physicochemical properties of oat starches extracted from varieties with different oil contents. *Acta. Agric. Scand.* 39: 101 — 105.
- Gunarson E. 1985. Effects of selection for sprouting resistance in rye. *Proc. of the Meeting of Cereal Section on Rye.* June 11–13 Sweden, 569 — 572.
- Hashimoto S., Shogren M. D., Bolte L. C., Pomeranz Y. 1987. Cereal pentosans: Their estimation and significance. III. Pentosans in abraded grains and milling by products. *Cereal Chem.* 64: 39 — 41.
- Kent-Jones D. W., Amos A. J. 1967. *Modern. Cereal Chem.* (6th Ed. Food Trade Press): London.
- Kowalewski W. 1996. Wpływ surowca na jakość płatków owsianych. *Prz. Zboż. Młyn.* 8: 10.
- Kruger J. E., Marchylo B. A. 1985. A comparison of the catalysis of starch components by isoenzymes to two major groups of germinated wheat α -amylase. *Cereal Chem.* 62: 11 — 18.
- Lue S., Hsieh F., Huff H. E. 1991. Estimation cooking of corn meal and sugar beet fiber: effects on expansion properties, starch gelatinization and dietary fiber content. *Cereal Chem.* 68: 227 — 234.
- Ma C.-Y. 1983. Chemical characterization and functionality assessment of protein concentrates from oats. *Cereal Chem.* 60: 36 — 42.
- McMullen M. S. 1991. Oats. *Handbook of cereal science and technology*. K. J. Lorenz and K. Kulp (eds.), Marcel Dekker, New York.
- Newman C. W., Newman R. K. 1992. Nutritional aspects of barley as a food grain. *International Symposium*, 7–10 September 1992. Uppsala, Sweden: 134 — 138.
- Paton D. 1986. Oat starch: physical, chemical and structural properties. In: *Oats: chemistry and technology*. Webster F. H. (ed.), AACC, St. Paul. M. N.
- Peterson D. M. 1976. Protein concentration of protein fractions, and amino acid balance in oats. *Crop Sci.* 16: 663.
- Pomeranz Y. (Ed.) 1973. *Industrial uses of cereals*. AACC St. Paul. M.N.
- Robbins G. S., Pomeranz Y., Briggles L. W. 1971. Amino acid composition of oat groats. *J. Agric. Food Chem.* 19: 536 — 540.
- Rothkaehl J. 1991. Wymagania technologiczne dla ziarna owsa do przetwórstwa na płatki owsiane. *Prz. Zboż. Młyn.* 7: 7 — 8.
- Subda H. 1984 a. Instrukcja wdrożeniowa oznaczania aktywności enzymów proteolitycznych. *Biul. IHAR* 152: 139 — 141.
- Subda H. 1984 b. Metoda oznaczania zawartości pentozanów rozpuszczalnych w wodzie (Instrukcja). *Biul. IHAR* 155: 225 — 226.
- Subda H., Karolini-Skaradzińska Z., Czubaszek A. 1998 a. Skład chemiczny i wartość technologiczna wybranych odmian owsa. *Biul. IHAR* 208: 111 — 122.
- Subda H., Karolini-Skaradzińska Z., Czubaszek A., Gil Z. 1998 b. Skład chemiczny kilku polskich odmian owsa. *Biul. IHAR* 208: 103 — 109.
- Vorwerck K. 1992. Industrial processing of barley for food. *International Symposium* 7–10 September, 1992 Uppsala, Sweden: 68 — 72.
- Zbiór PN i BN. Ziarno zbóż, roślin strączkowych i roślin oleistych. 1974. Wyd. Norm. Warszawa.

MARIA FABIJAŃSKA
IWONA KOSIERADZKA
MARCIN BEKTA

Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Owies nagi w żywieniu trzody chlewnej i drobiu Część I. Owies nagi w żywieniu tuczników

Application of naked oats in feeding pigs and poultry Part 1. Naked oats in feeding of fatteners

Na podstawie badań prowadzonych w latach 1994–2002, stwierdzono, że owies nagoziarnisty ze względu na swój skład chemiczny i wartość odżywczą może być stosowany w żywieniu trzody chlewnej na równi z kukurydzą i pszenicą. Owies nagi zawiera w s.m. około: 15% białka ogólnego, 2% włókna surowego i 8% tłuszczu surowego. W porównaniu z pszenicą, kukurydzą i jęczmieniem białko owsa jest bogatsze w lizynę (4,11/16 g N), włókno uboższe w ligninę (1,09%), tłuszcz zawiera porównywalne ilości UFA (ponad 81%). Zawartość β -glukanów (4,38) i fitynianów (0,39) jest wyższa niż w owsie oplewionym. Wartość energetyczna owsa nagego (16,6 MJ EM/kg) dorównuje pszenicy i kukurydzy. Strawność owsa nagego jest wysoka — 80% dla substancji organicznej. Udział 55% owsa nagego w mieszance pełnoporcjowej dla tuczników pozwala na osiągnięcie średnich przyrostów dobowych 855 g (grupa kontrolna z takim samym udziałem jęczmienia 784 g), przy podobnych jak w w grupie kontrolnej wskaźnikach wydajności rzeźnej i nieco większym otluszczeniu tuszy.

Słowa kluczowe: owies nagi, skład chemiczny, wartość energetyczna, tuczniki, przyrosty

Based on the studies conducted in the years 1994–2002, it was found that the naked oats could be used equally as maize and wheat in feeding of pigs, due to its chemical composition and nutritive value. The naked oat contains 15% of crude protein, 2% of crude fibre and 8% of crude fat in dry matter. As compared to wheat, maize and barley, oats protein is more abundant in lysine (4.11 gg/16 g of N), fibre contains less lignin (1.09%) and fat contains the comparable quantities of UFA (more than 81%). The content of β -glucanes (4.38) and phytates (0.39) is higher in hulled oats. Energetic value of naked oats (16.6 MJ ME/kg) is equal to that of wheat and maize. Digestibility of naked oats is high — 80% for organic substance. The 55% participation of naked oats in the full-ration mixture for fatteners allows reaching the mean daily gains of 855 g (the control group with the same participation of barley showed gains of 784 g) with the similar indices of dressing percentage and somewhat higher carcass fattening as compared to the control group.

Key words: naked oats, chemical composition, energetic value, fatteners, body weight gains

WSTĘP

Owies w żywieniu trzody chlewnej i drobiu ma bardzo ograniczone zastosowanie ze względu na dużą zawartość włókna surowego. Składnik ten obniża jego wartość energetyczną tak, że nie może on konkurować pod tym względem z innymi zbożami. Trzoda chlewna i drób, które prawie nie trawia włókna mogą otrzymywać w dawkach pokarmowych tylko niewielkie ilości tego zboża. Oprócz cennych zalet owies ma również cechy ujemne, które nie pozwalają na jego zastosowanie w żywieniu zwierząt bez ograniczeń. Jedną z tych cech jest skład frakcji węglowodanowej owsa. Znaczną część węglowodanów stanowią polisacharydy nieskrobiowe, do których należą β -glukany i pentozany. Związki te mają zdolność wchłaniania dużej ilości wody tworząc lepkie roztwory. W środowisku przewodu pokarmowego duża lepkość treści pokarmowej utrudnia trawienie i pogarsza wykorzystanie paszy. Trzoda chlewna nie jest specjalnie wrażliwa na obecność tych substancji w paszy ze względu na silnie kwaśny odczyn w żołądku, który je częściowo dezaktywuje. Natomiast szczególnie niekorzystne są one dla drobiu, gdyż pogarszają wyraźnie wyniki produkcyjne, a dodatkowo powodują wydalanie rzadkich, lepkich odchodów. Utrudnia to utrzymanie higieny w kurnikach i stwarza dobre warunki dla rozwoju szkodliwych drobnoustrojów.

Innym czynnikiem ograniczającym wartość odżywczą owsa jest fosfor fitynowy. Jest on trudno dostępny dla zwierząt. Jego szkodliwe działanie polega na tworzeniu związków chelatowych z różnymi związkami mineralnymi, przez co w organizmie mogą powstawać niedobory tych składników. Mogą też chelatować białka, np. enzymy trawienne, przez co stają się one nieaktywne.

Podwyższona zawartość fosforu fitynowego w ziarnie owsa nagiego, jest szkodliwa szczególnie dla drobiu.

Skład chemiczny owsa nagiego podobnie jak i innych zbóż, może podlegać wahaniom pod wpływem czynników środowiskowych: jak gleba, nawożenie oraz warunków klimatycznych, występujących w poszczególnych latach uprawy. Dotyczy to zarówno podstawowych składników pokarmowych, jak i substancji antyodżywczych.

Poza tymi ograniczeniami owies ma wiele cennych zalet jako pasza. Dobry smak, właściwości dietetyczne oraz działanie pobudzające przemiany metaboliczne w organizmie czynią go wartościowym składnikiem diet dla zwierząt. Niemale znaczenie ma także fakt, że zboże to mając stosunkowo niewielkie wymagania glebowe może być uprawiane na terenie całego kraju (Nita, 1999).

Odmiany nagie owsa mogą być stosowane zarówno w żywieniu trzody chlewnej, jak i drobiu (Brand i Merve, 1996; Fabijańska i in., 2002; Kosieradzka, 1999).

W Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej SGGW prowadzone są od 1994 roku badania nad owsem nagim i jego przydatnością w żywieniu zwierząt. Początkowo prace prowadzono nad rodami tego zboża, a po zarejestrowaniu odmiany Akt, już nad tą odmianą. Oznaczono wszechstronnie skład chemiczny tego zboża i wartość energetyczną na kurczętach i tucznikach. Następnie w doświadczeniach produkcyjnych sprawdzono jego przydatność w żywieniu drobiu i świń. Przegląd tych badań przedstawiamy w niniejszym opracowaniu.

Skład chemiczny i wartość pokarmowa owsa

Ziarno owsa nagiego z powodu braku łuski różni się zasadniczo składem chemicznym i wartością energetyczną od owsa oplewionego. Największe różnice pomiędzy owsem oplewionym i nagim dotyczą zawartości włókna, białka i tłuszczu. Są to te składniki, które decydują o wartości odżywczej i energetycznej paszy. Owies nagi wartością energetyczną i białkową przewyższa zboża uznawane za najlepsze w żywieniu zwierząt monogastycznych jak pszenica i kukurydza. Owies nagi w porównaniu z oplewionym ma nie tylko mniej włókna (tab. 1), ale też jego skład jest znacznie korzystniejszy. Zawartość ligniny (ADL), która najbardziej obniża strawność i wartość odżywczą pasz jest w owsie nagim w porównaniu do oplewionego mniejsza o blisko 80% i zbliżona do poziomu tego składnika w pszenicy (tab. 2).

Tabela 1

Skład chemiczny i wartość energetyczna owsa i innych zbóż stosowanych w żywieniu trzody chlewnej w % s.m. (Kosieradzka, 1999; Normy żywienia świń, 1993)
Chemical composition and energetic value of naked oat and other cereals (% in DM), (Kosieradzka, 1999; Normy żywienia świń, 1993)

Rodzaj zboża Cereal species	Popiół surowy Crude ash	Białko ogółem Crude protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	Bezazotowe wyciągowe N-free extracts	MJ EM/kg
Owies nagi Naked oat	2,28	15,02	7,92	1,93	72,78	16,60
Owies oplewiony Hulled oat	2,73	10,07	4,71	13,21	69,28	12,80
Pszenica Wheat	1,97	15,59	1,72	2,22	78,49	15,80
Kukurydza Maize	1,16	9,86	5,00	2,11	81,87	15,90
Jęczmień Barley	3,06	12,5	2,39	5,45	76,59	14,32

Tabela 2

Zawartość frakcji włókna (% s.m.) w ziarnie owsa nagiego i pszenicy (Kosieradzka, 1999)
Content of fibre fraction (% in DM) in the grain of naked oat and wheat (Kosieradzka, 1999)

Rodzaj ziarna Type of grain	ADF	ADL	NDF
Owies nagi Naked oat	3,38	1,09	12,56
Owies oplewiony Hulled oat	19,85	5,21	37,81
Pszenica Wheat	3,61	1,13	14,12

Porównywalna z pszenicą jest również zawartość białka ogółem, a jego skład aminokwasowy jest korzystny (tab. 3). Zawartość niemal każdego z aminokwasów egzogennych jest wyższa w białku owsa nagiego niż w białku pszenicy, a nawet jęczmienia, który stosowany jest bez ograniczeń w żywieniu wrażliwych na jakość białka świń.

Tabela 3

Skład aminokwasowy białka owsa nagiego, owsa oplewionego, pszenicy i jęczmienia w g/16 g N (Kosieradzka, Fabijańska, 2001; Normy żywienia świń, 1993)
Amino-acid composition of protein in naked oat, hulled oat, wheat and barley, in 16 g N (Kosieradzka, Fabijańska, 2001; Normy żywienia świń, 1993)

Aminokwas Amino-acid	Owies nagi Naked oat	Owies oplewiony Hulled oat	Pszenica Wheat	Jęczmień Barley
lys	4,11	3,98	2,58	3,60
met	1,70	1,66	1,47	1,60
cys	3,07	3,04	2,37	2,10
thr	3,48	3,45	2,84	3,50
val	5,51	5,12	4,34	5,00
arg	6,85	6,86	4,91	4,70
ile	3,74	3,68	3,50	3,50
leu	7,39	7,34	6,83	6,50
phe	5,16	4,97	4,57	5,00
his	2,24	2,20	2,34	2,20

Ważnym składnikiem owsa jest tłuszcz. Owies nagi zawiera go wyjątkowo dużo. W składzie tłuszczu owsa nagiego przeważają kwasy tłuszczowe nienasycone (UFA). Stanowią one ponad 80% składu tłuszczu, tj. o około 2%–3% więcej niż w tłuszczu pszenicy i kukurydzy. Jednak w składzie UFA przeważają kwasy tłuszczowe jednonienasycone (MUFA) zwłaszcza oleinowy, zaś wielonienasyconych (PUFA) jest mniej. Ponieważ jednak ogólna zawartość tłuszczu w owsie nagim jest wyższa niż w porównywanych zbożach to również większa jest ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, tak, że jest on dobrym źródłem tych niezbędnych składników (tab. 4).

Tabela 4

Zawartość kwasów tłuszczowych (%) w tłuszczu ziarna owsa nagiego, oplewionego, pszenicy i kukurydzy (Kosieradzka, 1999)
Content of fatty acids (%) in fat of naked oat grain, dehulled oat, wheat and maize (Kosieradzka, 1999)

Rodzaj zboża Cereal species	SFA	UFA	MUFA	PUFA	SFA : PUFA
Kwas tłuszczowy Fatty acids					
Owies nagi Naked oat	18,6	81,4	43,3	38,0	1 : 2,0
Owies oplewiony Hulled oat	20,4	79,6	40,5	39,2	1 : 1,9
Pszenica Wheat	19,4	80,6	17,5	63,1	1 : 3,3
Kukurydza Maize	15,1	84,6	28,8	56,1	1 : 3,7

Dla sprawdzenia czy w ziarnie o dużej koncentracji tłuszczu, pozbawionym łuski podczas przechowywania, nie następuje oksydacyjna degradacja nienasyconych kwasów tłuszczowych, analizę na zawartość tych kwasów wykonano ponownie po dwóch latach (tab. 5). Całe ziarno podsuszone do zawartości wilgoci 10% przechowywano w warunkach laboratoryjnych. Jak wynika z danych zawartych w tabeli 5 po dwóch latach przechowywania nie nastąpiły wyraźne zmiany w zawartości kwasów tłuszczowych.

Minimalna autooksydacja dotyczyła tylko kwasu linolowego. Wynik ten jest zgodny z badaniami Molteberga i wsp. (1996), którzy uważają, że degradacja kwasów tłuszczowych następuje tylko w złych warunkach przechowywania (wilgoć).

Tabela 5

Porównanie zawartości kwasów tłuszczowych (%) w tłuszczu ziarna owsa nagiego (jednego z rodów) w roku jego zbioru i po dwóch latach przechowywania (Kosieradzka, 1999)
Comparison of fatty acid content (%) in fat of naked oat grain (one of the lines) in the year of harvesting and after 2 years of storage (Kosieradzka, 1999)

Owies nagi Naked oat	Kwas tłuszczowy Fatty acids	SFA	UFA	MUFA	PUFA	SFA : PUFA
W roku zbioru Year of harvesting		18,6	81,4	43,5	37,9	1 : 2,0
Po dwóch latach After two years		19,6	80,4	43,4	37,0	1 : 1,9

Substancje antyodżywcze w owsie

W owsie nagim koncentracja β -glukanów jest większa niż w ziarnie oplewionym, a także w innych gatunkach zbóż (tab. 6). Wysoka lepkość ekstraktu z ziarna owsa jest spowodowana nie tylko dużą zawartością β -glukanu rozpuszczalnego, ale także specyficzną budową jego cząsteczek, które mają zdolność wchłaniania większej ilości wody niż to ma miejsce w innych zbożach (Cyran, 1997).

Owies nagi w porównaniu z pszenicą i kukurydzą zawiera również więcej fosforu fitynowego (tab. 7). Zawartość wymienionych substancji antyodżywczych oraz ich negatywne działanie można znacznie zmniejszyć przez dodatek odpowiednich enzymów paszowych, β -glukanazy i fitazy.

Tabela 6

Zawartość β -glukanów i pentozańców (% s.m.) oraz lepkość kwaśnego ekstraktu ziarna owsa nagiego i porównywanych zbóż (Kosieradzka, 1999)
Content of β -glucans and pentosans (% DM) and viscosity of acid extract of grain in naked oat and other cereals (Kosieradzka, 1999)

Rodzaj ziarna Grain	β -glukany β -glucans			Pentozany rozpuszczalne Soluble pentosans	Lepkość kwaśnego ekstraktu Viscosity of acid extract
	rozpuszczalne soluble	nierozpuszczalne insoluble	ogólne total		
Owies nagi Naked oat	0,84	3,54	4,38	0,44	6,15
Owies oplewiony Hulled oat	0,63	3,07	3,70	0,42	4,16
Pszenica Wheat	0,28	0,73	1,00	0,83	1,63
Kukurydza Maize	0,12	0,65	0,78	0,26	0,85

Tabela 7

Zawartość (% s.m.) fosforu fitynowego i ogólnego w ziarnie owsa nagiego i porównywanych zbożach (Kosieradzka, 1999)

Content (% DM) of phytic and total P in grain of naked oat and other cereals (Kosieradzka, 1999)

Rodzaj ziarna Grain	Fosfor Phosphorus	
	fitynowy phytic	ogólny total
Owies nagi — Naked oat	0,39	0,57
Owies oplewiony — hulled oat	0,33	0,46
Pszenica — Wheat	0,24	0,37
Kukurydza — Maize	0,29	0,34

Owies nagi w doświadczeniach na tucznikach

Przeprowadzono doświadczenia nad tuczem świń z różnym udziałem owsa nagiego od 30%–98% w mieszankach pełnoporcjowych. Określono niektóre wskaźniki fizjologiczne takie jak strawność oraz bilans azotu i produkcyjne jak wielkość przyrostów, zużycie paszy, energii i białka na 1 kg przyrostu a także oznaczono wybrane parametry analizy rzeźnej oraz cechy sensoryczne i fizyko-chemiczne tkanki mięsnej (mięśnia najdłuższego grzbietu) tuczników. W doświadczeniach tych jako zboża kontrolne dla owsa stosowano jęczmień i pszenicę.

Tabela 8

Współczynniki strawności mieszanek o zawartości owsa 0 i 30% (Kosieradzka i in., 1999)
Digestibility coefficients of the mixtures containing 0 and 30% of oat (Kosieradzka et al., 1999)

Grupa Group	Retencja N g N-retention	Współczynniki strawności Digestibility coefficients				
		substancja organiczna organic mater	białko ogółem crude protein	tłuszcz surowy crude fat	włókno surowe crude fibre	bezażotowe wyciągowe N-free extract
0% owsa nagiego 0% of naked oat	24,4	82,4	78,6	23,0	21,1	88,7
30% owsa nagiego 30% naked oat	26,25	80,8	79,3	46,3	8,2	86,6

Współczynniki strawności owsa nagiego oraz jego wartość energetyczna oznaczone na tucznikach żywionych samym owsem (98%):

Digestibility coefficients of naked oat and its energetic value, as determined in fatteners fed the oat alone (98%):

— masa organiczna; organic mater	82,8
— białko ogółem; crude protein	82,3
— tłuszcz surowy; crude fat	73,6
— włókno surowe; crude fibre	13,5
— bezażotowe wyciągowe; N-free extractives	88,8
— Energia brutto MJ/kg; Gross energy	17,5
— EM MJ/kg	15,4
— EM:EB	87,7

Masa ciała tuczników w dniu rozpoczęcia doświadczenia we wszystkich doświadczeniach i grupach była wyrównana i wynosiła około 30 kg. W doświadczeniu, w którym zastosowano 0, 30 i 98% udział owsa nagiego (Kosieradzka i in., 1999) skład mieszanek był następujący:

- grupa 1 — kontrolna otrzymywała mieszankę z udziałem jęczmienia i pszenicy (pszenica — 30%),
- grupa 2 — mieszankę, w której pszenicę zastąpiono owsem nagim (30%),
- grupa 3 — otrzymywała wyłącznie owies nagi uzupełniony składnikami mineralnymi i witaminami (Polfamiks T w ilości 2% jak w grupie 1 i 2) oraz preparat enzymatyczny zawierający β -glukanazę (Porzyme 8100).

Mieszanki dla grup 1 i 2 miały zbilansowany stosunek energetyczno-białkowy dodatkiem koncentratu T oraz uzupełnioną lizynę i metioninę. Strawność mieszanek z różnym udziałem owsa przedstawia tabela 8.

Jak wynika z danych w tabeli 8 owies nagi jest bardzo dobrze trawiony przez świnię. Wyższe niż w grupie kontrolnej współczynniki strawności dla białka i tłuszczu w grupie 2, gdzie owies zastąpił pszenicę świadczą o wysokiej wartości tego zboża dla świń. Wskaźniki produkcyjne przedstawia tabela 9.

Tabela 9

Wybrane wskaźniki produkcyjne tuczników żywionych mieszankami o zawartości owsa nagiego 0%–98% (Kosieradzka, 1999)

The selected production parameters of fatteners, fed the mixtures containing 0%–98% of naked oat (Kosieradzka, 1999)

Udział owsa nagiego w mieszance Participation of naked oat in the mixture	Masa ciała końcowa Final body weight (kg)	Średni przyrost dzienny Mean daily gain (g)	Pobranie paszy za 90 dni tuczu Intake for 90 days of fattening (kg)	Zużycie na 1 kg przyrostu mc Feed consumption per 1 kg of body weight gain		
				paszy feed (kg)	EM MJ	białka protein (g)
0%	108,0	866	231	2,96	35,7	476
30%	108,9	872	221	2,82	36,9	459
98%	94,4	707	202	3,20	48,4	401

Trzydziesto procentowy udział owsa nagiego w mieszance z powodzeniem zastąpił taką samą ilość pszenicy. W grupie tej wskaźniki zużycia i wykorzystania pasz były nawet lepsze niż w grupie kontrolnej (Kosieradzka, 1999; Kosieradzka, Fabijańska, 1999). Jest to zgodne z wynikami badań Morrisa i Burrowsa (1986). Tuczniaki żywione samym owsem miały gorsze wyniki, co jest zrozumiałe ze względu na brak zbilansowania dawki pokarmowej (nadmiar energii, niedobór aminokwasów). Przy takim żywieniu uzyskany przyrost masy ciała 700 g nie jest wynikiem złym. Myer i wsp. (1985), Morris i Burrows (1986) oraz Brand i van den Merwe (1996) stosowali równie wysokie dawki owsa w tuczu (od 79 do 97%) i nie stwierdzili istotnego pogorszenia wskaźników produkcyjnych u tuczników. Wskaźniki analizy rzeźnej przedstawia tabela 10. Większość wskaźników analizy rzeźnej była podobna we wszystkich grupach. Największa różnica wystąpiła w grubości słoniny pomiędzy grupą kontrolną a pozostałymi. Grupa kontrolna miała najgrubszą słoninę. Jest to zgodne z badaniami Branda i van der Merve (1996). Wydajność rzeźna była tylko nieznacznie wyższa w grupach doświadczalnych. Morris i Burrows (1986) stwierdzili poprawę wydajności rzeźnej w stosunku do kontroli przy 97% udziale owsa nagiego.

Tabela 10

Wybrane wskaźniki analizy rzeźnej tuczników żywionych mieszankami z 0, 30 i 98% udziałem owsa nagiego (Kosieradzka, 1999)

The selected indices of slaughter analysis of fatteners, fed the mixtures containing 0, 30 and 90% of naked oat (Kosieradzka, 1999)

Udział owsa nagiego w mieszance Participation of naked oat in mixture	Masa ciała tuczniaka przy uboju kg Body weight of fattened animal at slaughter	Wydajność rzeźna Dressing percentage (%)	Grubość słoniny (średnio z 5 punktów pomiaru) Backfat thickness (mean from 5 points measurement) (mm)	Oko polędwicy Loin „eye” area (cm ²)	Masa wątroby Liver weight (kg)
0%	112,0	76,3	29,1	41,4	1,83
30%	108,6	77,0	25,8	43,6	1,84
98%	111,1	77,3	25,7	46,4	1,88

Tabela 11

Wyniki strawności i bilansu azotu (Fabijańska, Bekta, 2001)
Results of digestibility and nitrogen balance (Fabijańska, Bekta, 2001)

Wyszczególnienie Specification	Współczynniki strawności % Digestibility coefficients		
	grupa — group*		
	1	2	3
Substancja organiczna Organic matter	80,35	83,17	86,69
Białko ogółem Crude protein	75,11	80,58	84,02
Tłuszcz surowy Crude fat	50,20	68,20	78,99
Włókno surowe Crude fibre	28,25	26,30	35,64
Bezasotowe wyciągi N-free extracts	86,81	88,62	90,66
Bilans azotu — Nitrogen balance			
Retencja azotu g N-retention g	25,61	26,06	34,16
Retencja azotu w % N pobranego N-retention in % of the N-intake	43,80	41,79	55,39

* Groups fed with mixtures: 1 — control (30% wheat)
2 — with wheat substituted by oat (30%)
3 — naked oat with mineral, vitamin and (β-glucanase additions

W innym doświadczeniu porównywano efekt zastąpienia owsem nagim jęczmienia. (Fabijańska, Bekta, 2001). W doświadczeniu tym badano ponadto wpływ dodatku zeolitu na wyniki produkcyjne tuczników. Tuczniaki były żywione:

- grupa 1 — jęczmień 55% + pszenica 30%,
- grupa 2 — owies nagi 55% + pszenica 30%,
- grupa 3 — owies nagi 55% + pszenica 27% + zeolit 3%.

Mieszanki zbilansowano 15% dodatkiem koncentratu białkowego oraz uzupełniono lizynę. Wszystkie mieszanki były izoenergetyczne i izobiałkowe (tab. 11).

Tuczniki żywione mieszankami z owsem lepiej trawiły i wykorzystywały paszę, choć różnice pomiędzy grupą kontrolną i 2 nie były istotne. Natomiast istotne różnice wystąpiły pomiędzy grupą 3 i kontrolną we wszystkich oznaczonych wskaźnikach. Jednak był to wpływ dodatku zeolitu, a nie owsa. Wyniki produkcyjne tuczników przedstawiono w tabeli 12.

Tabela 12

Wyniki produkcyjne tuczu (Fabijańska, Bekta, 2001)
Results of feeding (Fabijańska, Bekta, 2001)

Wyszczególnienie Specification	Grupa* Group		
	1	2	3
Początkowa masa ciała (kg) Initial body weight (kg)	27	26	28
Końcowa masa ciała (kg) Final body weight (kg)	104	111	102
Przyrosty dobowe (g) Daily gains (g)	784	855	789
zużycie na 1 kg przyrostu: consumption per 1 kg gain:			
Mieszanka (kg) Mixture (kg)	3,16	2,81	3,03
Białka ogółem (g) Crude protein (g)	508	446	493
EM (MJ)	36,4	35,0	38,8

* Feed groups as in Table 11

Najlepsze wyniki stwierdzono w grupie 2 gdzie w mieszance jęczmień zastąpiono owsem nagim. Nieco gorsze od grupy kontrolnej wyniki uzyskala grupa 3, ale znów należy to przypisać działaniu dodatku zeolitu. Zeolit poprawił wprawdzie strawność i bilans azotu, ale nie znalazło to odbicia w wynikach produkcyjnych. Dobre wyniki tuczu mieszankami z 50% udziałem owsa nagiego uzyskali też Friendt i wsp. (1988), którzy uznali w swych badaniach ten udział owsa nagiego za optymalny. Niektóre parametry analizy rzeźnej zestawiono w tabeli 13.

Tabela 13

Wyniki analizy rzeźnej tuczników (Fabijańska, Bekta, 2001)
Results of slaughter analysis of fatteners (Fabijańska, Bekta, 2001)

Wyszczególnienie Specification	Grupa* Group		
	1	2	3
Grubość słoniny (średnia z 5 pomiarów) mm Backfat thickness (mean from 5 measurements) mm	23,82	26,93	22,49
Oko poledwicy w cm ² Loin „eye” area — cm ²	46,86	48,64	42,09

* Feed groups as in Table 11

Tuczniki otrzymujące mieszankę z 55% udziałem owsa były w nieznacznym stopniu bardziej otluszczone. Słonina była grubsza u tych tuczników tylko w jednym punkcie nad

łopatką (różnica była statystycznie istotna). Przy średniej z 5 pomiarów różnica w grubości słoniny mieściła się w granicy błędu statystycznego. W tabeli 14 przedstawiono skład chemiczny oraz wyniki oceny organoleptycznej i fizyko-chemicznej tkanki mięśniowej.

Tabela 14

Skład chemiczny (%) oraz wyniki oceny sensorycznej i cech fizyko-chemicznych mięśnia najdłuższego grzbietu (Fabijańska, Bekta, 2001)

Chemical composition (%) and results of sensory evaluation and physico-chemical properties of the *longissimus dorsi* muscle (Fabijańska, Bekta, 2001)

Wyszczególnienie Specification	Grupa — Group*		
	1	2	3
Skład chemiczny %: Chemical composition:			
sucha masa dry matter	25,62	26,18	23,92
popiół surowy crude ash	0,94	1,06	1,02
białko ogółem crude protein	23,16	22,65	23,07
ekstrakt eterowy ether extract	1,0	4,26	3,61
Wodochłonność (%) Water absorption (%)	1,20	0,78	-0,4
Wyciek termiczny (%) Thermal loss	3,46	2,93	2,88
PH	5,40	5,40	5,43
Barwa (pkt) Colour	4,80	4,70	4,83
Zapach (pkt) Flavour	4,68	4,60	4,75
Smak (pkt) Taste	4,73	4,68	6,65
Konsystencja (pkt) Consistency	4,73	4,65	4,08

* Feed groups as in Table 11

Tabela 15

Zawartość kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięśniu najdłuższym grzbietu tuczników żywionych mieszankami o zróżnicowanym udziale owsa nagiego (Kosieradzka, 1999)

Content of fatty acids and cholesterol in the *longissimus dorsi* muscle of fatteners, fed the mixtures with different percentage of naked oat (Kosieradzka, 1999)

Mieszanka Mixture	SFA %	UFA %	PUFA %	MUFA %	SFA : MUFA : PUFA	Cholesterol ogólny Total cholesterol (mg/100g)
0% owsa nagiego 0% of naked oat	41,60	58,31	8,98	49,33	1: 0,8: 0,2	70,10
30% owsa nagiego 30% of naked oat	41,51	58,49	9,10	49,39	1: 0,8: 0,2	69,80
98% owsa nagiego 98% of naked oat	41,49	58,51	9,13	49,38	1: 0,8: 0,2	68,90

Tuczniki otrzymujące w mieszance 55% owsa nagiego zamiast jęczmienia były bardziej otłuszczone od grupy kontrolnej. Różnica w zawartości tłuszczu w mięśniu najdłuższym

grzbietu w grupie 2 w porównaniu z kontrolną była statystycznie istotna. Odbiega to od wcześniejszych badań (Friend i in., 1988; Kosieradzka, 1999), gdzie nawet przy żywieniu samym owsem nagim nie stwierdzono zwiększenia otluszczenia tuczników. W ocenie organoleptycznej mięsa nie stwierdzono różnic pomiędzy grupami. Natomiast gorszą konsystencję miało mięso tuczników otrzymujących zeolit.

W tkance mięśnia najdłuższego grzbietu tuczników żywionych mieszankami z owsem stwierdzono nieznacznie większą zawartość kwasów tłuszczowych nienasyconych oraz mniejszą zawartość cholesterolu (tab. 15).

PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Owies nagi różni się znacznie składem chemicznym od owsa oplewionego. Dużo niższa zawartość włókna i korzystny jego skład oraz podwyższona zawartość tłuszczu wpłynęły na wzrost wartości energetycznej tego zboża tak, że dorównuje ono, a nawet przewyższa pod tym względem kukurydzę i pszenicę. Zawartość białka w owsie nagim dorównuje pszenicy, ponadto jest ono lepszej jakości. Białko owsa zawiera większe ilości prawie wszystkich aminokwasów egzogennych w porównaniu z pszenicą, jęczmieniem i kukurydzą, zbożami najczęściej stosowanymi w żywieniu zwierząt. Ten dobry skład chemiczny pozwala na stosowanie owsa nagiego w żywieniu świń i drobiu, tj. zwierząt, które mają bardzo wysokie wymagania pokarmowe. Podwyższona zawartość β -glukanów nie stwarza większych problemów w żywieniu świń, gdyż tolerują one dobrze obecność tych związków w paszy. W doświadczeniu, w którym owies nagi stanowił 55% składu mieszanki pełnoporcjowej nie zaobserwowano pogorszenia wyników fizjologicznych i produkcyjnych zwierząt, mimo iż nie dodawano tu enzymów.

W doświadczeniach bilansowych odnotowano wysoką strawność wszystkich składników pokarmowych owsa.

W doświadczeniach produkcyjnych na tucznikach stosowano w mieszankach zróżnicowane poziomy owsa od 30, 55 i 98%. Przy poziomie 30 i 55% nie stwierdzono pogorszenia wyników produkcyjnych zwierząt a nawet odnotowano nieco wyższe przyrosty tuczników w porównaniu do grup kontrolnych i niższe zużycie paszy na 1 kg przyrostu. Dieta, w której owies nagi był jedyną paszą (poza dodatkiem premiksu) pozwoliła na uzyskanie ponad 700 g przyrostu dobowego. Żywienie samym owsem miało na celu określenie wartości energetycznej owsa i sprawdzenie skutków zdrowotnych. W czasie trwania doświadczenia nie zaobserwowano u zwierząt żadnych symptomów choroby jednak wyniki dysekcji wykazały u tych zwierząt zwiększoną masę wątroby (Kosieradzka, Fabijańska, 1999). Być może jest to wynik działania substancji antyodżywczych w owsie prawdopodobnie fitynianów.

Analiza rzeźna wykazała, że przy 30% udziale owsa w mieszance nie następuje zwiększone odkładanie tłuszczu w ciele tuczników, natomiast przy 55% udziale owsa nagiego stwierdzono nieznaczny wzrost otluszczenia tuszy (Fabijańska i in., 2001).

W ocenie organoleptycznej i fizyko-chemicznej tkanki mięśniowej (*longissimus dorsi*) nie stwierdzono istotnych różnic w badanych parametrach pomiędzy grupami doświadczalnymi tuczników żywionymi mieszankami z udziałem owsa nagiego a kontrolną.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że ziarno owsa nagiego jest wysokoenergetyczną paszą o średniej zawartości białka dobrej jakości, odpowiednią dla wysokoprodukcyjnych zwierząt. Udział 50% ziarna tego zboża w mieszance pełnoporcjowej jest dawką bezpieczną nie wymagającą stosowania dodatku preparatów enzymatycznych.

LITERATURA

- Brand T. S., van der Merve J. P. 1996. Naked oats (*Avena nuda*) as a substitute for maize in diets for weanling and grower — finisher pigs. *Anim. Feed Sci Technol* 57: 139 — 147.
- Cyran M. 1997. Skład chemiczny i właściwości fizyko-chemiczne włókna pokarmowego ziarna zbóż. *Mat Konf. Włókno pokarmowe — skład chemiczny i biologiczne działanie*. IHAR, Radzików: 101 — 118.
- Fabijańska M., Bekta M. 2001. The use of naked oat instead of barley in complete feed for fatteners. *J. Anim. And Feed Sci. Suppl.* 2: 219 — 224.
- Fabijańska M., Kosieradzka I., Sokół J. L., Bekta M., Bobel B. 2002. Polskie odmiany zbóż nagoziarnistych w żywieniu zwierząt. *Zesz. Nauk. PTZ Przegląd Hodowlany* 60: 197 — 210.
- Kosieradzka I. 1999. Ocena możliwości zastosowania ziarna polskiego owsa nagiego w żywieniu zwierząt monogastrycznych. *Rozprawa doktorska*. SGGW, Warszawa.
- Kosieradzka I., Fabijańska M. 1999. Polski owies nagi w intensywnym tuczu świń. *Mat konf., XXVIII sesja Żywienia Zwierząt KNZ PAN, Potrzeby pokarmowe wysokowydajnych zwierząt fermowych*. Krynica: 259 — 262.
- Kosieradzka I., Fabijańska M. 2001. Comparison of the nutritive value of naked oat and husked oat protein with wheat and maize. *J. Anim and Feed Sci.*, 10 Suppl. 2: 309 — 314.
- Kosieradzka I., Fabijańska M., Łozicki A., Siedlecki J. 1999. Zastosowanie polskiej odmiany owsa nagiego Akt w żywieniu tuczników. *Mat konf.: Current problems of breeding health and production pigs*. Ceskie Budejovice: 158 — 159.
- Friend D. V., Fortin A., Poste L. M., Butler G., Kramer J., K., G., Burrows V. D. 1988. Feeding and metabolism trials and assessment of carcass and meat quality to growing pigs fed naked oats (*Avena nuda*). *Can. J. Anim. Sci.* 68: 511 — 521.
- Morris J. R., Burrows V. D. 1986. Naked oats in grower — finisher pig diets. *Can. J. Anim. Sci.* 66: 833 — 836.
- Molteberg E., Vogt G., Nilsson A., Frolich W. 1996. Effect of storage and heat processing on the content and composition of free fatty acids in oats. *Cereal Chem.* 72: 89 — 93.
- Myer R. O., Barnett R. D., Walker W. R. 1985. Evaluation of hull — less oats (*Avena nuda* L.) in diets for young swine. *Nutr. Rep. Int.* 32: 1273 — 1277.
- Nita Z. T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Żywność* 1 (18), supl.: 186 — 192.
- Normy żywienia świń. 1993. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna.

IWONA KOSIERADZKA**MARIA FABIJAŃSKA**Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Owies nagi w żywieniu trzody chlewnej i drobiu

Część II. Owies nagi w żywieniu kurcząt brojlerów

Application of naked oats in feeding pigs and poultry **Part II. Naked oats in feeding broiler chickens**

W badaniach prowadzonych w Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego oceniano efekty tuczu kurcząt brojlerów mieszankami z różnym udziałem owsa nagiego oraz z dodatkiem enzymów. Określono strawność i wartość energetyczną owsa, przyrost masy ciała brojlerów, zużycie paszy na 1 kg przyrostu, wydajność rzeźną, fizyko-chemiczne i organoleptyczne cechy mięsa, skład chemiczny mięsa oraz zawartość kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięśniach piersiowych kurcząt. Stwierdzono, iż owies nagi jest dobrze trawiony przez kurczęta brojlery a jego strawność wzrasta po dodaniu enzymu β -glukanazy. Enzym ten zwiększa strawność frakcji włókna, na skutek tego zwiększa się wartość energetyczna owsa. Duży udział owsa w mieszance z dodatkiem enzymu poprawia wyniki produkcyjne kurcząt. Owies nie pogarsza wskaźników wydajności rzeźnej oraz cech sensorycznych mięsa, pogarsza natomiast takie cechy jak wodochłonność i termiczny wyciek mięsa. Owies nagi zwiększa w mięśniach brojlerów udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA), a zmniejsza zawartość cholesterolu. Ziarno bezłuskiego owsa jest bardzo dobrym komponentem mieszanek dla brojlerów kurzych i może być stosowany z dodatkiem enzymu bez obawy o pogorszenie wyników tuczu. Wyniki badań własnych porównano z doświadczeniami innych ośrodków naukowych oceniających m.in. kanadyjskie, brytyjskie, australijskie odmiany bezłuskiego owsa.

Słowa kluczowe: β -glukanaza, kurczęta, owies nagi, przyrost masy ciała, wartość energetyczna

In the experiments conducted at the Department of Animal Nutrition and Feed Science of Agricultural University (SGGW), broiler chickens were fed the diets containing different amount of naked oats with or without the addition of β -glucanase. Digestibility and energy value of the oats, body weight gains, feed to gain ratio, dressing percentage, physico-chemical and sensory properties of meat, chemical composition of the meat as well as fatty acids and cholesterol contents in breast muscles of the chickens were determined. It was found that the naked oats were well digested by the broiler chickens. The addition of β -glucanase increased digestibility. The enzyme supplementation resulted in the enhanced digestibility of fibre fraction and energy value of oats. A high level of oats in the diets with the addition of the enzyme slightly improved production parameters in the first weeks of the

chickens' lives as compared with the control group. The diets containing oats affected neither the dressing percentage nor the sensory properties of the meat, but it decreased water-holding capacity and drip loss of the meat. The naked oats were found to rise the share of PUFAs and lowered the cholesterol level in the muscles of broiler chicken. The naked oats are a very good component of the feeds for broiler chickens and may be used with the addition of the enzyme without deterioration of the production parameters and quality of meat. The results of our studies were compared with those of the experiments conducted at other research centres in which Canadian, British and Australian cultivars of genetically naked oats were evaluated.

Key words: β -glucanase, body weight gains, broiler chicken, energy value, naked oats

WSTĘP

Owies oplewiony jest niechętnie stosowany w żywieniu kurcząt brojlerów ze względu na wysoką zawartość włókna, którego te ptaki nie trawią. Brak łuski w nagoziarnistych odmianach owsa tak zmienił jego skład chemiczny, że stał się on porównywalny z pszenicą i kukurydzą. W Katedrze Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej SGGW od kilku lat prowadzone są badania, których celem jest ocena możliwości wprowadzenia owsa nagiego do mieszanek dla drobiu i świń. Początkowo w badaniach materiał doświadczalny stanowiły rody hodowlane owsa nagiego, potem pierwsza oficjalnie zarejestrowana polska odmiana Akt, której twórcą jest dr Nita z IHAR Strzelce k/Kutna. Badane polskie odmiany i rody owsa nagiego charakteryzuje wysoka zawartość białka ogólnego (średnio ok. 15,02%) o bardzo dobrej wartości biologicznej, dużej zawartości strawnych niezbędnych aminokwasów. (Kosieradzka i Fabijańska, 2001; Łukaszewski i in., 2001; Petkov i in., 2001) Owies nagi zawiera więcej tłuszczu surowego (średnio ok. 7,92%) niż ziarna innych zbóż paszowych, jest bogatym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych. Ziarno owsa nagiego zawiera substancje o charakterze antyżywniowym — betaglukany, a znaczna część fosforu związana jest w postaci niedostępnych dla organizmu związków fitynowych. (Kosieradzka, 1999).

W poniższym opracowaniu przedstawiono wyniki badań własnych, w których określono strawność, wartość energetyczną ziarna polskiego owsa nagiego dla brojlerów oraz wyniki doświadczeń produkcyjnych zmierzających do określenia optymalnego udziału tego zboża w mieszance, a także jego wpływ na wydajność rzeźną i jakość mięsa. Wyniki badań polskich odmian owsa prowadzonych w KŻŻiGP porównano z wynikami badań innych ośrodków naukowych, w których oceniano możliwość stosowania nagoziarnistych odmian owsa w żywieniu drobiu.

Strawność składników pokarmowych owsa nagiego

Trawienie składników pokarmowych owsa jest ograniczone przez działanie zawartych w ziarnie betaglukanów tworzących w przewodzie pokarmowym roztwory koloidalne i wpływające na lepkość treści pokarmowej. Węglowodany nieskrobiowe wywołujące nadmierny rozwój mikroflory jelitowej i wodnistość odchodów (Jamroz i in., 1994) są przyczyną niższej strawności paszy, a konsekwencją tego są gorsze efekty produkcyjne. Obecność w diecie lepkich polisacharydów nieskrobiowych, do których należą betaglukany owsa, może być przyczyną zmian w budowie morfologicznej ścian przewodu pokarmowego (Boros, 1997) i upośledzać wchłanianie składników pokarmowych. Związki

te mogą także tworzyć kompleksowe struktury z enzymami trawiennymi, co skutkuje obniżeniem ich aktywności i zmienia przebieg procesów trawienia (Ikeda i Kusano, 1983). Rozpuszczalne w wodzie beta-glukany owsa powodujące obniżenie pobrania paszy i podwyższoną lepkość odchodów u kurcząt (Burrows i in., 1992; Farrel i in., 1992) mogą bardziej ograniczać wzrost zwierząt niż wysoki poziom włókna (Burnett, 1996).

Friesen i wsp. (1992) prowadząc badania nad strawnością składników pokarmowych mieszanek zawierających zróżnicowane udziały owsa nagiego kanadyjskiej odmiany Terra stwierdzili obniżenie strawności tłuszczu i białka ogółem dla kurcząt wraz z rosnącym udziałem tego zboża w diecie, ale dodatek enzymu znoszącego antyżywniowy efekt działania beta-glukanów spowodował wzrost wartości współczynników strawności. Znaczącą poprawę w zakresie badanych wskaźników fizjologicznych i produkcyjnych wynikającą ze zwiększenia strawności składników pokarmowych zanotowali po uzupełnieniu diety beta-glukanazą Farrel i wsp. (1992) fitazą i proteazą oraz antybiotykami i witaminami Burrows i wsp. (1992). Stwierdzono również, że dodanie beta-glukanazy do diety zawierającej owies zwiększa aktywność endogennej amylazy, lipazy i trypsyny wpływając pobudzająco na procesy trawienia (Almirall i in., 1995).

Tabela 1

Współczynniki strawności i wartość energetyczna owsa nagiego i oplewionego z dodatkiem, lub bez enzymu w badaniach na kurczętach
Digestibility coefficients and energetic value for chickens of naked and hulled oat with or without addition of enzymes

Parametr Parameter	Rodzaj zboża Cereal species			
	Owies nagi Naked oat	Owies nagi + enzym Naked oat + enzyme	Owies oplewiony Husked oat	Owies oplewiony + enzym Husked oat + enzyme
Białko ogółem Crude protein	80,20 A	82,62	81,93 Ab	81,65 Ab
Tłuszcz surowy Crude fat	74,30 C	84,35	54,49 A	64,25 B
Bezasotowe wyciągowe N-free extractives	77,60 B	81,73	72,26 A	76,01 B
ADF	18,20	23,85	19,70	20,48
NDF	44,60	54,37	38,94	45,55
EM MJ/kg	14,20 B	15,29	11,30A	11,35 A
EM:EB	0,74 B	0,78	0,65A	0,66 A

Średnie wartości w wierszach oznaczone literami A, B, C różnią się istotnie dla $P \leq 0,01$; literami a, b, c dla $P \leq 0,05$

Means within lines marked with letters A,B,C differ significantly at $P \leq 0.01$; with letters a, b, c differ at $P \leq 0.05$

W badaniach własnych wykazano istnienie statystycznie istotnej ujemnej korelacji pomiędzy zawartością beta-glukanów (zwłaszcza beta-glukanów rozpuszczalnych) w diecie a strawnością tłuszczu. Strawność podstawowych składników pokarmowych bezłuskiego owsa dla kurcząt jest wyższa niż owsa oplewionego, a dodanie enzymu beta-glukanazy, znoszącego antyżywniowe oddziaływanie beta-glukanów istotnie poprawia strawność tłuszczu surowego oraz związków bezazotowych wyciągowych zarówno owsa nagiego, jak i tradycyjnej odmiany owsa (tab. 1). Duża lepkość treści w największym stopniu zakłóca trawienie tłuszczów (Smulikowska, 1998) wskutek czego dodatek preparatu

enzymatycznego najkorzystniej wpływa na zmianę strawności właśnie tego składnika diety. Dodanie betaglukanazy do diety wpływa także korzystnie na strawność frakcji włókna ADF i NDF. (tab. 1).

Aminokwasy owsa nagiego są lepiej trawione niż owsa oplewionego, a dodanie betaglukanazy poprawia strawność aminokwasów zarówno nagiego, jak i oplewionego owsa. Nagi owies charakteryzuje wysoka strawność lizyny (o ok. 30% wyższa niż owsa oplewionego) (tab. 1). Dodanie betaglukanazy poprawia strawność aminokwasów owsa nagiego (średnio o 10%) podobnie jak obłuszczonego ziarna owsa tradycyjnego i strawność tłuszczu surowego (do 25%) (Kosieradzka, 1999; Edney i in., 1989).

Ujemny wpływ na strawność składników pokarmowych owsa ma zawarty w ziarnie fosfor fitynowy (Kosieradzka, 1999). Fityny w kwaśnym środowisku żołądka reagują w niespecyficzny sposób z zasadowymi resztami aminokwasów, co może prowadzić do częściowego unieczynnienia niektórych enzymów trawiennych (pepsyny, pankreatyny, α -amylazy) (Smulikowska, 1998).

Wartość energetyczna ziarna owsa nagiego dla kurcząt brojlerów

Z badań przeprowadzonych w KZZ i GP na kurczętach brojlerach wynika, że wartość pozornej energii metabolicznej owsa nagiego dla tej grupy zwierząt — 14,2 MJ/kg s.m. jest porównywalna z wartością pszenicy i kukurydzy (Normy Żywienia Drobiu, 1996) i o ok. 25–28% wyższa niż owsa oplewionego (tab. 1).

Dodatek betaglukanazy znoszącej antyżywniowe oddziaływanie betaglukanów — głównego składnika rozpuszczalnej frakcji polisacharydów nieskrobiowych zawartych w ziarnie owsa — poprawia istotnie wartość energii metabolicznej owsa nagiego dla kurcząt. Na wartość energii metabolicznej zboża wpływa negatywnie wysoka zawartość rozpuszczalnych betaglukanów ($p < 0,01$) fosforu fitynowego ($p < 0,01$) (Kosieradzka, 1999).

Zdaniem Rutkowskiego (1996) duża zawartość NSP — pentozanów i betaglukanów jest czynnikiem decydującym o niskim pobraniu paszy przez kurczęta, a wartość pozornej energii metabolicznej jest uzależniona od wielkości spożycia badanej paszy. Jednocześnie niski poziom energii metabolicznej niektórych zbóż — także owsa nagiego — jest uwarunkowany dużym udziałem włókna pokarmowego, a przede wszystkim wchodzącymi w jego skład betaglukanami i pentozanami. Betaglukany obniżają strawność składników pokarmowych głównie poprzez zmianę w lepkości treści jelita, co ogranicza możliwość ich wchłaniania. Wartość energii metabolicznej jest silnie liniowo skoregowana z lepkością ekstraktu ziarna, zależną od koncentracji rozpuszczalnych NSP (Pack i Bedford, 1998; Colleoni-Sirghie i in., 2002), ale także zależna od twardości ziarna (dostępności dla enzymów trawiennych) i w znacznym stopniu od lepkości treści jelit zwiększanej przez nadmiar rozpuszczalnych polisacharydów nieskrobiowych (Black, 2001; Svihus i Gullord, 2002).

Svihus i Gullord (2002) stwierdzili w badaniach owsa nagiego istnienie negatywnej korelacji między zawartością włókna i jego frakcji a wartością AME dla kurcząt brojlerów. Badania własne wykazały, że różnica w wartości energii brutto i zawartości betaglukanów w owsie nagim i oplewionym jest niewielka, a głównym powodem stosunkowo niskiej

wartości energetycznej owsa oplewionego w stosunku do owsa nagiego nie jest rozpuszczalna frakcja włókna (do której należą betagluki i pentozany), lecz niższa koncentracja składników pokarmowych i wysoka zawartość utrudniających trawienie frakcji włókna nierozpuszczalnych. Jednak w przypadku owsa nagiego rozpuszczalne betagluki są z pewnością bardzo istotnym czynnikiem utrudniającym wykorzystanie energii przez ptaki, a dodanie enzymu poprawia znacząco zarówno wartość pozornej energii metabolicznej, jak i współczynnika wykorzystania energii brutto ziarna badanego zboża. Działanie enzymu polegające głównie na zmniejszeniu masy cząsteczkowej betaglukanów poprzez rozerwanie wiązań w długich strukturach łańcuchowych, doprowadza do spadku lepkości treści pokarmowej oraz umożliwia penetrację enzymów trawiennych do wnętrza komórek roślinnych ziarniaka zboża. Dzięki enzymowi składniki pokarmowe mogą być hydrolizowane i wchłaniane w górnej części przewodu pokarmowego i lepiej wykorzystane (Smulikowska, 1998; Campbell, 1996). Zastosowanie dodatku enzymatycznego w badaniach kanadyjskich Friesen i wsp. (1992) podniosło istotnie wartość energetyczną (AMEn) diety zawierającej 70% owsa nagiego.

Wpływ owsa nagiego na wyniki produkcyjne kurcząt brojlerów

Kilkuletnie badania prowadzone w KZZ i GP wykazały, że polski owies nagi jest odpowiednią paszą dla brojlerów, co stanowi potwierdzenie wyników badań różnych odmian tego zboża na świecie (Maurice, 1985; Farrel i in., 1991; Cave i Burrows, 1993). Jednak optymalny udział bezłuskiego owsa w diecie jest wciąż dyskutowany. (tab. 2).

Tabela 2

Udział owsa nagiego w mieszance (%), przy którym osiągnięto najkorzystniejsze wyniki produkcyjne w doświadczeniach na kurczętach brojlerach
Proportions of naked oats in broiler chickens diets yielding the best production results

Źródło Source	Najwyższe przyrosty masy ciała Highest body weight gains	Najniższe zużycie paszy na kg przyrostu Lowest feed to gain ratio	Największa wydajność rzeźna, najlepsze umięśnienie Highest slaughter yield and/or best carcass grade	Udział owsa w eksperymentalnych mieszkach Level of naked oats in experimental diets
Maurice i in., 1984	20 i 40	20 *	0 i 20 *	0, 20, 40, 69/75; starter + grower
Cave i Barrows, 1985	0 i 30	0	0 *	0, 30, 60; grower
Cave i in. 1990	0	0 i 20	—	0, 20, 40, 60; starter
Friesen i in., 1992	0 70 z enzymem	0 35 i 70 z enzymem	— —	0, 35, 70; starter
Cave i Burrows, 1993	50 25	50 0	25 50	0, 25, 50; starter 0, 25, 50, 75; grower
Mc Lean i in 1993	18 *	54 *	—	0, 22, 44, 66; starter + grower
Kosieradzka 1999	20 bez enzymu* 0, 20 i 40 z enzymem 38 bez enzymu 57 z enzymem	40 bez enzymu* 0, 20 i 40 z enzymem 57 z enzymem *	— 57 z enzymem *	0; 20; 40; 66,7; starter 0, 38, 57 starter + grower

* Brak różnic istotnych statystycznie między średnimi wartościami parametru dla wszystkich grup doświadczalnych

* No significant differences between the means for the parameters in all experimental groups were found

Ograniczenie w stosowaniu owsa nagiego wynika z zawartości betaglukanów. Zdaniem Maurice (1985) owies nagi może stanowić do 40% mieszanki dla brojlerów, a Cave i Burrows (1993) nie zauważyli pogorszenia cech produkcyjnych przy zastosowaniu 50% w diecie w pierwszym okresie tuczu i nawet do 72% w drugim okresie. Farrel i wsp. (1991) i Friesen i wsp. (1992) uważają, że owies nagi może być nawet jedynym zbożem w diecie dla brojlerów, ale musi być uzupełniony enzymami, co zwiększy jego strawność i umożliwi wykorzystanie zawartych w nim składników pokarmowych.

Brenes i wsp. (1993) wykazali, że dodanie enzymu (betaglukanazy + pentozanazy) do diet o 35% i 15% udziale owsa nagiego ma korzystny wpływ na przyrosty kurcząt i wskaźniki pobrania paszy. W badaniach własnych efekt taki uzyskano przy skarmianiu mieszanki z 20% udziałem owsa nagiego. Pozytywny efekt działania enzymu betaglukanazy potwierdzili także Friesen i wsp. (1992), skarmiając brojlerami diety oparte na owsie nagim i innych zbożach paszowych. Wyniki kilkuletnich badań prowadzonych w KZZ i GP, SGGW wskazują, że udział owsa nagiego w mieszankach dla kurcząt może być znaczny (57%) pod warunkiem uzupełnienia diety betaglukanazą. Dodatek enzymu jest konieczny zwłaszcza dla ptaków młodych, u starszych kurcząt reakcja na enzym nie jest już tak wyraźna. (Kosieradzka, 1999).

Cave i wsp. (1992) stwierdzili istnienie ujemnej korelacji między zawartością betaglukanów w diecie a wzrostem kurcząt — 16 g betaglukanów na kg diety powoduje zahamowanie wzrostu o 2%. Odpowiedni enzym dodany do paszy powoduje hydrolizę polisacharydów nieskrobiowych w przewodzie pokarmowym drobiu redukując lepkość spowodowaną obecnością betaglukanów i pentozanów (Guenter, 1993) oraz niedostępność składników pokarmowych wywołaną obecnością ścian komórkowych. Pack i Bedford (1998) zauważyli, że wzrostowi lepkości treści pokarmowej towarzyszy większe zużycie paszy na uzyskanie jednostki przyrostu, co pokrywa się z wynikami badań własnych.

W badaniach Katedry nie stwierdzono istotnego statystycznie zwiększenia wydajności rzeźnej kurcząt tuczonych mieszanką z dużym udziałem owsa nagiego (tab. 2). Nie odnotowano również istotnych różnic w pozostałych badanych parametrach analizy rzeźnej. Jest to zgodne z wynikami badań Maurice i wsp (1985), którzy nie zaobserwowali wpływu różnego udziału owsa nagiego w mieszankach na stopień umięśnienia tuszy brojlerów. Cave i Burrows (1993) natomiast stwierdzili, że kurczęta tuczone mieszankami z 20 i 50% udziałem owsa nagiego miały lepszą wydajność rzeźną. W badaniach własnych wydajność rzeźna we wszystkich grupach doświadczalnych i kontrolnych była prawie jednakowa, ale kurczęta z grup otrzymujących owies miały więcej tłuszczu sadełkowego w tuszach. Udział tego tłuszczu wzrastał wraz z ilością owsa w mieszance (Kosieradzka, 1999).

Uważa się, że możliwość stosowania owsa nagiego jako komponentu mieszanek dla brojlerów zależy w znacznym stopniu od rozwiązania problemu niskiego plonowania i wyhodowania odmian o obniżonej zawartości betaglukanów, stanowiących najważniejszy czynnik ograniczający strawność i wykorzystanie paszy. Na światowych rynkach dostępne są odmiany o zawierające 2–2,5% betaglukanów, ale według Cave i wsp. (1992) koncentracja tej antyodżywczej substancji w mieszance typu starter dla kurcząt nie powinna przekraczać 1,2%. Polski owies nagi zawiera 3–3,5% betaglukanów (Kosie-

radzka, 1999), co oznacza że jego poziom w mieszance pełnoporcjowej nie powinien przekraczać 40%. Jednocześnie dietetyczne właściwości rozpuszczalnej frakcji NSP sprawiają, że rośnie zainteresowanie stosowaniem owsa w diecie ludzkiej i rozwojem upraw odmian o dużej koncentracji betaglukanów, obniżających poziom cholesterolu we krwi (Colleoni-Sirghie i in., 2001).

Jakość mięsa kurcząt brojlerów żywionych mieszankami zawierającymi owies nagi

W badaniach prowadzonych w KŻZ i GP, których celem była ocena wpływu stosowania owsa nagego w diecie na cechy jakościowe produktu pochodzenia zwierzęcego — mięsa brojlerów — nie odnotowano istotnego statystycznie wpływu dodatku owsa na zawartość popiołu surowego, białka ogółem i tłuszczu surowego w tkance mięsnej (tab. 3). Zauważono jednak, że zastosowanie owsa w diecie wiąże się ze wzrostem zawartości białka ogółem i spadkiem zawartości tłuszczu surowego w tkance mięsnej kurcząt w stosunku do tkanki zwierząt żywionych dietami pszenno — sojowymi. Stwierdzono także zwiększenie udziału PUFA i zmniejszenie koncentracji cholesterolu w mięśniach piersiowych przy skarmianiu diet z udziałem ziarna bezłuskiego owsa. Duży udział owsa w mieszankach wiąże się ze wzrostem zawartości suchej masy w tkance mięsnej (Kosieradzka, 1999; Kosieradzka i in., 1997).

Doświadczenia oceniające efekty stosowania owsa nagego w diecie dla brojlerów przepiórczych (Kosieradzka i in., 1998) nie wykazały istotnego statystycznie wpływu dodatku tego zboża na zawartość cholesterolu ogólnego w mięśniach zwierząt, choć podobnie jak w doświadczeniu na kurczętach obserwowano spadek koncentracji cholesterolu wraz ze zwiększającym się udziałem owsa nagego w diecie.

W badaniach na młodych kurczętach stwierdzono, że rozpuszczalne betaglukany diety podobnie jak rosnący poziom owsa nagego nie miały istotnego wpływu na zawartość sumy nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych w mięsie, ale stwierdzono wysoko istotną statystycznie, ujemną korelację pomiędzy zawartością owsa i betaglukanów w diecie kurcząt z zawartością kwasów n-3 ($p < 0,01$) w mięśni piersiowym oraz dodatnią korelację ilości pobranych w diecie betaglukanów i współczynnika charakteryzującego wzajemny stosunek n-6 do n-3 ($p < 0,01$). Z punktu widzenia potrzeb pokarmowych człowieka wpływ betaglukanów na jakość tłuszczu śródmięśniowego był niekorzystny, chociaż zarówno w mięśniach kurcząt otrzymujących diety bez owsa, jak i w mięśniach kurcząt żywionych dietami z owsem nagim stosunek kwasów n-6 do n-3 znacznie odbiegał od zalecanych wielkości. Dodanie enzymu istotnie poprawiło stosunek n-6 do n-3 ($p < 0,05$). Wraz ze wzrostem zawartości owsa nagego, wzrostem zawartości betaglukanów i spadkiem poziomu PUFA a zwiększeniem poziomu SFA w diecie, w mięśniach kurcząt maleje zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych typu n-3, co z kolei skutkuje zwiększeniem (pogorszeniem) stosunku kwasów typu n-6 do kwasów n-3 (Kosieradzka, 1999). Mięso kurcząt, otrzymujących diety z owsem nagim, charakteryzuje wyższa zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych PUFA niż mięso kurcząt z grupy kontrolnej i mniejsza zawartość cholesterolu (tab. 3), ale stosunek kwasów typu n-6 do kwasów n-3 jest wyższy (Kosieradzka 1999).

Tabela 3

Wpływ zróżnicowanych udziałów owsa nagiego w mieszance dla brojlerów na jakość mięsa
The effect of different proportions of naked oats in broiler diets on meat quality

Parametr Parameter	% owsa nagiego w mieszance % of naked oat in diets		
	0	38	57 (+β-glukanaza)
skład chemiczny mięśni piersiowych (%) chemical composition of breast muscles of broiler chickens (%)			
Sucha masa Dry matter	25,3	25,2	26,0
Popiół surowy Crude ash	1,0	1,2	1,2
Białko ogólne Crude protein	21,6	20,8	22,0
Tłuszcz surowy Crude fat	2,3	2,2	1,6
zawartość kwasów tłuszczowych i cholesterolu w mięśniach piersiowych (%) fatty acid and cholesterol content in breast muscles of broiler chickens			
SFA	33,3	32,8	33,9
UFA	66,7	67,2	66,1
PUFA	22,1	27,2	25,5
MUFA	44,6	40,0	40,6
SFA: MUFA: PUFA	1,1: 1,3: 0,7	1,0: 1,2: 0,8	1,0: 1,2: 0,8
Cholesterol całkowity Total cholesterol	52,8	49,5	48,8
właściwości fizykochemiczne i ocena organoleptyczna (w skali 5 pkt.) mięśni piersiowych physico-chemical properties and organoleptic (5 points) evaluation of breast muscles			
pH	5,8	5,8	5,8
Wodochłonność (%) Water uptake (%)	11,2	8,7	7,4
Wyciek termiczny (%) Cooking loss (%)	0,44	0,69	0,78
Barwnik (ppm heminy) Hemine content (%)	31,3	33,3	36,0
Barwa (pkt) Colour (points)	4,5	4,8	4,8
Zapach (pkt) Flavour (points)	4,8	4,7	4,8
Smak (pkt) Palatability(points)	4,7	4,8	5,0
Konsystencja (pkt) Tenderness(points)	4,8	4,3	4,5

W badaniach przeprowadzonych w KZZ i GP stwierdzono, że udział owsa nagiego w mieszankach dla kurcząt powoduje pogorszenie cech fizyko-chemicznych ich mięsa. Wodochłonność oraz wyciek termiczny ma niższe wartości w porównaniu z grupą kontrolną (proporcjonalnie do udziału owsa w mieszance), co obniża wartość mięsa jako surowca dla przetwórstwa. Mięso kurcząt żywionych z udziałem owsa ma także nieco gorszą konsystencję. Owies powoduje także wzrost zawartości heminy w mięsie, co wiąże się z lepszym wybarwieniem, nie zmienia zapachu mięsa i poprawia jego smak.

Wyniki tej oceny są zgodne z tymi, jakie uzyskali Poste i wsp. (1996). Ujemnego wpływu owsa na cechy sensoryczne mięsa nie stwierdzili również Maurice i wsp. (1985)

oraz Hamilton i wsp (1995). Cave i Burrows (1993) wysoko ocenili jakość mięsa brojlerów kurzych żywionych owsem, zwłaszcza jego odporność na zmiany podczas przechowywania, co przypisują obecności w owsie składników antyoksydacyjnych, czyli witamina E i estry fenolowe. Także w badaniach Fabijańskiej i wsp. (1997) udział 30% owsa nagiego w mieszance nie wpłynął ujemnie na skład chemiczny mięsa brojlerów, skład jego frakcji tłuszczowej, cechy organoleptyczne i technologiczne.

PODSUMOWANIE

1. Polski owies nagi posiada wysoką wartość energetyczną. Wartość pozornej energii metabolicznej owsa nagiego dla kurcząt brojlerów 14,2 MJ/kg s.m. jest porównawalna z wartością pszenicy i kukurydzy.
2. Ziarno owsa nagiego charakteryzuje wysoka strawność składników pokarmowych. Preparat enzymatyczny zawierający betaglukanazę poprawia strawność składników pokarmowych owsa dla kurcząt (zwłaszcza strawność tłuszczu), wartość pozornej energii metabolicznej (o 7,7%).
3. Betaglukany owsa wpływają na rozwój przewodu pokarmowego młodych kurcząt, co może być przyczyną zakłóceń w przebiegu procesów trawienia i wzrostu ptaków oraz pogorszenia efektów produkcyjnych. Substancje o charakterze antyżywniowym są przyczyną ograniczeń w stosowaniu owsa nagiego jako komponentu mieszanek paszowych, ale ich negatywny wpływ na strawność owsa nagiego i rozwój przewodu pokarmowego ptaków może być zlikwidowany przez dodatek egzogennych enzymów. Betaglukany są jednym z czynników odpowiedzialnych za hipocholesterolemiczne właściwości owsa nagiego, ale ich oddziaływanie jest modyfikowane wpływem kwasów tłuszczowych i innych składników ziarna.
4. Owies nagi jest odpowiednią paszą dla brojlerów. Zastosowanie owsa nagiego w mieszankach typu starter w ilości nieprzekraczającej 400g/kg nie wymaga stosowania dodatku enzymatycznego. Uzupełniony betaglukanazą owies nagi może być stosowany w większych ilościach lub nawet jako jedyne zboże w mieszankach typu starter i grower dla brojlerów bez negatywnego wpływu na wskaźniki produkcyjne.
5. Stosowany w mieszankach dla drobiu owies nagi nie wpływa negatywnie na większość cech jakościowych mięsa. Zaobserwowano tendencję do obniżenia zawartości tłuszczu surowego i cholesterolu w tkance mięsnej kurcząt żywionych mieszankami z udziałem owsa.

LITERATURA

- Almirall M., Francesch M., Perez-Venderell A. M., Brufau J., Esteve-Garcia E. 1995. The differences in intestinal viscosity produced by barley and betaglucanase alter digesta enzyme activities and ileal nutrient digestibilities more in broiler chicks than in cocks. *J. Nutr.* 125: 947 — 955.
- Black J. L. 2001. Variation in nutritional value of cereal grains across livestock species. *Proc. Aust. Poult. Sci. Sym.* 13: 22 — 29.
- Boros D. 1997. Włókno pokarmowe w żywieniu drobiu. *Mat. konf: Włókno pokarmowe — skład chemiczny i biologiczne działanie. IHAR, Radzików:* 141 — 155.

- Brenes A., Guenter W., Marquardt R., Rotter B. 1993. Effect of betaglucanase/ pentosanase supplementation on the performance of chickens and laying hens fed wheat, barley, naked oats and rye diets. *Can. J. Anim. Sci.* 73: 941 — 951.
- Burnett G. S. 1996. Studies of viscosity as the probable factor involved in the improvement of certain barleys for chickens by enzyme supplementation. *Br. Poult. Sci.* 7: 55 — 75.
- Burrows V. D., Cave N. A., Hamilton R. M. G. 1992. Breeding naked oat for food, feed and industrial purposes in Canada.. *Proceedings of the 4th International Oat Conference*. Adelaide: 64 — 68.
- Campbell G. L. 1996. Barley and oat improvement for non-ruminants. *Proceedings of the 5th International Oat Conference*. S5: 91 — 95.Canada.
- Cave N. A., Wood P. J., Burrows V. D. 1990. The nutritive value of naked oats for broiler chicks as affected by dietary additions of oat gum, enzyme. Antibiotic, bile salt and fat — soluble vitamins. *Can. J. Anim. Sci.* 70: 623 — 633.
- Cave N. A., Wood P J, Burrows V. D. 1992. Estimation of an acceptable betaglucan level for broiler chick diets. *Can. J. Anim. Sci* 72: 691 — 694.
- Cave N. A. Barrows V. D. 1993. Evaluation of naked oat (*Avena nuda*) in broiler chicken diet. *Can. J. Anim. Sci.* 73: 393 — 399.
- Colleoni-Sirghie M., Kovalenko I., Briggs J. L., Fulton B., White P. J. 2002. Rheological and molecular properties of water soluble (1/3) (1,4) — β -D-glucans from high- β -D-glucan and traditional oat lines. *Carbohydrate Polymers* 52: 439 — 447.
- Edney M. J., Campbell G. L., Classan H. L. 1989. The effect of β -glucanase supplementation on nutrient digestibility and growth in broilers given diets containing barley. Oat groats or wheat. *Anim. Feed Sci. Technol.* 25: 193 — 200.
- Fabijańska M., Kosieradzka I. Świerczewska E. 1997. Naked oat in the mixture for broiler meat chicken. *Mat. konf. „Współczesne problemy weterynarii, medycyny, zooinżynierii i technologii”*. Lwów: 413 — 424.
- Farrel D., Takhar B. S., Barr A. R., Pell A. S. 1991. Naked oats: their potential as a complete feed for poultry. *Recent advances in animal nutrition in Australia*: 312 — 325.
- Farrel D., Takhar B. S., Thomson E., Barr A. R. 1992. The nutritional value of naked oats in broiler, layer duckling diets. *Proceedings of the 4th International Oat Conference*. Adelaide: 54 — 59.
- Friesen O. D., Guenter W., Marquardt R., Rotter B. 1992. The effect of enzyme supplementation on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibilities of wheat, barley, oats and rye for the young broiler chick *Poultry Sci.* 71: 1710 — 1721.
- Guenter W. 1993. Impact of feed enzymes on nutrient utilization of ingredients in growing poultry. *J. Appl. Poult. Res.* 2: 82 — 84.
- Hamilton R. M. G., Poste L. M., Butler G. 1995. Performance of broilers and sensory attributes of meat from chickens fed starter and finisher feeds containing Cavena Registered (naked oats). *Proc. Aust. Poultry Sci. Symp.* 7: 97 — 101.
- Ikeda K., Kusano T. 1983. In vitro inhibition of digestive enzymes by indigestible polisaccharides. *Cereal Chem.* 60: 260 — 263.
- Jamroz D., Wiliczakiewicz A., Orda J., Skupińska J. 1994. Ileale und postilleale Fermentation von Getreide Kohlenhydraten bei Jungmastgeflügel. *Wien, Tierarz. Maschr.* 81: 80 — 84.
- Kosieradzka I., 1999 Ocena możliwości zastosowania polskiego owsa nagiego w żywieniu zwierząt monogastrycznych. *Praca doktorska. SGGW.*
- Kosieradzka I., Fabijańska M. 2001. Comparison of nutritive value of naked and husked oat protein with wheat and maize. *J. Anim. Feed. Sci.* 10, suppl. 2: 309 — 314.
- Kosieradzka I., Fabijańska M., Niemiec J., Karaś J. 1997. Influence of utilization of naked oats cultivars (*Avena nuda*) supplemented with β -glucanase and phytase in broilers diets on their carcass yield and meat quality. *Proc. XVI Symp. Ivanka pri Dunai*: 25 — 31.
- Kosieradzka I., Łozicki A., Fabijańska M., Michalska E. 1998. Selected characteristics of some internal organs and muscles in quail fed naked oats (*Avena nuda*). *Mat. Konf.: Current problems of breeding, health and production of poultry*. Czeskie Budejovice.

- Łukaszewski Z., Petkow K., Jaskowska I. 2001. Względna wydajność wzrostowa białka owsa oplewionego i nieoplewionego przy dwóch poziomach nawożenia. Ann. Warsaw. Agricul. Univ. Anim. Sci. Special number: 283 — 289.
- Maurice D. V., Jones J. E. Hall M. A. Castaldo D. J. Whisenhunt J. E. McConnel J. 1985. Chemical composition and nutritive value of naked oats in broiler diets. Poultry Sci. 64: 529 — 535.
- MacLean J., Webster A. B., Anderson D. M. 1994. Naked oats in grower and finisher diets for male chicken roasters and female Turkey broilers. Can. J. Anim. Sci. 74: 135 — 140.
- Pack M., Bedford M. 1998. Best — cost approach optimizes enzyme addition. Feed Tech. 1: 29 — 31.
- Poste L. M., Butler G., Cave N. A., Burrows V. D. 1996. Sensory analysis of meat from broiler chickens fed diets containing hulls oats (*Avena nuda*). Can. J. Anim. Sci. 76: 313 — 319.
- Petkov K., Biel W., Kowieska A., Jaskowska I. 2001. The composition and nutritive value of naked oat grain. J. Anim. Feed. Sci. 10, suppl. 2: 303 — 308.
- Smulikowska S. 1998. Wartość pokarmowa żyta, pszenżyta, i pszenicy w żywieniu drobiu. IFŻŻ. Jabłonna.
- Svihus B., Gullord M. 2002 Effect of chemical content and physical characteristics on nutritional value of wheat, barley and oats for poultry. Anim. Feed Sci.Tech. 102: 71 — 92.

EDWARD WRÓBEL
TADEUSZ KRAJEWSKI
MAREK KRAJEWSKI

Katedra Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Plonowanie oraz wartość paszowa ziarna owsa nagoziarnistego w siewie czystym i mieszanym

Yield and fodder value of naked oats grain in pure sowing and in mixtures

W ścisłym doświadczeniu polowym badano plonowanie owsa nieoplewionego (Akt) i oplewionego (Bajka) uprawianego w siewie czystym i mieszanym na dwóch poziomach nawożenia azotowego 60 i 90 kg na tle obiektu kontrolnego (bez azotu). W ocenie jakościowej plonu określono: zawartość białka ogółem oraz jednostkową wartość energetyczną (MJ/kg) ziarna. Odmiana Bajka charakteryzowała się wyższą o około 46% plennością w porównaniu z odmianą Akt. Plony mieszanki były o 7,4% większe od wartości wyliczonych proporcjonalnie do plonów komponentów w siewie czystym. Najwyższe plony ziarna uzyskano na dawce 90 kg N/ha. Odmiana nieoplewiona (Akt) charakteryzowała się wyższą zawartością białka ogółem oraz lepszą wartością energetyczną (MJ/kg) ziarna. Azot wpłynął korzystnie na wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie.

Słowa kluczowe: białko ogółem, mieszanki, odmiany, owies, plon białka, sposób siewu wartość energetyczna ziarna

Yielding of naked oats (cv. Akt) and hulled form (cv. Bajka), grown in pure sowing and in mixtures, was studied in a field trial. Two levels of nitrogen application: 60 and 90 kg N·ha⁻¹ were compared on the background of control (without nitrogen). In quality estimation the following parameters were taken into account: crude protein content and energy value of grain (MJ·kg⁻¹). The cultivar Bajka gave higher yield by 46% compared to cv. Akt. Yield of the mixture was higher by 7.4% in relation to yield of the components in pure sowing. The highest yield was obtained on plots where the rate of 90 kg N·ha⁻¹ was applied. Grain of naked oats (cv. Akt) showed higher content of crude protein and higher energy value of grain. Nitrogen application favoured protein accumulation in grain.

Key words: cultivar, crude protein, energetic value, grain yield, mixtures, oat

WSTĘP

Jednym ze sposobów ograniczania ujemnych następstw upraszczania zmianowań jest uprawa zbóż w zasiewach mieszanych (Wanic, 1997; Wanic i in., 1999). Rośliny będące komponentem mieszanek różnią się zazwyczaj szybkością wzrostu, rytmem rozwojowym, zdolnością krzewienia, rozmiarami systemu korzeniowego, wymaganiami glebowymi, wodnymi, pokarmowymi i innymi cechami biologicznymi. Różnice te pozwalają pełniej

wykorzystać zmienne warunki siedliskowo-agrotechniczne przez mieszanki zbożowe (Budzyński, Dubis, 1994; Michalski, Waligóra, 1993; Michalski, Idziak, 1999).

Plonowanie mieszanek w dużej mierze zależy od umiejętnego doboru gatunków i odmian. Korzystne efekty upraw mieszanych łatwiej mogą uwidocznić się, jeśli uprawiane gatunki są odległe genetycznie.

Spośród mieszanek zbóż jarych, najbardziej rozpowszechnione są mieszanki międzygatunkowe, a szczególnie jęczmienia z owsem (Majkowski i in., 1993; Noworolnik, Rybicki, 1994). Chociaż koncepcja uprawy mieszanek wewnątrzgatunkowych zbóż jest dość znana (Budzyński, Dubis, 1994) to mało jeszcze rozpowszechniona. Siewy mieszane odmian najlepiej zostały opracowane w odniesieniu do jęczmienia jarego. Badania Czembora i Gacka (1997) oraz Szemplińskiego (1994) wskazują, że są one zasadne, gdyż pozwalają na znaczne poprawienie zdrowotności roślin w łanie, a przez to wzrasta ich produktywność. W literaturze brak jest szerszych wyników badań nad uprawą owsa nieoplewionego w mieszance z owsem oplewionym, stąd też podjęto badania z tego zakresu.

Celem niniejszej pracy była ocena plonowania oraz wartości pastewnej ziarna dwóch form (nieoplewionej i oplewionej) owsa uprawianego w siewie czystym i mieszanym na dwóch poziomach nawożenia azotowego: 0 (kontrola), 60 i 90 kg N na ha.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2000–2001 w Krajewie Budziłach (woj. podlaskie) przez Katedrę Produkcji Roślinnej UWM w Olsztynie na glebie klasy IV, kompleksu żyniego bardzo dobrego, która charakteryzowała się średnią zasobnością w fosfor, potas i magnez, o pH w 1 M KCl wynoszącym 6,8. Doświadczenie zakładano metodą losowanych podbloków (split-plot), w czterech powtórzeniach. Powierzchnia jednego poletka do zbioru wyniosła 22,5m².

Uwzględniono w nim dwa czynniki:

- I odmiany owsa: Akt, Bajka oraz mieszanka po 50% Akt + Bajka
- II nawożenie: 0 (kontrola), 60 i 90 kg N na ha

Przedplonem owsa była pszenica ozima. Nawożenie fosforowe i potasowe stosowano wiosną przed siewem owsa. Ustalano je corocznie na podstawie zasobności gleby w te składniki oraz pobrane ilości fosforu i potasu z plonem 6 t/ha. Azot w dawce 60 kg N stosowano w całości przed siewem, natomiast w dawce 90 kg N na ha w dwóch terminach: 60 przed siewem + 30 kg N na początku strzelania w źdźbło. Zabiegi uprawowe wykonano według zasad prawidłowej agrotechniki. Owies wysiewano w terminie możliwie najwcześniejszym do wykonania w danym roku: w pierwszym 13 kwietnia, w drugim 6 kwietnia. Zbiór dokonano kombajnem poletkowym.

W rolniczej ocenie plonowania owsa uwzględniono standardowe pomiary biometryczne. Plon jednostkowy ziarna podano dla wilgotności 15%.

W badaniach jakościowych określono: zawartość białka, zawartość tłuszczu oraz jednostkową wartość energetyczną (MJ/kg) ziarna. Zawartość azotu ogółem oznaczono metodą Kjeldahla — aparatem typu Tecator, tłuszczu metodą Soxhleta. Przy przeliczaniu

azotu na białko zastosowano współczynnik 6,25. Wartość energetyczną ziarna określono poprzez adiabatyczne spalanie ziarna w bombie kalorymetrycznej.

WYNIKI I DYSKUSJA

W latach 2000–2001 suma opadów za okres marzec-sierpień wyniosła 291 mm w pierwszym i 325 mm w drugim roku badań. Najbardziej niekorzystny dla rozwoju roślin owsa okazał się rok 2000, ponieważ wystąpiła głęboka susza w miesiącach kwiecień, maj i czerwiec. Średnia temperatura dobową, za wyjątkiem lipca była wyższa od średniej z wielolecia. Wielu autorów Dzieżyc (1988), Panek (1989), Rudzicki (1995) podaje, że dla owsa optymalne opady w okresie wegetacji mieszczą się w granicach 300–400 mm. Największe potrzeby wodne owsa występują na początku rozwoju generatywnego, co przypada na miesiąc czerwiec. Na okres ten przypada intensywny wzrost wiechy. Uliński i wsp. (1962) wykazali, że plonowanie owsa zależało od sumy opadów w maju i czerwcu, zaś Michalski i wsp. (1999) głównie w czerwcu.

W drugim roku badań własnych warunki wilgotnościowe w okresie wegetacji owsa były lepsze, aczkolwiek rozkład opadów był niekorzystny. W miesiącu czerwcu suma opadów była ponad dwukrotnie niższa, a w lipcu dwukrotnie wyższa od średniej z wielolecia (tab. 1). Czerwiec był miesiącem chłodnym, a lipiec wyjątkowo ciepłym.

Tabela 1

Układ warunków meteorologicznych w latach 2000–2001 wg Stacji Meteorologicznej ODR w Szepietowie

Climatic conditions in 2000–2001, according to the Meteorological Station Szepietowo

Miesiąc Month	Średnia dobową temperaturę miesiąca Mean daily temperature of month		Średnio z 15 lat* Mean per 15 years	Opady Precipitation (mm)		Średnio z 15 lat* Mean per 15 years
	2000	2001		2000	2001	
Marzec March	2,4	1,2	1,5	47,2	19,5	30,9
Kwiecień April	11,5	7,8	7,1	21,4	59,8	32,8
Maj May	14,3	13,2	13,4	29,2	42,8	55,7
Czerwiec June	16,9	14,4	15,7	16,4	31,2	62,2
Lipiec July	16,4	20,6	17,6	93,0	106,6	52,3
Sierpień August	17,1	18,3	17,0	84,9	65,5	50,0

* — Lata 1981–1995

* — Years 1981–1995

Pomimo niekorzystnego rozkładu opadów w okresie wegetacji uzyskano wysokie plony ziarna owsa (tab. 2).

W roku 2000, o niekorzystnym rozkładzie warunków pogodowych, plony owsa zarówno w siewie czystym i mieszanym były istotnie niższe niż w 2001. Średnio biorąc za okres dwóch lat, wyżej o około 46% plonowała odmiana Bajka w porównaniu do odmiany

Akt. Uwzględniając udział plewki (średnio 28%) plon odmiany Bajka był również o około 13% wyższy od odmiany Akt. Plony mieszanki były o 7,4% większe od wartości oczekiwanych, wyliczonych proporcjonalnie do plonów komponentów w siewie czystym, co jest zgodne z wynikami niektórych autorów (Majkowski i in., 1993; Michalski, Waligóra, 1993). Nie stwierdzono interakcji odmian uprawianych w siewie czystym i mieszanym z nawożeniem azotowym. Średnio biorąc za okres dwóch lat, istotnie wyższe plony ziarna uzyskano na dawce 90 kg N na ha. Różnice w plonach pomiędzy dawką 90 a 60 kg N wyniosły około 9%, co w wolumenie plonu stanowi 4,0 dt z ha. O efektywności nawożenia azotowego decydowały warunki pogodowe. W suchym roku 2000 nawożenie przedsięwzięte w dawce 60 kg N na ha nie wpłynęło istotnie na poziom plonów w porównaniu do obiektu kontrolnego (bez azotu). Zastosowanie dodatkowej dawki 30 kg N w okresie strzelania w źdźbło dało 17,8% przyrost plonu ziarna owsa w porównaniu do kontroli oraz około 12% w stosunku do dawki przedsięwziętej — 60 kg N na ha. Z kolei w roku 2001, aczkolwiek wysoki plon owsa (41,8 dt z ha) uzyskano bez nawożenia azotowego, to bardziej efektywne było nawożenie przedsięwzięte (60 kg N na ha). Uzyskano około 24% przyrost plonu (o 10 dt) w porównaniu do kontroli (bez azotu). Uzupełnienie dawki do 90 kg N na ha (o 30 kg zastosowanej w fazie strzelania w źdźbło) skutkowało przyrostem plonu o 4,0 dt w porównaniu do dawki 60 kg N na ha zastosowanej przedsięwziętej.

Tabela 2

Plon ziarna owsa (dt z ha)
Grain yield of oats (dt per ha)

Odmiana Cultivar	Rok badań Year of experiment	Dawka i termin stosowania azotu Dose and time of nitrogen application			Średnie Means
		0	60 + 0	60 + 30	
Akt	1	28,9	31,8	36,9	32,5
	2	27,3	38,2	41,9	35,8
Średnie Means		28,1	35,0	39,4	34,2
Bajka	1	41,8	41,7	43,1	42,2
	2	51,3	59,7	61,4	57,5
Średnie Means		46,6	50,7	52,3	49,8
Akt + Bajka	1	30,4	33,0	39,0	34,1
	2	46,9	57,6	64,0	56,2
Średnie Means		38,7	45,3	51,5	45,2
Średnie dla nawożenia Means for fertilization		37,8	43,7	47,7	
Średnie dla nawożenia w latach Means for fertilization in the years	1	33,7	35,5	39,7	36,3
	2	41,8	51,8	55,8	49,8

NIR ($p = 0,05$) dla: lat — 3,8; odmian — 4,9; nawożenia — 2,0; odmian $\times$ nawożenie — r. n.; lat $\times$ odmiana — 6,9; lat $\times$ nawożenie — 2,9

LSD ($p = 0,05$) for: years — 3.8 cultivars — 4.9; fertilization — 2.0; cultivars $\times$ fertilization — r.n.; years $\times$ cultivars — 6.9; years $\times$ fertilization — 2.9

Uzyskane w badaniach własnych parametry jakościowe ziarna owsa nagoziarnistego (tab. 3) nie odbiegają od przytaczanych w literaturze (Budzyński i in., 1999; Nita, 1999).

Nita i Orłowska-Job (1996) podają, że zawartość białka w nasionach owsa nieoplewionego waha się od 13,8% do 18,3% i tłuszczu od 7,1% do 10,3%.

Zdecydowanie najwyższą zawartość białka w badaniach własnych stwierdzono w ziarnie owsa nagoziarnistego (średnio 16,4%). Przewyższał on pod tym względem o 5,2% owies oplewiony. W ziarnie z siewu mieszanego odmian owsa zawartość białka była o 2,5% wyższa w porównaniu do oplewionej odmiany Bajka. Również badania innych autorów Nita (1999), Wróbel i wsp. (1999) wskazują na wyższą koncentrację białka ogółem w ziarnie nieoplewionej odmiany w porównaniu do form oplewionych.

Tabela 3

Wybrane wyróżniki jakości plonu (średnie z 2 lat)
Some indices of yield quality (means of 2 years)

Odmiana Cultivar	Dawka i termin stosowania azotu Dose and time of nitrogen application			Średnie Means
	0	60 + 0	60 + 30	
zawartość białka (% s. m.) content of protein (% d. m)				
Akt	16,3	16,4	16,5	16,4
Bajka	10,5	11,5	11,6	11,2
Akt + Bajka	13,3	13,8	14,1	13,7
plon białka (kg z 1 ha) yield of protein (kg per ha)				
Akt	389	488	553	477
Bajka	416	496	516	476
Akt + Bajka	438	531	617	529
jednostkowa wartość energetyczna ziarna (MJ/kg) unit energetic value of grain (MJ per kg)				
Akt	18,2	18,3	18,3	18,3
Bajka	17,2	17,3	17,3	17,3
Akt + Bajka	17,5	17,5	17,7	17,6
wartość energetyczna plonu (MJ z ha) energetic value of grain yield (MJ per ha)				
Akt	51142	64050	72102	62431
Bajka	80152	87711	90479	86114
Akt + Bajka	67725	79275	91155	79385

Zastosowane w badaniach dawki azotu wpłynęły korzystnie na wzrost zawartości białka w ziarnie owsa w porównaniu do kontroli (bez azotu), aczkolwiek owies oplewiony wykazywał się wyższym przyrostem białka w porównaniu do owsa nieoplewionego (tab. 3). Plon białka z 1 ha jest wypadkową plonu ziarna oraz zawartości białka w ziarnie stąd też pomimo niższego plonu ziarna owsa nieoplewionego, ale wyższej koncentracji tego składnika w ziarniakach uzyskane plony białka z ha u obu form owsa były zbliżone (477 i 476 kg z ha). Uprawa owsa w mieszance okazała się bardzo korzystna i pozwoliła na uzyskanie wyższego o około 11% plonu białka w porównaniu do siewów czystych odmian. Najwyższy plon białka owsa niezależnie od sposobu siewu (siew czysty, siew mieszany) uzyskano stosując 90 kg N na ha (tab. 3). Bogate w składniki odżywcze ziarno owsa nieoplewionego wyróżniało się także wyższą koncentracją energii brutto w 1 kg ziarna w porównaniu do formy oplewionej (tab. 3). W przeprowadzonych badaniach wartość tej cechy przewyższała o 1 MJ/kg wartość energetyczną 1 kg ziarna owsa oplewionego oraz

o 0,7 MJ/kg owsa w siewach mieszanych. Podobną zależność stwierdzono także we wcześniejszych badaniach (Wróbel i in., 1999). Zastosowane dawki azotu nie miały wpływu na wartość energetyczną 1 kg ziarna owsa. Wartość energetyczna brutto plonu była dość wyraźnie zróżnicowana (tab. 3). Najwyższą wartość (86114 MJ/kg) uzyskano z uprawy owsa oplewionego w siewie czystym, przewyższał on pod tym względem zarówno owies nieoplewiony (o około 38%) jak również owies z siewów mieszanych (o około 8%). Podobnie jak w plonie białka z 1 ha, najwyższą wartość energetyczną plonu ziarna z 1 ha uzyskano stosując azot w dawce 90 kg na 1 ha (tab. 3)

WNIOSKI

1. Warunki wilgotnościowe w poszczególnych miesiącach wegetacji wywarły istotny wpływ na plon owsa w latach badań.
2. Z porównywanych odmian uprawianych na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego (istotnie) wyższy plon ziarna z ha dał owies oplewiony Bajka. Owies nieoplewiony Akt był o około 46% mniej produktywny. Wydajność mieszanin powyższych form była o około 10% niższa od odmiany Bajka.
3. Owies reagował istotnym przyrostem plonu ziarna do dawki 90 kg N na ha stosowanej w dwóch terminach: 60 kg przed siewem i 30 kg w fazie strzelania w źdźbło.
4. Najwyższą koncentracją białka oraz energii brutto w 1 kg ziarna charakteryzował się owies nieoplewiony Akt. Wartość energetyczna plonu była jednak największa u owsa oplewionego, a najwyższy plon białka z 1 ha dała uprawa owsa w siewach mieszanych.

LITERATURA

- Budzyński W., Wróbel E., Dubis B. 1999. Reakcja owsa nagiego na czynniki agrotechniczne. PTTZ. Żywność-Nauka, Technologia, Jakość. Kraków 1 (18): 97 — 103.
- Budzyński W., Dubis B. 1994. Porównanie plonowania zbóż jarych w siewach czystych, międzygatunkowych i międzyodmianowych w świetle wieloletnich badań. Mat. Konf. Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych. AR Poznań: 75 — 82.
- Dzieżyc J. 1988. Rolnictwo w warunkach nawadniania. PWN, Warszawa.
- Majkowski K., Szempliński W., Budzyński W., Wróbel E., Dubis B. 1993. Uprawa międzyodmianowych i międzygatunkowych mieszanek jęczmienia jarego i owsa. Roczn. AR. Poznań CCXLIII: 85 — 96.
- Michalski T., Waligóra H. 1993. Ocena produktywności mieszanek jęczmienia jarego i owsa w zależności od doboru odmian. Roczn. AR Poznań Rol. z. CCXLIII: 47 — 56.
- Michalski T., Idziak R. 1999. Plonowanie owsa rosnącego w mieszanekach i w siewie czystym w zależności od nawożenia azotowego PTTZ Żywność-Nauka, Technologia, Jakość. Kraków nr 1 (18): 38 — 45.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. PTTZ. Żywność-Nauka, Technologia, Jakość. Kraków nr 1 (18): 46 — 52.
- Nita Z., T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. PTTZ. Żywność-Nauka, Technologia, Jakość. Kraków 1 (18): 186 — 192.
- Nita Z., Orłowska-Job W. 1996. Hodowla owsa nagoziarnistego w Zakładzie Doświadczalnym HAR w Strzelcach. Biul. IHAR 197: 141 — 145.
- Noworolnik K., Rybicki J. 1994. Porównanie plonowania mieszanek owsa z jęczmieniem jarym o różnym składzie komponentów z czystymi zasiewami obu gatunków. Biul. IHAR 190: 77 — 82.
- Panek K. 1989. Potrzeby wodne roślin zbożowych. Rozdział: Potrzeby wodne roślin uprawnych. Praca zbior. Red. J. Dzieżyc, PWN, Warszawa.: 50 — 85.

- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agron.* 3 (47): 21 — 32.
- Szempliński W. 1994. Plonowanie immunologicznie dobranych mieszanin odmian jęczmienia jarego. *Mat. Konf. Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych. AR Poznań*: 110 — 115.
- Uliński G., Jackowska I., Napiórkowska E. 1962. Reakcja odmian jęczmienia jarego i owsa na niedobór opadów w warunkach klimatycznych Gorzowa Wielkopolskiego. *Rocz. Nauk. Rol. Ser. A.* 85: 605 — 636.
- Wanic M., Nowicki J., Bielski S. 1999. Rola mieszanki zbożowej w stabilizacji plonowania zbóż w zmianowaniu. *Pam. Puł.* 114: 349 — 355.
- Wanic M. 1997. Mieszanka jęczmienia jarego z owsem oraz jednogatunkowe uprawy tych zbóż w płodozmianach. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst. Agricult. Supl. D* 64: 1 — 57.
- Wróbel E., Budzyński W., Dubis B. 1999. Rolnicza, energetyczna i ekonomiczna efektywność uprawy owsa i jęczmienia jarego na glebie lekkiej. *PTTZ. Żywność-Nauka, Technologia, Jakość. Kraków* nr 1 (18): 166 — 172.

PIOTR MICEK¹**TADEUSZ ZAJĄC**²**FRANCISZEK BOROWIEC**¹¹ Katedra Żywienia Zwierząt, Akademia Rolnicza w Krakowie² Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Krakowie

Skład chemiczny i wartość pokarmowa zielonki i kiszonki z owsa uprawianego jako roślina ochronna*

Protective value of oat and its chemical composition and nutritive value as green forage or silage

Celem przeprowadzonych badań było określenie własności ochronnych owsa oraz wpływu fazy rozwojowej roślin na plon, a także wartość pokarmową zielonek i kiszonek z owsa. W doświadczeniu I badano wartość ochronną owsa dla wsiewanej lucerny mieszańcowej. Stwierdzono, że uprawa owsa jako rośliny ochronnej, z uwagi na zmniejszoną ilość wysiewu, umożliwia zebranie średniego plonu masy roślinnej. Owies zapewnia wystarczający dopływ promieniowania fotosyntetycznego do wsiewki lucerny, umożliwiając jej prawidłowy wzrost i rozwój, a w konsekwencji dobre zagęszczenie. W doświadczeniu II zielonkę z przeznaczeniem do zakiszania koszone w trzech fazach rozwojowych roślin, tj. w fazie kłoszenia, młeczej i młeczno-woskowej dojrzałości ziarna. Opóźnienie terminu zbioru zielonki z owsa z fazy kłoszenia do fazy młeczno-woskowej dojrzałości ziarna powoduje zwiększenie zawartości suchej masy i zmiany w jej składzie chemicznym. Zwiększeniu zawartości skrobi w suchej masie towarzyszy zmniejszenie zawartości białka i NDF. Zielonki z owsa koszone w fazie kłoszenia, młeczej lub młeczno-woskowej dojrzałości ziarna są dobrym surowcem kiszonkarskim, a sporządzone z nich kiszonki charakteryzują się wysoką jakością. Ze względu na wydajności suchej masy i energii netto (JPM) z ha zaleca się fazę młeczno-woskową dojrzałości ziarna, jako najbardziej optymalną do zbioru zielonki z owsa z przeznaczeniem do zakiszania.

Słowa kluczowe: kiszonka, owies, plon, skład chemiczny, wartość ochronna, zielonka

The aim of the study was to determine the protective value of oats as well as an effect of plant maturity on yield and nutritive value of whole plants oat as green forage or silage. In experiment I, the protective value of oats for undersown alfalfa was investigated. The cultivation of oat as a protective plant (with reduced number of plants per ha) for undersown alfalfa resulted in medium-size yield of green forage. At the same time, oats ensured a sufficient supply of active light for photosynthesis for proper growth and development of alfalfa plants. In experiment II, the plants for making silage were cut at three stages of maturity: heading, milk and milk-dough. Ageing of plants from the heading to a

* Badania finansowane ze środków KBN; Grant N° 5 P06E 00218

milk-dough stage of growth increased dry matter content (DM) and caused important changes in their chemical composition. The increase of a starch proportion was accompanied by a decrease in a crude protein content and NDF level. Moreover, the plants cut at the heading, milk or milk-dough stages of growth were proved to be good materials for silages. Because of the high yield of dry matter and net energy (UFL) per ha, the milk-dough stage of oat maturity can be recommended for making silage.

Key words: chemical composition, green forage, oats, protective value, silage, yield

WSTĘP

Potrzeby życiowe wsiewek roślin motylkowatych i traw lepiej zaspakają jare rośliny ochronne w porównaniu do zbóż ozimych. Dotychczas prowadzone w Europie środkowej badania polowe nad związkami pomiędzy gatunkami zbóż i strączkowych dotyczyły głównie koniczyny czerwonej (Kunelius i in., 1992; Santrucek i Svobodova, 1993; Zajac i Witkowicz, 1997). Zalecenia dla lucerny mieszańcowej i siewnej, co do doboru i agrotechniki rośliny ochronnej mają skromną podbudowę teoretyczną z uwagi na małą liczbę przeprowadzonych badań. W Ameryce Północnej jako roślina ochrona dla wsiewanej lucerny rekomendowany jest owies, umożliwiający przeżycie w łanie lucernie, gatunkowi szczególnie wrażliwemu na zacinienie (Power i Koerner, 1994; Legere i in., 2001). Owies zbierany we wczesnych fazach rozwojowych, z uwagi na konieczność odkrycia wsiewki, daje zielonkę o dużej przydatności do zakiszania (Lanini i in., 1991; Kunelius i in., 1992). Zielonki z owsa oraz sporządzone z nich kiszonki stanowią wartościową paszę dla zwierząt i coraz częściej wykorzystywane są w gospodarstwach rolnych (Podkówa i Janicki, 1978; Mannerkorpi i Taube, 1995; Khorasani i in., 1997; Pyś i Micek, 1997). Wysokie plony i przydatność do uprawy w różnych strefach glebowo-klimatycznych kraju wpływają na dużą atrakcyjność owsa, a wczesny zbiór w formie zielonki daje lepszy wzrost roślin motylkowatych i traw uprawianych jako wsiewki lub możliwość dodatkowych upraw polowych, zwiększających rentowność produkcji rolnej.

Przyspieszenie lub opóźnienie zbioru owsa w uprawie na zielonkę daje możliwość ograniczania konkurencji dla wsiewanej lucerny (Lanini i in., 1991; Kunelius i in., 1992). Trzeba jednak pamiętać, że jakość i wartość pokarmowa zielonek zbożowych zależy w głównej mierze od fazy rozwojowej roślin w czasie zbioru. Przedłużenie okresu wegetacji roślin z fazy kłoszenia do fazy woskowej dojrzałości ziarna powoduje prawie dwukrotny wzrost wydajności suchej masy z ha. Badania przeprowadzone przez Mannerkorpi i Brandt (1995), Khorasani i wsp. (1997), czy Borowca i wsp. (1998), wykazały, że opóźnienie terminu zbioru zielonek z całych roślin zbożowych wprowadza znaczne zmiany w ich składzie chemicznym. Szybkiemu zwiększeniu zawartości skrobi i składników ścian komórkowych w suchej masie towarzyszy zmniejszenie zawartości białka. Wzrastająca zaś zawartość włókna surowego, z jednoczesnym wzrostem zawartości ligniny (dewnie ścian komórkowych), jest głównym czynnikiem obniżającym strawność i przyswajalność pozostałych składników pokarmowych paszy (Engels, 1987). Termin zbioru zielonki z owsa powinien być kompromisem pomiędzy wysoką strawnością składników pokarmowych oraz możliwie wysokim plonem suchej masy z 1 ha.

Celem przeprowadzonych badań było określenie własności ochronnych owsa oraz wpływu fazy rozwojowej roślin na plon, a także wartość pokarmową zielonek z owsa oraz sporządzonych z nich kiszzonek.

MATERIAŁ I METODY

W doświadczeniu I przeprowadzonym w latach 1993, 1994 i 1998 porównywano wartość ochronną owsa (odm. Santor) jako rośliny ochronnej dla lucerny mieszańcowej (odm. Kama). Szczegóły agrotechniczne i siedliskowe tego doświadczenia opisano w pracy Zajac (1998). Kiełkujące nasiona owsa w ilości 350 sztuk na 1 m² wysiano siewnikiem rzędowym "Bratek" w rozstawie rzędów 15 cm. Nasiona lucerny mieszańcowej o masie 17 kg/ha, wysiewano tym samym siewnikiem, niezwłocznie po wysiewie rośliny ochronnej. Zastosowano nawożenie w ilości 60 kg N·ha⁻¹ (saletra amonowa), 60 kg P₂O₅ (superfosfat 46%) i 80 kg K₂O na 1 ha (sól potasowa 57%), nawiązując do uprawy roślin ochronnych i wsiewanych prowadzonej w dobrych warunkach troficznych siedliska. Przedplonem dla owsa były rośliny strączkowe grubonasienne. Zawartość składników w warstwie próchnicznej wynosiła: Ca²⁺ — 31,9 mg/100 g gleby, Mg²⁺ — 5,3 mg/100 g gleby, K⁺ — 17,9 mg/100 g gleby, P₂O₅ — 26,7 mg/100 g gleby. Tuż przed zbiorem owsa dokonano pomiarów wnikania w łan rośliny ochronnej promieniowania fotosyntetycznie czynnego PAR (μm⁻²·s⁻¹), wykorzystując miernik kwantowy z przymiarem liniowym, model 198 firmy LI-COR. W tym samym czasie analizowano indeks powierzchni liści pędu i łanu, poprzez oznaczenie indywidualnej powierzchni liści 10 pędów, przy użyciu planimetru firmy LI-COR, model 3100. Podczas zbioru rośliny ochronnej w fazie dojrzałości młecznej oznaczono zagęszczenie pędów generatywnych, plon świeżej masy i zawartość suchej masy w zielonce. Siedem dni po zbiorze zielonki owsa policzono obsadę roślin wsiewki lucerny.

Przedmiotem badań składu chemicznego i wartości pokarmowej zielonek i kiszzonek był owies odmiany Santor uprawiany w roku 1997 (doświadczenie II). Zielonkę koszone w trzech fazach rozwojowych roślin; tj. kłoszenia — K, młecznej — M i młeczno-woskowej dojrzałości ziarna — MW. Do ustalenia faz dojrzałości roślin posłużono się skalą rozwojową roślin zbożowych według Zadoksa (Gąsowski i Ostrowska, 1993). Zielonki pochodziły z upraw polowych prowadzonych w Stacji Doświadczalnej w Prusach, należącej do Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin AR w Krakowie. Poletka doświadczalne o powierzchni 0,15 ha założono na czarnoziemie leśno-stepowym zdegradowanym, zaliczanym do klasy bonitacyjnej I, wytworzonym z lessu o składzie mechanicznym pyłowym. Nawożenie i pielęgnacja były analogiczne jak w doświadczeniu pierwszym. Po skoszeniu i zebraniu z poletek zielonki rozdrobniono sieczkarnią stacjonarną typ H-127, na odcinki długości 0,5–1,5 cm, wymieszano z mikrobiologicznym preparatem ułatwiającym zakiszenie (Microsil w ilości 10 g/tonę zielonki), a następnie ubito w plastikowych zbiornikach o pojemności 100 l. Dodatkowo materiał w zbiornikach przygnięciono betonowymi obciążnikami o masie 5 kg i zabezpieczono folią. Przed zakiszeniem pobrano reprezentatywne próbki zielonek do analiz

laboratoryjnych. Po około 6 miesiącach od daty zakiszania z silosów pobrano reprezentatywne próbki kiszonek do oznaczeń analitycznych.

Wartość pokarmową zielonek i kiszonek zbożowych wyceniono w jednostkach systemu INRA 1988 przy pomocy programu komputerowego Winwar wersja 1.6. firmy DJG (Kraków).

Analizy chemiczne

Podstawowy skład chemiczny zielonek i kiszonek oznaczono metodami standardowymi (AOAC, 1995). Analizy na zawartość skrobi przeprowadzono według metody Faisant i wsp. (1995). Zawartość energii brutto oznaczono przy użyciu bomby kalorymetrycznej (KL-10, PRECYZJA, Bydgoszcz, Polska), a Zawartość NDF, ADF i ADL w aparacie ANKOM²²⁰ Fiber Analyser (Ankom Products, NY, USA). Zawartość Ca oznaczono metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej przy użyciu aparatu AAS-1 (Carl-Zeiss, Jena, Niemcy), a zawartość P metodą kolorymetryczną przy użyciu spektrofotometru ATI Unicam 8675. Dodatkowo oznaczono pojemność buforową zielonek metodą Playne i McDonald (1966) oraz zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie metodą Deriaza (1961). Zawartość suchej masy w kisonkach oznaczono metodą toluenową (Dewar i McDonald, 1961). W kisonkach oznaczono także pH (pH-metr typ N 517), zawartość N-NH₃ metodą Conwaya (Skulmowski, 1974) oraz kwasów organicznych przy pomocy chromatografu gazowego (Varian Star 3400CX). Jakość kiszonek określono w skali Fliega-Zimmera na podstawie procentowego udziału kwasów organicznych w ich sumie (Podkówka, 1978).

WYNIKI I DYSKUSJA

Zielonki

Główne rośliny motylkowe — lucernę mieszańcową i koniczynę czerwoną, charakteryzuje po siewie bardzo wolny rozwój, dlatego uprawiane są jako wsiewki w roślinny ochronne, najczęściej zboża jare (Kunelius i in., 1992; Zajac i Witkowicz, 1997; Legare i in., 2001). W uprawie heliofilnej rośliny, jaką jest lucerna dąży się, aby przeżyła w łanie rośliny ochronnej i wytworzyła odpowiednie zagęszczenie roślin, rokujące dobre plonowanie w kolejnych latach użytkowania (Lanini i in., 1991; Santrucek i Svobodova, 1993). Z tego powodu zaleca się poprawę wartości ochronnej owsa poprzez obniżony o 20% jego wysiew, skutkujący lepszym dopływem do wsiewki promieniowania fotosyntetycznie czynnego. Stosowanym rozwiązaniem jest również zbiór owsa i innych roślin ochronnych we wcześniejszych fazach rozwojowych, poczynając od kłoszenia, a zebrany materiał roślinny przeznacza się do zakiszania (Khorasani i in., 1997; Zajac, 1998).

Przy ograniczonym o 20% wysiewie owsa jako rośliny ochronnej dla lucerny mieszańcowej uzyskano średnie plony zielonej masy (tab. 1). Z uwagi jednak na wysoką zawartość suchej masy w zielonce plonowanie owsa należy ocenić jako zadawalające. Równocześnie obsada owsa, oscylująca wokół 400 pędów m⁻², umożliwiała znaczny dopływ promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR) do wsiewanej lucerny. Gorsze plonowanie owsa w roku 1998, jako wynik mniejszej obsady pędów i powierzchni ich liści,

spowodowało większy dopływ PAR w głąb łąnu, co poprawiło warunki wzrostu i rozwoju lucerny, a w konsekwencji zwiększenie obsady młodocianych roślin wsiewki lucerny. Należy podkreślić dużą stabilność w latach powierzchni liści pojedynczego pędu, która w roku 1993, 1994 i 1998 wynosiła odpowiednio: 89,1, 78,9 i 83,6 cm². Stabilność w latach powierzchni liści pojedynczego pędu i sumarycznej powierzchni liściowej łąnu pozwalają uznać owies za dobrą roślinę ochronną dla lucerny. We wszystkich badanych latach heliofilna roślina motylkowata, za jaką uznawana jest lucerna mieszańcowa, przeżyła w łąnie owsa, stanowiącego dla niej ochronę.

Tabela 1

Plonowanie i wartość ochronna owsa dla wsiewanej lucerny mieszańcowej
Yield and protective value of oats for undersown alfalfa

Wyszczególnienie Item	Rok uprawy Cultivation year		
	1993	1994	1998
Plon zielonej masy, dt·ha ⁻¹ Yield of green forage	326	339	208
Zawartość suchej masy, g·kg ⁻¹ Dry matter content	278	390	295
Plon suchej masy, dt·ha ⁻¹ Yield of dry matter	91	105	61
Powierzchnia liści pędu, cm ² Leaf surface of shoot	89,1	78,9	83,6
Powierzchnia liści łąnu, m ² ·m ⁻² Leaf surface of field	3,46	3,28	2,68
Wnikanie światła fotosyntetycznie czynnego (%) Penetration of active light for photosynthesis	20,6	19,8	31,4
Obsada roślin lucerny (sztuk·m ⁻²) Number of alfalfa plants (per 1 m ²)	206	185	323

Plony oraz skład chemiczny zielonek owsa uprawianego w roku 1997 z zastosowaniem obniżonej ilości wysiewu przedstawiono w tabeli 2. Plon zielonej masy wzrósł pomiędzy fazą kłoszenia (176 dt), a fazą mleczną dojrzałości ziarna (228 dt·ha⁻¹) o 29,5%. W fazie MW wydajność świeżej masy z ha obniżyła się o 20 dt·ha⁻¹ w porównaniu z fazą M. W przeciwieństwie do plonu świeżej masy, plon suchej masy z ha stale wzrastał od fazy K do fazy MW. Pomiędzy tymi fazami wzrost plonu sięgał aż 85%. Podobnie McCartney i Vaage (1994), Mannerkorpi i Taube (1995) oraz Edmisten i wsp. (1998), obserwowali wzrost plonu i zawartości suchej masy w zielonkach zbożowych spowodowany opóźnieniem terminu zbioru. W badaniach tych autorów plon owsa był bardzo wysoki i dorównywał plonom pszenżyta i jęczmienia. Uzyskane wyniki wydajności owsa w badaniach własnych były jednak niższe. Wpłynęło na to prawdopodobnie obniżenie ilości wysianego ziarna na hektar.

Zawartość suchej masy w zielonkach owsa w fazie K i M była zbliżona (tab. 2). Spowodowane zostało to długotrwałymi opadami atmosferycznymi występującymi w okresie pomiędzy jednym i drugim zbiorem zielonki. Osiągnięcie przez owies dojrzałości mlecznej ziarna uniemożliwiło opóźnienie zbioru zielonki do czasu osuszenia łąnu po opadach atmosferycznych. Wraz z postępującą wegetacją roślin wyraźnie zmniejszała się

w zielonkach zawartość białka, wzrosła natomiast zawartość substancji bezazotowych wyciągowych (BNW), wśród których znacząco zwiększył się udział skrobi (% udział skrobi w BNW), z 3,9% w fazie K do 29,6% w fazie MW. Wraz z opóźnieniem terminu zbioru zielonek następuje proces lignifikacji i zwiększania udziału ścian komórkowych w komórkach tkanek roślinnych (Engels, 1987). Szybko odkładająca się w ziarniakach skrobia powodowała jednak zmniejszenie zawartości włókna surowego, NDF i ADF w zielonkach zebranych w fazie M i MW (efekt tzw. „rozcieńczenia”) Niekorzystne zmiany w składzie chemicznym związane z opóźnianiem terminu zbioru zielonek wiązały się ze wzrostem zawartości ADL. Uzyskane wyniki składu chemicznego zielonek nie odbiegają zasadniczo od wartości opublikowanych przez innych autorów (Khorasani i in., 1997; Edmisten i in., 1998).

Tabela 2

Plon oraz skład chemiczny zielonki z owsa zebranej w różnych fazach rozwojowych roślin
Yield and chemical composition of whole crop oats, cut at different stages of maturity

Wyszczególnienie Item	Faza rozwojowa rośliny Stage of maturity		
	kłoszenie heading	mleczna milk	mleczno-woskowa milk-dough
Plon zielonej masy — Yield of green matter, dt·ha ⁻¹	176	228	208
Plon suchej masy — Yield of dry matter, dt·ha ⁻¹	33	41	61
Sucha masa — dry matter, g·kg ⁻¹	187	181	295
	(g·kg ⁻¹) suchej masy — dry matter		
Masa organiczna — organic matter	895	926	934
Białko ogółem — crude protein	110	97	74
Ekstrakt eterowy — ether extract	35	45	43
Włókno surowe — crude fibre	318	261	252
BNW ¹ — NFE ¹	432	524	564
Skrobia — starch	17	148	167
NDF	667	522	504
ADF	395	352	317
ADL	36	45	53
Ca	3,0	2,5	2,6
P	4,2	2,7	2,1
CRW ² / WSC ² , g kg ⁻¹ s.m. / d.m.	76	94	69
PB ³ / BC ³ , mEq 100g ⁻¹ s.m. / d.m.	32,3	29,7	18,5
Energia brutto — gross energy, kcal kg ⁻¹	827	745	1292
JPM ⁴ — UFL ⁴	0,86	0,67	0,70
JPZ ⁴ — UFV ⁴	0,80	0,59	0,61
BTJN ⁴ — PDIN ⁴ , g	69	61	47
BTJE ⁴ — PDIE ⁴ , g	79	68	63

¹Substancje bezazotowe wyciągowe; N-free extractives

²Cukry rozpuszczalne w wodzie; Water soluble carbohydrates

³Pojemność buforowa; Buffer capacity

⁴Jednostki systemu INRA 1988; INRA 1988 system units

Dużą zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie (CRW) oraz stosunkowo niska pojemność buforowa (PB) sprawiły, że zielonki owsa charakteryzowały się dobrą przydatnością do zakiszania. Najwyższy iloraz CRW/PB, świadczący o przydatności zielonek do zakiszania, miały zielonki z fazy MW (3,72), następnie M (3,16) i K (2,35).

Obniżenie pojemności buforowej w zielonkach z fazy M i MW spowodowane było zmniejszającą się w nich zawartością białka.

Kiszonki

Zawartość suchej masy w kiszonkach uzależniona była od terminu zbioru zielonek i wzrastała średnio z 198 g w fazie K do 296 g·kg⁻¹ w fazie MW (tab. 3).

Tabela 3

Skład chemiczny oraz wskaźniki jakości kiszonek z owsa
Chemical composition and quality of whole crop oats silages

Wyszczególnienie Item	Faza rozwojowa rośliny Stage of maturity		
	kłoszenie heading	mleczna milk	mleczno-woskowa milk-dough
pH	3,79	3,83	3,86
Sucha masa — dry mater, g·kg ⁻¹	198	265	296
	(g·kg ⁻¹) suchej masy — dry matter		
Masa organiczna — organic matter	916	928	927
Białko ogółem — crude protein	96	98	70
BNW ¹ — NFE ¹	504	532	542
Skrobia — starch	13	110	130
NDF	471	506	483
ADF	299	336	312
ADL	25	48	47
Ca	3,2	2,2	2,5
P	4,1	2,9	3,0
Kwas mlekowy — lactic acid	104	84	53
Kwas octowy — acetic acid	7,7	6,7	6,9
Kwas masłowy — butyric acid	1,3	0,3	0,2
Kwas izomasłowy — isobutyric acid	0,2	0,5	0,5
Kwas izowalerianowy — isovaleric acid	0,1	0,1	0,0
N-NH ₃ , % N ogólnego — % of total N	11,8	10,0	9,1
Jakość w skali Fliega-Zimmera	bardzo dobra	bardzo dobra	bardzo dobra
Flieg-Zimmer score	very good	very good	very good
	kg·s.m ⁻¹ — DM ⁻¹		
JPM ²	0,77	0,70	0,69
JPŻ ²	0,72	0,62	0,61
BTJN ² , g	55	52	44
BTJE ² , g	46	40	48

¹ Substancje bezazotowe wyciągowe — N-free extractives

² Jednostki systemu INRA (1988) — INRA (1988) system units

Nastąpił duży wzrost zawartości suchej masy w kiszonce z owsa w fazie M (265 g·kg⁻¹), w stosunku do zielonki (181 g·kg⁻¹). Było to spowodowane ubytkiem wody z kiszonki, która prawdopodobnie pochodziła z opadów atmosferycznych (wyciek soku kiszonkowego). Podobnie jak w przypadku zielonek, wraz z postępującą wegetacją roślin zmniejszała się w kiszonkach zawartość białka ogółem i tłuszczu surowego, natomiast zwiększyła się zawartość substancji bezazotowych wyciągowych z 504 g w fazie K do 542 g·kg⁻¹ s.m. w fazie MW (tab. 3). Największą zawartość skrobi miała kiszonka w fazie MW 130 g·kg⁻¹ s.m. Ze względu na wzrastający udział BNW w s.m. kiszonek, zanotowano najpierw niewielki wzrost pomiędzy fazą K i M, a następnie zmniejszenie w fazie MW

zawartości NDF i ADF. Zawartość ADL szybko wzrastała pomiędzy fazą K i M, a następnie utrzymywała się na stałym poziomie.

Niezależnie od fazy rozwojowej jakość badanych kiszonek była bardzo dobra. Świadczy o tym niski procentowy udział azotu amoniakalnego w N ogólnym oraz duża zawartość kwasów organicznych, szczególnie mlekowego (tab. 3). Najwyższy udział kwasu mlekowego w sumie kwasów organicznych oraz najniższą zawartość amoniaku stwierdzono w kiszonce sporządzonej z zielonki koszonej w fazie K. Średnie pH wynosiło w kiszonkach 3,83. Wysoka jakość uzyskanych kiszonek z owsa spowodowana była dużą przydatnością zielonek tego zboża do zakiszania (niska pojemność buforowa przy wysokiej zawartości cukrów rozpuszczalnych w wodzie) oraz dodatkiem mikrobiologicznego preparatu ułatwiającego zakiszanie.

Wartość pokarmową kiszonek z owsa dla przeżuwaczy, wycenioną w jednostkach systemu IZ-INRA (1997), przedstawiono w tabeli 3. Zawartość energii netto (JPM·kg⁻¹ s.m.) w fazie K wynosiła 0,77. W późniejszych fazach rozwojowych roślin zawartość JPM obniżała się i w fazie MW osiągnęła wartość 0,69. Zaznaczyć trzeba, że wzrost wydajności suchej masy zielonek z ha w fazie M i MW, w porównaniu z fazą K, powodował znaczne zwiększenie ilości uzyskanej energii (JPM) z jednostki powierzchni (aż o 67% pomiędzy K i MW). Najbardziej zasobną w białko BTJN była również kiszona z fazy K (55 g). Prawdopodobnie ze względu na dużą zawartość łatwo dostępnej energii dla drobnoustrojów żwacza (skrobia), najwyższą zawartością BTJE charakteryzowała się kiszona z fazy MW.

WNIOSKI

1. Owies zapewnia wystarczający dopływ promieniowania fotosyntetycznie czynnego do wsiewki lucerny, umożliwiając jej prawidłowy wzrost i rozwój, a w konsekwencji dobre zagęszczenie. Uprawa owsa jako rośliny ochronnej, z uwagi na zmniejszoną ilość wysiewu, umożliwia zebranie średniego plonu masy roślinnej.
2. Opóźnienie terminu zbioru zielonki z owsa z fazy kłoszenia do fazy mleczno-woskowej dojrzałości ziarna powoduje zwiększenie zawartości suchej masy i zmiany w jej składzie chemicznym. Istotnemu zwiększeniu zawartości skrobi w suchej masie towarzyszy zmniejszenie zawartości białka i NDF.
3. Ze względu na dużą zawartość cukrów rozpuszczalnych w wodzie oraz niską pojemność buforową zielonki z owsa koszone w fazie kłoszenia, mleczonej lub mleczno-woskowej dojrzałości ziarna są dobrym surowcem kiszonkarskim, a sporządzone z nich kiszonki charakteryzują się wysoką jakością.
4. Wartość pokarmowa kiszonek z owsa uprawianych w czystym siewie obniża się wraz z postępującą wegetacją roślin. Ze względu jednak na wydajności suchej masy i energii (JPM) z ha zaleca się fazę mleczno-woskową dojrzałości ziarna, jako najbardziej optymalną do zbioru zielonki z owsa z przeznaczeniem do zakiszania.

LITERATURA

- AOAC 1995. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16th Edition, Arlington, Virginia, USA.
- Borowiec F., Furgał K., Kamiński J., Zając T. 1998. Nutritional value of silage made of whole plant barley harvested at various grain ripeness stages. *J. Anim. Feed. Sci.* 7: 45 — 54.
- Deriaz R. E. 1961. The routine analysis of carbohydrates and lignin in herbage. *J. Sci. Food Agric.* 12: 152 — 160.
- Dewar W. A., McDonald P. 1961. Determination of dry matter in silage by distillation with toluene. *J. Sci. Food Agric.* 12: 790 — 795.
- Edmisten K. L., Green J. T., Mueller P. J., Burns J. C. 1998 b. Winter annual small grain forage potential. II. Quantification of nutritive characteristics of four small grain species at six growth stages. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 29 (7/8): 881 — 899.
- Engels F. M. 1987. Changes in the physical/chemical structures of cell walls during growth and degradation. In: Degradation of lignocelluloses in ruminants and in industrial processes. J. M. Van der Meer, B. A. Rijkens, M. P. Ferranti (eds.), Elsevier, London: 294 — 312.
- Faisant N., Planchot V., Kozłowski F., Pacouret M. P., Colonna P., Champ M. 1995. Resistant starch determination adapted to products containing high level of resistant starch. *Sci. Alim.* 15: 83 — 89.
- Gąsowski A., Ostrowska D. 1993. Klucz do oznaczania stadiów rozwojowych niektórych gatunków roślin rolniczych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- IZ-INRA 1997. Normy żywienia bydła, owiec i kóz. Praca zbiorowa, Kraków.
- Khorasani G. R., Jedel P. E., Helm J. H., Kennelly J. J. 1997. Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages. *Can. J. Anim. Sci.* 77: 259 — 267.
- Kunelius H. T., Johnston H. W., McLeod J. A. 1992. Effect of undersowing barley with Italian ryegrass or red clover on yield, crop composition and root biomass. *Agric. Ecosyst. and Environ.* 38: 127 — 137.
- Lanini W. T., Orloff S. B., Vargas R. N., Orr J. P., Marble V. L., Grattan S. R. 1991. Oat companion crop seeding rate effect on alfalfa establishment, yield, and weed control. *Agron. J.* 83: 330 — 333.
- Legere A., Stevenson F. C., Samson N. 2001. Tillage and weed management effects on forage production in a barley-red clover rotation. *Can. J. Plant Sci.* 81: 405 — 412.
- Mannerkorpi P., Brandt M. 1995. Feeding value of barley plants as related to stage of maturity. 2. *In vivo* digestibility and voluntary intake of silages. *Acta Agric. Scand. Sect. A. Anim. Sci.* 45: 153 — 158.
- Mannerkorpi P., Taube F. 1995. Feeding value of barley plants as related to stage of maturity. I. Morphological and chemical composition and *in vitro* digestibility. *Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal. Sci.* 45: 147 — 152.
- McCartney D. H., Vaage A. S. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. *Can. J. Anim. Sci.* 74, 91 — 96.
- Payne M. J., McDonald P. 1996. The buffering constituents of herbage and of silage. *J. Sci. Food. Agric.* 17, 264 — 268.
- Podkówka W. 1978. Nowoczesne metody kiszenia pasz. PWRiL, Warszawa.
- Podkówka W., Janicki B. 1978. Wartość pokarmowa kiszzonek z owsa w zależności od fazy wegetacji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 216: 223 — 228.
- Power J. F., Koerner P. T. 1994. Cover crop production for several planting and harvest dates in Eastern Nebraska. *Agron. J.* 86: 1092 — 1097.
- Pyś J. B., Micek P. 1997. Jakość i wartość pokarmowa kiszzonek z owsa. *Biul. Reg. Zakł. Dor. Rol. AR w Krakowie*, 314: 71 — 75.
- Santrucek J., Svobodova M. 1993. Vliv různých způsobů vysevu a rozteče radku na zhuštění pudy vojteskových porostů. *Rostl. Vyr.* 39: 203 — 210.
- Skulmowski J. 1974. Metody określania składu pasz i ich jakości. PWRiL, Warszawa.
- Zając T. 1998. Studium porównawcze cech morfologicznych i produktywności lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) uprawianej w czystym siewie i w mieszankach z roślinami motylkowatymi i trawami. Cz. I. Cechy morfologiczne roślin i struktura ładu w zależności od sposobu siewu. *Acta Agrobot.* 51, (1–2): 101 — 117.
- Zając T., Witkowiec R. 1997. Porównanie wartości ochronnej zbóż jarych i bobiku dla koniczyzny czerwonej. Cz. I. Wartość ochronna i produktywność zbóż jarych i bobiku. *Acta Agr. Silv., ser. Agr.* 35: 121 — 132.

SPIS TREŚCI — CONTENTS

Elżbieta Pisulewska	II Ogólnopolska Konferencja Naukowa Owies — Hodowla, Uprawa i wykorzystanie, 11–12 września 2002, Kraków	5
I sekcja: HODOWLA ROŚLIN I NASIENNICTWO		
Ludwik Spiss	Historia hodowli owsa w Polsce History of oat breeding in Poland	7
Zygmunt Tadeusz Nita	Współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli owsa w Polsce Contemporary achievements and prospects of oat breeding in Poland	13
Edyta Paczos-Grzęda	Badania cytogenetyczne i molekularne mieszańców międzygatunkowych heksaploidalnego owsa <i>Avena sativa</i> L. × <i>Avena sterilis</i> L. oraz form wyjściowych Cytogenetic and molecular analyses of interspecific hybrids of the hexaploid oat <i>Avena sativa</i> L. × <i>Avena sterilis</i> L. and initial forms	21
Edyta Paczos-Grzęda	Charakterystyka niektórych cech ilościowych mieszańców międzygatunkowych F ₂ heksaploidalnego owsa <i>Avena sativa</i> L. × <i>Avena sterilis</i> L. oraz form wyjściowych Characterization of some quantitative traits in interspecific hybrids of hexaploid oat <i>Avena sativa</i> L. × <i>Avena sterilis</i> L. and initial forms	33
Tadeusz Śmiałowski Stanisław Węgrzyn	Zdolność kombinacyjna rodów i odmian owsa Część II. Owies żółtoziarnisty (<i>A. sativa</i> L. var. <i>aurea</i>) Combining ability of the strains and varieties of oats Part II. Yellow-grain oats	43
Maria Moś Andrzej Zieliński	Wpływ warunków przyspieszonego starzenia na zdolność kiełkowania i wigor ziarna owsa nieoplewionego i oplewionego The influence of accelerated ageing conditions on germinability and vigour of naked and husked oats	53
II sekcja: UPRAWA I OCHRONA		
Jan Moudrý Jan Moudrý jr. Zdeněk Štěrba Jan Bárta	Comparison of yield and panicle productivity between hulled (<i>Avena sativa</i> L.) and naked (<i>Avena nuda</i> L.) oats Porównanie plonu i produktywności wiechy u owsa oplewionego (<i>Avena sativa</i> L.) i nagiego (<i>Avena nuda</i> L.)	61
Ryszard Weber Borys Hryńczuk Włodzimierz Kita	Wpływ sposobu uprawy roli na plonowanie oraz wartość przedplonową owsa i pszenicy jarej dla pszenicy ozimej Influence of the mode of tillage on yielding and forecrop value of oats and spring wheat going before winter wheat	65
Stanisław Deryło Kazimierz Szymankiewicz Zofia Grotkowska Joanna Stachowska	Zachwaszczenia owsa siewnego w płodozmianie i wielogatunkowej monokulturze zbożowej Weed infestation of oats at a rotation and at a multispecies monoculture of small grain crops	73

Tadeusz Śmiałowski Stanisław Węgrzyn	Zastosowanie analizy współczynników ścieżek do oceny współzależności elementów struktury plonu owsa jarego (<i>Avena sativa</i> L.) The path-coefficient analysis of yield structure parameters in spring oat	85
Edward Wróbel Tadeusz Krajewski Wojciech Krajewski	Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu owsa oplewionego i nagoziarnistego The effect of nitrogen application on yield and its structure of naked and hulled oats	95
Marian Piech Robert Maciorowski Krum Petkov	Plon ziarna i składników pokarmowych owsa nieoplewionego i oplewionego uprawianego przy dwóch poziomach nawożenia azotem The yield of grain and nutritive components of naked and hulled oats cultivated at two nitrogen levels	103
Małgorzata Walens	Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego Effect of nitrogen fertilization and sowing rates on yield and grain quality of naked and husked oat cultivars	115
Alicja Sułek	Wpływ dawek azotu na plon ziarna i jego komponenty u nowych odmian owsa Effect of nitrogen on yield and its components in new cultivars of oats	125
Wiesława Piotrowska Stefan Pietkiewicz Zdzisław Wyszynski Tadeusz Łoboda Dariusz Gozdowski Edyta Kotlarska-Jaros Sławomir Stankowski	Wymiana gazowa owsa w zależności od poziomu nawożenia azotem Gas exchange of oat depending on nitrogen fertilization	131
Bogdan Dubis Wojciech Budzyński	Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu Response of naked and husked oats to date and density of sowing	139
Władysław Szempliński	Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszanym Yielding of naked and covered oat and spring barley in pure and mixed crops	147
Marian Piech Robert Maciorowski Krum Petkov	Plon ziarna i składników pokarmowych nieoplewionych i oplewionych odmian owsa oraz jęczmienia jarego w siewie czystym i w mieszance The yield of grain and nutritive components of naked and hulled oat varieties and of spring barley in pure sowing and in mixed crops	157
Kazimierz Klima Kinga Szarek	Reakcja owsa oplewionego i nagoziarnistego na uprawę w mieszkach zbożowych w zależności od położenia na stoku Yielding of covered and naked oats grown in mixed crops depending on the field location on a slope	167
Jan Kołodziej	Wpływ opadów atmosferycznych na kształtowanie się wybranych cech ziarna owsa uprawianego w warunkach górskich Influence of precipitation on shaping some properties of oat grain cultivated in mountain conditions	175
Barbara Skowera Jan Kołodziej	Wpływ czynników termiczno-opadowych na plonowanie owsa w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej Influence of thermal and precipitation factors on yield of oat in the Orawsko-Nowotarska Basin	185

Aleksander Szmigiel Andrzej Złobecki	Odporność oplewionych i nieoplewionych ziarniaków owsa na uszkodzenia mechaniczne Resistance of husked and naked oat seeds to mechanical damage	193
Elżbieta Skórska Rafał Lewandowski	Porównanie reakcji trzech odmian owsa na promieniowanie UV-B Comparison of reactions of three oat varieties to UV-B radiation	199
Zbigniew J. Burgiel Elżbieta Pisulewska	Grzyby zasiedlające ziarno owsa nagonasiennego Naked oat seed-borne fungi	205
Tadeusz Michalski Joanna Horoszkiewicz- Janka	Grzyby zasiedlające ziarno owsa nagiego i oplewionego w zależności od sposobu ochrony roślin w okresie wegetacji Fungi infesting grain of naked oats and husked oats depending on the system of plant protection	211
Elżbieta Boligłowa Katarzyna Znój	Wpływ nachylenia stoku na zdrowotność i plonowanie owsa w siewie czystym i w mieszanym The effect of method of land slope gradient on healthiness and yielding of oats in monoculture and in mixtures	221
Jacek Kieć	Występowanie owsa szorstkiego <i>Avena strigosa</i> na polach uprawnych Polski południowo-wschodniej The occurrence of <i>Avena strigosa</i> on arable fields of south-eastern Poland	229
III sekcja: ŻYWIENIE CZŁOWIEKA		
Elżbieta Bartnikowska	Przetwory z ziarna owsa jako źródło ważnych substancji prozdrowotnych w żywieniu człowieka Oat products as a source of important bioactive substances in human nutrition	235
Ewa Lange	Wpływ ekstrudowanych przetworów z owsa nagoziarnistego na zawartość tłuszczu w żołądku i lipemę poposiłkową u szczurów Influence of extruded naked oat products on fat and cholesterol concentration in gastric contents and postprandial lipemia in rats	247
Renata Wołoch	Zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskane z frakcji młynarskich ziarna nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa Total phenolics content and free radical scavenging activity in milling fractions of barley and oat grain (naked and covered forms)	263
Renata Wołoch Paweł M. Pisulewski	Wpływ mąki otrzymanej z ziarna nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa na profil lipidowy surowicy krwi szczurów The effect of flour derived from naked and covered forms of barley and oat on serum lipid profile in rats	271
Halina Gambuś Elżbieta Pisulewska Florian Gambuś	Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba The use of products of milled naked oat in baking bread	283
Halina Gambuś Marek Gibiński	Wpływ dodatku skrobi owsianej na jakość i starzenie się pieczywa pszennego The effect of addition of oat starch on wheat bread quality and staling	291
Alicja Ceglińska Tadeusz Haber Agnieszka Stelebniak	Próba wykorzystania otrąb owsianych do wypieku wyrobów ciastkarskich An attempt to utilize oat bran in baking cake products	301

Anna Czubaszek	Wybrane cechy fizyczne i skład chemiczny ziarna kilku odmian owsa Some physical features and chemical composition of grain of several oat varieties	307
IV sekcja: ŻYWIENIE ZWIERZĄT		
Maria Fabijańska Iwona Kosieradzka Marcin Bekta	Owies nagi w żywieniu trzody chlewnej i drobiu Część I. Owies nagi w żywieniu tuczników Application of naked oats in feeding pigs and poultry Part 1. Naked oats in feeding of fatteners	317
Iwona Kosieradzka Maria Fabijańska	Owies nagi w żywieniu trzody chlewnej i drobiu Część II. Owies nagi w żywieniu kurcząt brojlerów Application of naked oats in feeding pigs and poultry Part II. Naked oats in feeding broiler chickens	329
Edward Wróbel Tadeusz Krajewski Marek Krajewski	Plonowanie oraz wartość paszowa ziarna owsa nagoziarnistego w siewie czystym i mieszanym Yield and fodder value of naked oats grain in pure sowing and in mixtures	341
Piotr Micek Tadeusz Zając Franciszek Borowiec	Skład chemiczny i wartość pokarmowa zielonki i kiszonki z owsa uprawianego jako roślina ochronna Protective value of oat and its chemical composition and nutritive value as green forage or silage	349