



ŻYWNOŚĆ

Nauka Technologia Jakość

FOOD

Science Technology Quality

Nr 3 (70)

Kraków 2010

Rok 17

Redaktor naczelny: prof. dr hab. Tadeusz Sikora; tel./fax 012/ 293-50-54

Sekretarz redakcji: dr Ewa Ślawska; tel. 012/ 662-51-61
e-mail: wnpttz@wp.pl; ewaslawska@wp.pl

Redaktorzy: prof. dr hab. Bohdan Achremowicz, prof. dr hab. Włodzimierz Grajek,
prof. dr hab. Danuta Kolożyn-Krajewska, prof. dr hab. Bogusław Król, prof. dr hab. Krzysztof
Krygier, prof. dr hab. Mieczysław Pałasiński, prof. dr hab. Stefan Ziajka

Stali współpracownicy: prof. dr hab. Jacek Kijowski (Poznań), dr Grażyna Morkis (Warszawa),
dr inż. Anna Gręda (Kraków), prof. dr hab. Maria Soral-Śmietana (Olsztyn)

RADA PROGRAMOWA: prof. dr Antoni Rutkowski (przewodniczący), dr hab. Kazimierz
Dąbrowski (sekretarz), prof. dr hab. Barbara Baraniak, prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna,
prof. dr hab. Włodzimierz Bednarski, prof. dr hab. Józefa Chrzanowska, prof. dr hab. Janusz
Czapski, prof. dr hab. Zbigniew Czarnecki, prof. dr hab. Józef Fornal, prof. dr hab. Teresa
Fortuna, prof. dr hab. Jan Gawęcki, prof. dr hab. Roman A. Grzybowski, prof. dr hab. Stanisław
Gwiazda, prof. dr hab. Jan Iciek, prof. dr hab. Edward Kołakowski, prof. dr hab. Henryk Kostyra,
prof. dr hab. Andrzej Lenart, prof. dr hab. Zdzisława Libudzisz, prof. dr hab. Piotr
Przybyłowski, prof. dr hab. Zdzisław E. Sikorski, prof. dr hab. Zdzisław Targoński,
prof. dr hab. Tadeusz Trziszka, prof. dr hab. Stanisław Tyszkiewicz, prof. dr hab. Erwin Wąsowicz

KONSULTANCI NAUKOWI: prof. dr hab. Zbigniew Duda, prof. dr hab. Adolf Horubała,
prof. dr hab. Jan Kiswa, prof. dr hab. Helena Oberman

RADA KONSULTACYJNA: prof. dr Henryk Daun (USA), prof. dr Jerzy Jankun (USA),
dr Józef Korolczuk (Francja), prof. dr Marian Naczk (Kanada), prof. dr Jan Pokorny (Czechy),
prof. dr Roman Przybyłski (Kanada), dr Andrzej Sońnicki (USA), dr Alina Surmacka-Szcześniak
(USA), dr John Wojciak (Kanada)

WYDAWCA:

POLSKIE TOWARZYSTWO TECHNOLOGÓW ŻYWNOŚCI
WYDAWNICTWO NAUKOWE PTTŻ

W latach 1994-1999 wydawcą kwartalnika był Oddział Małopolski PTTŻ

© Copyright by Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków 2010

Printed in Poland

Wydawanie publikacji dofinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ISSN 1425-6959

ADRES REDAKCJI:

31-425 KRAKÓW, AL. 29 LISTOPADA 46

Nakład: 650 egz.

SKŁAD I DRUK:



Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków
tel./fax (012) 280-71-51; www.akapit.krakow.pl
e-mail: wn@akapit.krakow.pl

OD REDAKCJI

Szanowni Czytelnicy,

nr 3 (70) naszego czasopisma ma charakter monograficzny. Zamieściliśmy w nim artykuły naukowe dotyczące problematyki owsa, jego właściwości fizykochemicznych i technologicznych, a także czynników agrotechnicznych związanych z uprawą tego zboża. Mamy nadzieję, że lektura tych artykułów będzie dla państwa interesująca. W numerze są oczywiście zamieszczone stałe działy.

Miło mi poinformować Państwa, że Komunikatem nr 16 Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 21 czerwca 2010 r., w sprawie zmiany liczby punktów dla czasopism naukowych zmienione zostały dotychczasowe zasady punktowania czasopism. Zgodnie z tą decyzją **ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość** ma przyznane **9 punktów** za publikacje w nim zamieszczone (Ujednolicony wykaz czasopism naukowych, grupa B, poz.1788).

Pragniemy podkreślić, że jesteśmy obecnie jedynym polskojęzycznym czasopismem naukowym z dyscypliny nauki o żywności obejmującym szeroko rozumiany zakres nauk o żywności i żywieniu.

Powtarzamy nasz apel do Autorów, cytujemy polskich autorów publikujących w **ŻYWNOŚCI** w artykułach kierowanych do czasopism zagranicznych, zwłaszcza z tzw. „listy filadelfijskiej”. Utrzymanie się naszego czasopisma na listach: Science Citation Index Expanded oraz Journal Citation Reports/Science Edition i otrzymanie Impact Factor (IF) będzie podstawą otrzymania odpowiedniej punktacji MNiSzW.

Informuję również, że od nr 1 (62)/2009 artykuły publikowane w **ŻYWNOŚCI** są referowane w bazie Scopus.

Kraków, czerwiec 2010 r.

Redaktor Naczelny



SPIS TREŚCI

Od redakcji	3
<i>Ewa Lange</i> : Produkty owsiane jako żywność funkcjonalna	7
<i>Alicja Kawka</i> : Współczesne trendy w produkcji piekarskiej – wykorzystanie owsa i jęczmienia jako zbóż niechlebowych.....	25
<i>Alicja Kawka, Danuta Górecka</i> : Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego z udziałem zakwasów fermentowanych starterem LV2.....	44
<i>Marek Gibiński, Halina Gambuś, Karol Nowakowski, Barbara Mickowska, Dorota Pastuszka, Grażyna Augustyn, Renata Sabat</i> : Wykorzystanie mąki owsianej - produktu ubocznego przy produkcji koncentratu z owsa - w piekarstwie.....	56
<i>Wiktor Berski</i> : Wybrane właściwości fizykochemiczne skrobi wyizolowanych z polskich odmian i rodów owsa nagoziarnistego.....	76
<i>Ewa Piątkowska, Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska</i> : Podstawowy skład chemiczny wybranych odmian owsa siewnego.....	88
<i>Ewa Piątkowska, Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska</i> : Właściwości antyoksydacyjne wybranych odmian owsa siewnego.....	100
<i>Daniela Dvončová, Michaela Havrlentová, Andrea Hlinková, Peter Hozlár</i> : Effect of fertilization and variety on the β -glucan content in the grain of oats.....	108
<i>Elżbieta Pisulewska, Robert Witkowicz, Agnieszka Kidacka</i> : Plon, komponenty składowe plonu oraz celność ziarna wybranych odmian owsa siewnego	117
<i>Krzysztof Ukalski, Tadeusz Śmiałowski, Joanna Ukalska</i> : Analiza plonowania i stabilności genotypów owsa za pomocą metody graficznej typu GGE	127
<i>Kazimierz Klima, Teofil Łabza</i> : Plonowanie i efektywność ekonomiczna uprawy owsa w siewie czystym i mieszanym w systemie ekologicznym i konwencjonalnym	141
<i>Tadeusz Zajac, Andrzej Oleksy Grzegorz Pińczuk, Robert Witkowicz</i> : Porównanie plonowania i cech morfologicznych roślin owsa oplewionego uprawianego w siewie czystym i mieszanym na terenie powiatu sanockiego.....	148
<i>Danuta Buraczyńska</i> : Porównanie plonowania i zawartości białka mieszanek owsa oplewionego i łubinu wąskolistnego	160
<i>Renata Tobiasz-Salach, Dorota Bobrecka-Jamro, Jan Buczek, Ewa Szpunar-Krok</i> : Reakcja owsa oplewionego i nagoziarnistego na działanie regulatorów wzrostu	174
<i>Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska</i> : Wpływ nawożenia mineralnego i regulatorów wzrostu na transmisję promieniowania biologicznie czynnego przez łan owsa nagoziarnistego	182
<i>Kazimierz Noworolnik</i> : Plonowanie i jakość ziarna owsa w zależności od wilgotności podłoża i dawki azotu	190

<i>Danuta Leszczyńska, Kazimierz Noworolnik: Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego</i>	197
<i>Alicja Sulek: Porównanie produktywności i architektury łąnu owsa brunatnoplewkowej odmiany „Gniady” w zależności od doboru kompleksu glebowego</i>	205
<i>Grażyna Morkis: Problematyka żywnościowa w ustawodawstwie polskim i unijnym</i>	216
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór: Współczesny leksykon wiedzy o żywności</i> ...	219
<i>Anna Gręda: Nowe książki</i>	221
<i>Wacław Leszczyński: Recenzja książki „Skrobia i jej pochodne”</i>	224
Technolog Żywności	227

EWA LANGE

PRODUKTY OWSIANE JAKO ŻYWNOSĆ FUNKCJONALNA

Streszczenie

Zgodnie z definicją Functional Food Science in Europe (1999) żywność może być uznana za funkcjonalną, jeżeli udowodniono na podstawie reprezentatywnych badań naukowych jej korzystny, ponad efekt odżywczy, wpływ na poprawę stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszanie ryzyka chorób. Równocześnie jednak żywność funkcjonalna musi przypominać swoją postacią żywność tradycyjną i wykazywać korzystne działanie w ilościach zwyczajowo spożywanych z dietą. Owies i jego przetwory są bogate w szereg składników bioaktywnych, takich jak: rozpuszczalne w wodzie β -glukany, związki o właściwościach przeciwutleniających (tokole, awentramidyny, kwasy polifenolowe), wielonienasycone kwasy tłuszczowe, w tym kwas α -linolenowy oraz fitosterole (m.in. β -sitosterol, $\Delta 5$ -awenasterol). Produkty owsiane wywierają niezależne działanie hipocholesterolemiczne, a ich włączenie do diety w ilości równoważnej spożyciu 3 g β -glukanów dziennie zmniejsza stężenie cholesterolu całkowitego we krwi o 2 %, a cholesterolu LDL o prawie 5 %. Włączenie przetworów owsianych do diety poprawia również kontrolę glikemii u osób z zaburzeniami tolerancji glukozy i cukrzycą typu 2. Niski indeks glikemiczny przetworów owsianych może mieć znaczenie nie tylko w zapobieganiu i leczeniu zaburzeń gospodarki węglowodanowej, ale i otyłości. Posiłki na bazie pełnoziarnistych przetworów owsianych charakteryzują się wysoką wartością odżywczą i stosunkowo niewielką gęstością energetyczną, dając jednocześnie długotrwałe uczucie sytości. Bogate w rozpuszczalne składniki błonnika pokarmowego przetwory owsiane mogą być również istotnym elementem wspomagania dietoterapii nadciśnienia tętniczego i dietoprofilaktyki nowotworów jelita grubego.

Słowa kluczowe: żywność funkcjonalna, produkty owsiane, choroby dietozależne

Wprowadzenie

Podstawą promowanego nowego stylu życia jest dbałość o zdrowie i sprawność fizyczną w celu zapewnienia dłuższego życia w dobrej kondycji psychofizycznej, dlatego zwiększa się zapotrzebowanie na żywność o najwyższej wartości żywieniowej, naturalną, mniej przetworzoną, o określonych właściwościach prozdrowotnych

W produkcji żywności funkcjonalnej nośnikami substancji bioaktywnych są zwykle te grupy produktów spożywczych, które są często kupowane i zazwyczaj regularnie

spożywane, takie jak: przetwory mleczne, produkty zbożowe, czy napoje owocowe [62].

Obecnie w Japonii produkty o działaniu prozdrowotnym stanowią 15 % sprzedawanej żywności. W USA wśród żywności funkcjonalnej największy udział w sprzedaży mają natomiast przetwory zbożowe (41 %), funkcjonalne napoje bezalkoholowe (32 %) i produkty mleczarskie (12 %). Szacuje się, że prawie połowa żywności w USA jest kupowana z powodów zdrowotnych, a w przyszłości żywność funkcjonalna będzie stanowiła połowę całego rynku żywności [51]. W Europie wśród żywności funkcjonalnej prawie 50 % stanowią „funkcjonalne” przetwory mleczne, a około 30 % produkty zbożowe [31].

Pojęcie żywności funkcjonalnej

Pojęcie żywności o określonym zdrowotnym zastosowaniu - FOSHU (Foods for Specified Health Use) pojawiło się po raz pierwszy w 1991 roku, w Japonii, w ramach regulacji prawnych dotyczących wprowadzania produktów spożywczych o zdefiniowanym korzystnym wpływie na stan zdrowia człowieka. Żywność ta musi być zaakceptowana na podstawie wyników badań naukowych (chemicznych, biochemicznych, biologicznych, w tym klinicznych), potwierdzających jej korzystne działanie, przez Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej Japonii. Jednocześnie jej korzystny wpływ powinien być obserwowany wtedy, gdy stanowi ona część zwyczajowo spożywanej diety [45]. Również w Europie za żywność funkcjonalną – FUFOS (Functional Food Science in Europe) uznaje się środki spożywcze o udowodnionym, na podstawie reprezentatywnych badań naukowych, korzystnym, ponad ich efekt odżywczy, wpływie na funkcjonowanie organizmu [17].

Przyjęto, że żywność ta powinna [30]:

- być produktem spożywczym (nie tabletką, kapsułką czy proszkiem) otrzymanym z naturalnie występujących składników,
- stanowić podstawowy element codziennej diety,
- wpływać korzystnie na procesy fizjologiczne organizmu, a szczególnie:
 - zwiększać odporność organizmu,
 - przeciwdziałać chorobom, w tym dietozależnym,
 - sprzyjać leczeniu określonych chorób,
 - sprzyjać dobrostanowi fizycznemu i psychicznemu,
 - spowalniać procesy starzenia się organizmu.

Badania prowadzone z udziałem ludzi, do diety których włączono badany produkt spożywczy o potencjalnych właściwościach prozdrowotnych, powinny być prowadzone przez niezależne ośrodki naukowe, obejmować odpowiednio dużą grupę osób i trwać wystarczająco długo, by ich wyniki były obiektywne i wiarygodne. Równocześnie żywność funkcjonalna może być przeznaczona dla całej populacji lub dla jej po-

szczególnych grup, w zależności od np. wieku, czy nasilenia czynników ryzyka występowania określonych chorób [20].

Obecnie można wyróżnić trzy podstawowe kierunki oddziaływania żywności funkcjonalnej na funkcjonowanie organizmu człowieka:

- wpływ na hamowanie zmian degeneracyjnych ustroju i/lub działanie lecznicze czy wspomagające leczenie w przebiegu niektórych schorzeń np. zmniejszanie ryzyka i wspomaganie leczenia chorób układu krążenia, chorób nowotworowych, osteoporozy, cukrzycy, alergii i nietolerancji pokarmowych – łagodzenie zaburzeń trawienia i wchłaniania;
- zwiększanie podaży składników odżywczych w fizjologicznych stanach zwiększonego zapotrzebowania m.in. w okresie intensywnego wzrostu, w ciąży, w okresie rekonwalescencji czy dla osób uprawiających sport;
- poprawę nastroju i zwiększanie wydajności psychofizycznej organizmu.

Znaczna część funkcjonalnych produktów spożywczych ma jednak działanie wielokierunkowe [29].

Składniki bioaktywne żywności funkcjonalnej

Jakość zdrowotna żywności funkcjonalnej wynika głównie z obecności w jej składzie substancji bioaktywnych, stymulujących pożądaną przebieg przemian metabolicznych oraz z optymalnych fizjologicznie ich wzajemnych proporcji i/lub działania synergistycznego. Substancje o działaniu prozdrowotnym występujące w żywności lub do niej dodane (wzbogacanie) określa się mianem nutraceutyków (nutraceuticals) [36].

Do składników bioaktywnych decydujących o prozdrowotnych właściwościach żywności funkcjonalnej zalicza się między innymi: błonnik pokarmowy, oligosacharydy (prebiotyki), alkohole wielowodorotlenowe, cholinę i lecytynę, białka i peptydy, wielonienasycone kwasy tłuszczowe, w tym PUFA ω -3, składniki mineralne, witaminy, fitozwiązki o właściwościach przeciwutleniających (polifenole, witamina C, karotenoidy, antocyjany, glikozydy, izoprenoidy) oraz fitosterole i mikroorganizmy o działaniu probiotycznym [29].

Owies i jego przetwory są pod tym względem szczególnymi produktami, bogatymi w: rozpuszczalne w wodzie β -glukany, związki o właściwościach przeciwutleniających (m.in. tokole, awenantramidyny, kwasy polifenolowe, kwas fitynowy), wielonienasycone kwasy tłuszczowe, w tym kwas α -linolenowy, fitosterole (m.in. β -sitosterol, Δ 5-awenasterol) [41].

W celu określenia i identyfikacji żywności funkcjonalnej oraz nadzoru nad prezentowaniem jej prozdrowotnych właściwości konsumentom, wprowadzane są oświadczenia żywieniowe i oświadczenia zdrowotne [22]. Oświadczenie żywieniowe (nutrition claim) oznacza stwierdzenie lub sugestię, że produkt spożywczy ma szczególne właściwości żywieniowe z uwzględnieniem wartości energetycznej i zawartości

podstawowych składników odżywczych oraz nutraceutyków. Oświadczenie zdrowotne (health claim) stanowi natomiast stwierdzenie lub sugestię, że istnieje zależność pomiędzy produktem lub grupą produktów spożywczych lub jednym z jej składników a stanem zdrowia, w tym szczególnie zmniejszeniem ryzyka rozwoju choroby [29].

W USA zasady nadawania oraz treść oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych ustala Agencja ds. Żywności i Leków – FDA (Food and Drug Administration). W Unii Europejskiej nadzór nad oświadczeniami żywieniowymi i zdrowotnymi objął Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności – EFSA (European Food Safety Authority) [21, 23].

Oświadczenia żywieniowe i warunki ich zastosowania oraz definicje oświadczeń zdrowotnych i zasady ich nadawania zawiera rozporządzenie w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności (WE 1924/2006) Parlamentu Europejskiego i Rady Europy [53].

Wpływ przetworów owsianych na gospodarkę lipidową

Na początku lat 60. XX w. de Groot i wsp. [16] zaobserwowali, że dodatek płatków owsianych do diety szczurów zmniejsza stężenie cholesterolu całkowitego we krwi w większym stopniu niż dodatek przetworów z pszenicy i jęczmienia. Podobnie wzbogacenie diety osób z hipercholesterolemią w 140 g płatków owsianych dziennie, po 3 tygodniach spowodowało znaczące zmniejszenie (o około 25 mg/dl) stężenia cholesterolu całkowitego we krwi. Przez następne 30 lat opublikowano wiele prac oceniających wpływ przetworów owsianych na wskaźniki gospodarki lipidowej u ludzi. Do przeprowadzonej na początku lat 90. XX w. metaanalizy włączono 22 badania kliniczne przeprowadzane u osób bez zaburzeń gospodarki lipidowej, jak również z hiperlipidemią [55]. Czas pozostawania na diecie wzbogaconej w 28 do 150 g przetworów owsianych dziennie wynosił 4 - 8 tygodni. W większości analizowanych badań obserwowano istotne zmniejszenie stężenia cholesterolu całkowitego we krwi o 4 do 15 % w odniesieniu do wartości wyjściowych. Włączenie do diety przetworów owsianych powodowało średnie zmniejszenie stężenia cholesterolu całkowitego we krwi o 5 – 6 mg/dl. Włączenie produktów owsianych do diety osób bez zaburzeń gospodarki lipidowej wpływało w mniejszym stopniu na stężenie cholesterolu całkowitego we krwi niż u osób z hipercholesterolemią. Równocześnie zaobserwowano, że zmniejszenie stężenia cholesterolu jest proporcjonalne do dawki przetworów owsianych i pochodzących z nich β -glukanów (tab. 1). Prawdopodobnie jednak istnieje dawka, powyżej której zwiększenie spożycia produktów owsianych nie spowoduje proporcjonalnego zmniejszenia stężenia cholesterolu całkowitego w osoczu [55].

Tabela 1

Stężenie cholesterolu całkowitego we krwi w zależności od udziału rozpuszczalnego w wodzie błonnika pokarmowego z produktów owsianych w diecie u osób bez lub z hipercholesterolemią [mg/dl].
Changes in total cholesterol level in the blood depending on the content of water-soluble dietary fibre from oat products included in the diet of persons with or without hypercholesterolemia [mg/dl].

Udział przetworów owsianych w diecie Content of oat products in diet	Stężenie cholesterolu całkowitego we krwi * Changes in total cholesterol level in the blood*	
	osoby bez zaburzeń gospodarki lipidowej persons without dyslipidaemia	osoby z hipercholesterolemią persons with hypercholesterolemia
< 3 g rozpuszczalnych składników błonnika pokarmowego z przetworów owsianych < 3 g of water-soluble dietary fibre from oat products	-3,4 ± 3,8	-10,5 ± 1,6
≥ 3 g rozpuszczalnych składników błonnika pokarmowego z przetworów owsianych ≥ 3 g of water-soluble dietary fibre from oat products	-5,2 ± 4,8	-16,0 ± 8,3

* Stężenie cholesterolu całkowitego we krwi $\geq 5,9$ mmol/l (≥ 229 mg/dl) / Total cholesterol level in the blood ≥ 5.9 mmol/l (≥ 229 mg/dl)

Źródło: / Source: [55].

Produkty owsiane wywierały, niezależnie od zmian spożycia tłuszczu i cholesterolu w diecie, działanie hipocholesterolemiczne, a ich włączenie do diety w ilości równoważnej spożyciu 3 g β -glukanów dziennie, odpowiadającej 2/3 filiżanki płatków owsianych, 1/3 filiżanki otrąb owsianych czy niespełna 1/2 filiżanki kaszy owsianej zmniejszało stężenie cholesterolu całkowitego we krwi o 2 %, a stężenie cholesterolu LDL we krwi o prawie 5 %, co może zmniejszyć ryzyko występowania niedokrwiennej choroby serca o około 10 % [55].

Wyniki tej analizy były podstawą do wydania w 1997 roku przez Food and Drug Administration USA pierwszego zezwolenia na zamieszczanie na produktach spożywczych oświadczenia zdrowotnego, w brzmieniu: „Spożycie 25 g/d przetworów owsianych zmniejsza ryzyko występowania chorób serca”, które można było zamieszczać na pełnoziarnistych przetworach owsianych, takich jak: otręby owsiane, płatki owsiane, pełnoziarnista mąka owsiana [63]. Pod koniec lat 90. przeprowadzono kolejną metaanalizę 25 badań poświęconych ocenie wpływu przetworów owsianych na gospodarkę lipidową u ludzi, przeprowadzonych w ostatniej dekadzie XX wieku. Zaobserwowano, że spożycie przetworów owsianych od 2 do 30 g/d powodowało zmniejszenie stężenia cholesterolu całkowitego we krwi średnio o 4,4 %, przy czym każdy 1 g β -glukanów owsianych włączony do codziennej diety powodował zmniejszenie stężenia choleste-

lu o 1,5 mg/dl [8]. Spożycie z dietą 3 g β -glukanów dziennie powodowało nie tylko zmniejszenie stężenia cholesterolu całkowitego, ale i LDL we krwi o około 5 mg/dl, bez istotnego wpływu na stężenie cholesterolu HDL i triacylogliceroli we krwi [8]. Jednak, gdy wpływ spożycia produktów wzbogaconych w 28 g otrąb owsianych dziennie (2,3 g β -glukanów/d) przez otyłe kobiety w wieku przedmenopauzalnym skorygowano ze względu na wiek, zmiany masy ciała i fazę cyklu, zaobserwowano istotne zwiększenie stężenia cholesterolu HDL (średnio o 11 %) i istotne zmniejszenie proporcji stężenia cholesterolu całkowitego do cholesterolu HDL (średnio o 7,0 %) [56]. Zmiany stężenia wskaźników lipidowych u osób z hipercholesterolemią obserwowano nie tylko po włączeniu do diety otrąb, mąki czy płatków owsianych, ale także mleka owsianego, w ilości 0,75 - 1 litra dziennie (3,8 g - 5,1 g β -glukanów) [46].

Kelly i wsp. [37] podjęli się opracowania meta analizy wyników prac oceniających wpływ pełnoziarnistych przetworów zbożowych na wskaźniki przemiany lipidowej we krwi. Okazało się, że 8 z 10 wybranych reprezentatywnych badań dotyczyło przetworów z owsa. Autorzy wskazali, że włączenie do diety przetworów owsianych powodowało średnio o 7,3 mg/dl większe zmniejszenie stężenie cholesterolu całkowitego i o 6,9 mg/dl stężenia cholesterolu LDL we krwi niż odpowiednie diety kontrolne, ubogie w pełnoziarniste produkty zbożowe.

W roku 2003 FDA określiła dodatkowo, że oświadczenia zdrowotne dotyczące wpływu rozpuszczalnych w wodzie składników błonnika pokarmowego na występowanie niedokrwiennej choroby serca można umieszczać na produktach zawierających przynajmniej 0,75 g rozpuszczalnego w wodzie błonnika pokarmowego w jednej standardowej porcji produktu, w tym na produktach zawierających otręby owsiane i/lub płatki owsiane, i/lub pełnoziarnistą mąkę owsianą, i/lub pełne ziarno jęczmienia lub pełnoziarnistą mąkę z jęczmienia [64]. Równocześnie warto zaznaczyć, że w 1 porcji przetworów owsianych znajduje się 1,5 - 2,0 g rozpuszczalnego w wodzie błonnika pokarmowego. Zmodyfikowano także treść oświadczenia, które obecnie brzmi: „Rozpuszczalne składniki błonnika pokarmowego z produktów takich, jak np. pełnoziarniste przetwory owsiane, jako część diety ubogiej w nasycone kwasy tłuszczowe i cholesterol mogą zmniejszać ryzyko chorób serca”. Oświadczenie to musi też zawierać informację o zawartości rozpuszczalnych w wodzie składników błonnika pokarmowego w jednej porcji produktu i o jego ilości, która spożyta dziennie zapewni uzyskanie korzystnego efektu prozdrowotnego [64].

Korzystny wpływ produktów owsianych nie ogranicza się tylko do działania hipocholesterolemicznego. Włączenie do diety otyłych mężczyzn przetworów owsianych, dostarczających 5,5 g β -glukanów dziennie spowodowało również zmniejszenie stężenia we krwi aterogennych małych, gęstych lipoprotein LDL (średnio o 17 %), w porównaniu z dietą zawierającą przetwory z pszenicy, która powodowała zwiększenie ich stężenia (średnio o 60 %) [15]. Równocześnie wpływ włączenia do diety prze-

tworów owsianych jest niezależny od pozostałych jej modyfikacji. U osób z hipercholesterolemią, stosujących dietę niskoenergetyczną wzbogaconą w 35 - 50 g otrąb owsianych dziennie, zaobserwowano istotnie większe zmiany stężenia cholesterolu całkowitego i cholesterolu LDL we krwi niż u osób stosujących jedynie standardowe zalecenia dietyoterapii otyłości [6].

Na obecnej liście oświadczeń zdrowotnych EFSA, dotyczących wpływu składników żywności na funkcje organizmu, umieszczono oświadczenia dotyczące m.in. owsa oraz β -glukanów z owsa i ich wpływu na stężenie cholesterolu we krwi (ID 754, 801, 1465, 2934), a Zespół ds. Produktów Dietetycznych, Żywienia i Alergii (NDA) uznał, że słusznym jest zamieszczenie oświadczenia, że: „Regularne spożycie β -glukanów przyczynia się do utrzymania prawidłowego stężenia cholesterolu we krwi” [59]. Wg US FDA do grupy produktów, na których umieszczać można oświadczenie zdrowotne, zaliczono również te zawierające preparat węglowodanowy Oatrim, powstały z mąki lub otrąb owsianych, w wyniku enzymatycznej hydrolizy skrobi [13]. Oatrim jest bogaty w rozpuszczalne w wodzie składniki błonnika owsianego (zawiera zwykle od 5 do 10 % β -glukanów) i stanowi niskokaloryczny (1 kcal/g) substytut tłuszczu wykorzystywany w produkcji lodów, mrożonych deserów, wyrobów piekarniczych i ciastkarskich, serów, odtłuszczonego mleka, koktajli, czekolady, napojów typu instant, sosów, majonezu, masła i margaryny o zredukowanej zawartości tłuszczu, masła orzechowego, zup, przetworów mięsnych, nadając tym produktom sprężystą, elastyczną teksturę i kremową, wilgotną konsystencję. Powstały po połączeniu Oatrim z wodą żel zachowuje stałą konsystencję w temperaturze pokojowej i temperaturze ciała, a w wyższej temperaturze, stosowanej w czasie obróbki termicznej żywności, ma postać płynną. Dodatek Oatrim do odtłuszczonego mleka nadaje odczucie mleka zawierającego 2 % tłuszczu [34]. Wśród preparatów owsianych bogatych w β -glukany (od 5 do 50 %) można wymienić również hydrokoloidowe ekstrakty, takie jak: Nutrim, czy C-Trim, mogące stanowić dodatek funkcjonalny i/lub być substytutem tłuszczu [68]. Preparaty bogate w owsiane β -glukany, takie jak Oatrim czy Nutrim, podobnie jak inne przetwory owsiane, wykazują działanie hipocholesterolemiczne [12, 54].

β -glukany owsa mają dużą zdolność wiązania wody i tworzenia roztworów wodnych o zwiększonej lepkości. Hipocholesterolemiczne działanie β -glukanów zależy od ich rozpuszczalności w wodzie. β -glukany o większym stopniu rozpuszczalności zwiększając lepkość treści pokarmowej wpływają na tworzenie się micelli, ich strukturę i skład, w przewodzie pokarmowym. W następstwie tego zmniejsza się wchłanianie tłuszczu i cholesterolu, jak również wchłanianie zwrotne kwasów żółciowych, powodując zwiększenie ich wydalania z kałem [2]. Naturalne otręby owsiane zmniejszają wchłanianie cholesterolu o 19 % i zwiększają wydalanie kwasów żółciowych i cholesterolu o 40 %, zwiększając jednocześnie syntezę kwasów żółciowych o 57 % w porównaniu z otrębami poddanymi hydrolizie, o mniejszej zawartości β -glukanów (4,5 g

vs. 11,6 g β -glukanów) [19]. Zmniejszone wchłanianie tłuszczu i cholesterolu oraz zmniejszenie reabsorpcji kwasów żółciowych, spowodowane zwiększonym spożyciem rozpuszczalnych w wodzie składników błonnika pokarmowego, zaburza konwersję pierwotnych do wtórnych kwasów żółciowych, powodując w konsekwencji, że cholesterol syntetyzowany w wątrobie kierowany jest głównie do produkcji kwasów żółciowych, zmniejszając jego dostępność do syntezy lipoprotein i stężenie we krwi [1, 18]. Otręby owsiane nasilają też wzrost bifidobacterii (*Lactobacillus rhamnous GG*, *Lactococcus lactis*) oraz produkcję w jelicie grubym kwasu octowego i propionowego, które hamować mogą działanie reduktazy hydroksyl-metylo-glutaryco-CoA (HMG CoA), kontrolującej endogenną syntezę cholesterolu [44. 52]. Zaobserwowano również, że u osób, które włączyły do swojej codziennej diety przetwory owsiane zmniejszyło się także stężenie apolipoproteiny B, co może wskazywać na zwiększone zapotrzebowanie na cholesterol w wątrobie w związku z nasiloną syntezą kwasów żółciowych, jak również zwiększenie liczby receptorów dla lipoprotein LDL i w konsekwencji większe ich wychwytywanie z krążenia [6]. Równocześnie potencjalny korzystny wpływ przetworów owsianych, bogatych w rozpuszczalne w wodzie składniki błonnika pokarmowego, na stężenie cholesterolu HDL we krwi może być związany również ze zwiększeniem aktywności białka transportującego estry cholesterolu (CETP – cholesterol ester transport protein) [67].

Do hipocholesterolemicznego działania przetworów owsianych przyczyniać się mogą także zawarte w nich fitosterole oraz tokotrienole. Fitosterole ograniczają wchłanianie cholesterolu i zwiększają jego wydalanie do światła jelita. We frakcji niezmydlającej się oleju owsianego występują fitosterole (350 - 500 $\mu\text{g/s.m.}$), głównie β -sitosterol (62 % steroli), Δ^5 -awenasterol (21 % steroli) oraz kampesterol i stigmasterol [9]. Tokotrienole, szczególnie γ - i δ -tokotrienol, występujące w dużych ilościach w otrębach i zarodku są inhibitorami reduktazy hydroksymetyloglutarylo CpA i mogą zmniejszać syntezę cholesterolu w wątrobie. Przetwory owsiane bogate są także w nienasycone kwasy tłuszczowe, których hipocholesterolemiczne właściwości znane są od wielu lat [38].

Wpływ przetworów owsianych na gospodarkę węglowodanową

Włączenie przetworów owsianych do diety wpływa nie tylko na metabolizm lipidów, ale i na metabolizm węglowodanów w organizmie poprzez opóźnienie opróżnienia żołądka oraz utrudnienie trawienia i absorpcji w jelicie cienkim, sprzyja poprawie kontroli glikemii u osób z zaburzeniami tolerancji glukozy i cukrzycą typu 2 [41]. Mniejszej i wolniej narastającej glikemii po posiłku zawierającym owies towarzyszy zmniejszone wydzielanie insuliny, dlatego posiłek zawierający produkty owsiane wpływać może również na zmniejszenie odpowiedzi glikemicznej po następnym posiłku [49]. Beta-glukany owsiane, o znacznym stopniu rozpuszczalności w wodzie,

w istotny sposób zmniejszały zarówno glikemię, jak i insulinemię w odróżnieniu od tej samej ilości (5 g lub 10 g/d) β -glukanów jęczmiennych, o mniejszej zawartości składników rozpuszczalnych w wodzie [7].

Tabela 2

Indeks glikemiczny wybranych produktów zbożowych.
Glycemic Index of some selected cereal products.

Produkt Product	Indeks glikemiczny [%] Glycemic Index [%]
Chleb pszenny / Wheat bread	73
Chleb żytni pełnoziarnisty / Whole-grain rye bread	58
Buleczki owsiane / Oat rolls	71
Chleb owsiany / Oat bread	65
Chleb z dodatkiem otrąb owsianych / Bread with oat bran added	47
Płatki kukurydziane / Cornflakes	87
Płatki jęczmienne / Barley flakes	69
Płatki instant owsiane / Instant oat flakes	66
Płatki owsiane / Oat flakes	58
Cienkie, prażone, płatki owsiane / Thin, roasted oat flakes	74
Mąka owsiana / Oat flour	54
Cheerios / Cheerios	77
Otręby owsiane / Oat bran	55
Herbatniki / Biscuits	82
Ciasteczka owsiane / Oat cakes	57

Opracowanie własne na podstawie: [24] / The author's own study based on [24].

Produkty owsiane, szczególnie tradycyjne płatki owsiane, otręby owsiane i mąka owsiana mają relatywnie mniejszy indeks glikemiczny niż odpowiednie produkty pszenne, jęczmienne czy kukurydziane (tab. 2). Jenkins i wsp. [35] zaobserwowali, że zmniejszenie glikemii po spożyciu produktów owsianych zależy od udziału w nich β -glukanów. Każdy 1 g β -glukanów owsianych w posiłku zmniejsza indeks glikemiczny średnio o 1 %. Również dodatek do posiłku przetworów owsianych, takich jak mąka, czy płatki w istotny sposób zmniejszał glikemię u osób otyłych i/lub u osób z cukrzycą typu 2 [5, 61] Granfeldt i wsp. [27] zaobserwowali natomiast, że dodatek β -glukanów owsianych do posiłku (chleb biały, jogurt) wpływa istotnie na glikemię wtedy, gdy wynosi min. 4 g. Na glikemię po spożyciu produktów owsianych wpływa także stopień ich przetworzenia. „Grubsze” płatki owsiane (1,0 mm), bez względu na

rodzaj wstępnych zabiegów technologicznych, powodowały mniejszą odpowiedź glikemiczną i insulinową, jak również istotnie mniejszy indeks glikemiczny i insulinowy niż „cieńsze” płatki owsiane (0,5 mm) (GI – 51-57 vs. 66 - 88 %; Indeks insulinowy – 58-77 vs. 84 - 102) [26].

Tabela 3

Indeks sytości wybranych produktów spożywczych.
Satiety Index of some selected cereal products.

Produkt / Product	Indeks sytości [%] Satiety Index
Chleb pszenny / Wheat bread	100
Chleb żytni pełnoziarnisty / Whole-grain rye bread	157
Makaron / Pasta	119
Makaron z mąki razowej / Wholemeal pasta	188
Herbatniki / Biscuits	120
Jogurt / Yoghurt	88
Orzechy arachidowe / Peanuts	84
Musli / Muesli	100
Płatki kukurydziane / Cornflakes	118
Cienkie, prażone, płatki owsiane / Thin, roasted oat flakes	74
Otręby wielozbożowe / Multigrain cereal bran	151
Płatki owsiane / Mąka owsiana / Oat flakes / Oat flour	209
Ziemniaki / Potatoes	323
Wołowina / Beef	176

Opracowanie własne na podstawie: [33] / The author's own study based on [33].

Niski indeks glikemiczny przetworów owsianych może mieć znaczenie także w zapobieganiu i leczeniu otyłości. Posiłki na bazie pełnoziarnistych przetworów owsianych charakteryzują się nie tylko wysoką wartością odżywczą, ale i stosunkowo niewielką gęstością energetyczną np. 0,6 kcal/g płatków owsianych na mleku, powodując jednocześnie większe uczucie sytości w porównaniu z ekwiwalentną porcją pełnoziarnistych produktów z innych zbóż (tab. 3).

Inne aspekty prozdrowotne przetworów owsianych

Bogate w rozpuszczalne składniki błonnika pokarmowego przetwory owsiane mogą być również istotnym elementem we wspomaganie dietoterapii nadciśnienia tętniczego. Dodatek do diety osób z nadciśnieniem 5 - 7 g β -glukanów dziennie efektywnie zmniejszał zarówno wartość ciśnienia skurczowego (o 6 - 7 mm Hg), jak i rozkurczowego (o 4 mm Hg), szczególnie u osób z nadciśnieniem i otyłością [40, 50, 58].

Według ustaleń United States Department of Agriculture na opakowaniach produktów naturalnie zawierających znaczne ilości błonnika pokarmowego, takich jak przetwory owsiane, mogą być zamieszczane również oświadczenia zdrowotne dotyczące ich wpływu na występowanie nowotworów, w brzmieniu: „Dieta niskotłuszczowa bogata w będące źródłem błonnika pokarmowego produkty zbożowe, owoce i warzywa może zmniejszać, jako jeden z wielu czynników, ryzyko wystąpienia niektórych nowotworów” [65]. Otręby owsiane nasilają wzrost bifidobakterii (*Lactobacillus rhamninus* GG, *Lactococcus lactis*) oraz produkcję kwasu octowego, propionowego i masłowego w jelicie grubym, w podobnym stopniu jak inulina, czy guma guar, co sprzyjać może wzrostowi korzystnej mikroflory jelitowej i poprawiać funkcję błony śluzowej jelita cienkiego oraz kolonocytów, zmniejszając w ten sposób ryzyko nieswoistych stanów zapalnych i nowotworów jelita grubego [44, 52]. Owies może być również wykorzystany do produkcji probiotycznych napojów fermentowanych. Poddanie fermentacji mąki owsianej z wykorzystaniem bakterii kwasu mlekowego pozwala uzyskać napój o stałej, w czasie 21-dniowego przechowywania w warunkach chłodniczych, zawartości β -glukanów (0,31 - 0,36 %) i znacznej liczbie komórek *Lactobacillus plantarum* (10^6 - 10^7 komórek w ml) [3].

Już w latach 30. XX w. wykorzystywano właściwości antyoksydacyjne związków zawartych w ziarnie owsa, dodając preparaty z mąki owsianej w celu przedłużenia trwałości mleka, lodów oraz wyrobów mięsnych i rybnych [38]. Przetwory owsiane są dobrym źródłem substancji o właściwościach przeciwutleniających. W puli tokoli ziarna owsa dominuje α -tokotrienol – 43 % (12 mg/kg), α -tokoferol – 18 % (5 mg/kg), γ -tokotrienol i tokoferol oraz chinon α -tokoferolu – 25 %. We frakcji tłuszczu owsianego oprócz tokoli występują karotenoidy: taraksantyna i 5,6-epoksyd luteiny (180 μ g/100 g otrąb owsianych), które podobnie jak β -karoten wykazują właściwości antyoksydacyjne [48]. Do związków o właściwościach antyoksydacyjnych występujących w ziarnie owsa zalicza się również kwasy polifenolowe: cynamonowy, p-hydroksybenzoesowy, wanilinowy, p-kumarynowy, kawowy, ferulowy, sinapinowy oraz awentramidyny 1 i 2 [48]. Awentramidyna 1 wykazuje około 20 % aktywności α -tokoferolu, natomiast awentramidyna 2 - około 60 % aktywności α -tokoferolu. Zawartość awentramidyny A1 waha się od 40 do 132 μ g/g ziarna, zawartość awentramidyny A2 jest około 10-krotnie mniejsza [28]. Równocześnie awentramidyny (A, B i C) i kwasy fenolowe pochodzące z przetworów owsianych mają dobrą bioprzyswajalność, a ich działanie ochraniające lipoproteiny LDL przed utlenianiem jest szczególnie widoczne w połączeniu z witaminą C [10, 11]. W badaniach *in vitro* awentramidyna-2C w istotny sposób zmniejszała też proliferację komórek mięśni gładkich ściany tętnicy i zwiększała produkcję tlenu azotu zarówno przez komórki mięśni gładkich medii, jak i komórki śródbłonna aorty, co w istotny sposób może poprawiać funkcje śródbłonna naczyń krwionośnych i zmniejszać nasilenie zmian miażdżycowych [43]. Do-

datkowo Li i wsp. [39] zaobserwowali w badaniach *in vitro*, że olej owsiany może wpływać na zmniejszenie modyfikacji DNA już na etapie inicjacji zmian nowotworowych.

W puli kwasów tłuszczowych oleju owsianego dominują kwasy nienasycone: linolowy (26 - 53 %), oleinowy (19 - 48 %) i α -linolenowy (0,5 - 5 %). W związku z dużą zawartością związków o właściwościach przeciwutleniających olej owsiany, choć podobny pod względem profilu kwasów tłuszczowych, jest stabilniejszy niż sojowy. Jednak ilość przeciwutleniaczy zawartych w oleju owsianym zmniejsza się w czasie przechowywania lub podczas obróbki termicznej, szczególnie przy znacznym dostępie powietrza i wysokiej temperaturze. Do zmniejszenia trwałości oleju owsianego przyczynia się również duża aktywność enzymów: lipazy oraz lipooksygenazy obecnych w ziarnie [28]. Długotrwałe przechowywanie przetworów owsianych, szczególnie w niewłaściwych warunkach, może poprzez nasilenie procesów utleniania tłuszczu sprzyjać zwiększeniu stężenia nadtlenków lipidowych we krwi, pomimo zachowania korzystnych właściwości hipocholesterolemicznych [4].

Przetwory owsiane, dostępne na rynku europejskim, mogą być w większości opatrzone oświadczeniami żywieniowymi, takimi jak: „produkt o wysokiej zawartości błonnika”, przeznaczonymi do środków spożywczych zawierających min. 6 g błonnika pokarmowego na 100 g lub min. 3 g błonnika pokarmowego na 100 kcal lub „produkt będący źródłem białka”, określającym środki spożywcze zawierające min. 12 % energii z białka [57].

Tabela 3

Zawartość błonnika pokarmowego i białka w przetworach owsianych.
Content of dietary fibre and protein in oat products.

Przetwory owsiane Oat products	Zawartość błonnika pokarmowego Content of dietary fibre		Udział energii z białka w produkcie [%] Percent content of protein- originating energy in product [%]
	[g/ 100 g]	[g/ 100 kcal]	
Produkty owsiane instant Instant oat products	9,2	1,9	15
Mąka owsiana / Oat flour	9,6	2,5	14
Płatki owsiane / Oat flakes	10,0	2,9	14
Kasza owsiana / Oat groat	10,8	3,1	17
Całe ziarno obłuszczone Whole oat grain without hull	9,7	3,0	12
Otręby owsiane / Oat bran	23	6,2	26

Opracowanie własne na podstawie: [60] /The author's own study based on: [60].

Większość przetworów owsianych zawiera ponad 9 % błonnika pokarmowego, a zawarte w nich białko dostarcza ponad 14 % energii. Równocześnie jedna porcja

większości przetworów owsianych (1/2 filiżanki mąki, płatków, kaszy czy otrąb owsianych) zawiera minimum 4 g błonnika pokarmowego [60].

Również białko owsa charakteryzuje się wysoką, jak na przetwory zbożowe, wartością biologiczną. Białko owsa zawiera znaczne ilości aminokwasów egzogennych, w tym: fenyloalaniny i tyrozyny, leucyny, waliny, lizyny i metioniny. Najważniejszym aminokwasem ograniczającym wartość biologiczną białek owsa jest jednak, podobnie jak w białkach innych zbóż, lizyna. W związku z dość dużą zawartością aminokwasów siarkowych białko owsa dobrze uzupełnia się z białkiem roślin strączkowych, w którym mniejszy udział stanowi metionina i cysteina [69]. Globuliny stanowią 50 - 80 % białka całkowitego owsa, natomiast w białku innych zbóż glutenowych globuliny stanowią ok. 10 - 15 % białka całkowitego, a 75 - 94 % to prolaminy i gluteliny. Zawartość aweniny – prolaminy owsa jest znacząco mniejsza i wynosi od 7 do 13 % białka [47]. Według nowych ustaleń Kodeksu Żywnościowego [14], mimo określenia owsa jako zboża glutenowego, produkty owsiane uznano za bezpieczne dla większości osób z celiakią, ale ich stosowanie w diecie bezglutenowej zależy od krajowych regulacji. Znaczącym problemem ograniczającym ewentualne zastosowanie przetworów owsianych w diecie bezglutenowej jest duże prawdopodobieństwo ich zanieczyszczenia innymi zbożami glutenowymi.

Wśród innych potencjalnych właściwości prozdrowotnych owsa warto wymienić również działanie: pobudzające, poprawiające koncentrację i nastrój, zmniejszające potrzebę snu czy działanie przeciwpróchnicze [25].

Przetwory owsiane na rynku produktów spożywczych

W USA, Kanadzie, Francji, Niemczech i Wielkiej Brytanii na cele paszowe przeznaczana się ok. 75 % ziarna owsa, natomiast na produkcję żywności – ok. 20 %. Produkcja owsa na potrzeby rynku spożywczego w USA wynosi 0,91 - 1,54 kg rocznie na jednego mieszkańca [32, 41]. W Polsce szacuje się, że ponad 90 % owsa przeznaczana się na pasze, a tylko ok. 3 % na produkcję żywności [25].

Do najbardziej popularnych przetworów owsianych należą płatki owsiane o różnej grubości i stopniu uprażenia, otręby owsiane oraz produkty uzyskiwane bezpośrednio z rozdrobnionego (łamanego, ciętego) obłuszczonego ziarna owsa („tradycyjna” kasza owsiana) [9]. Często przetwory owsiane (mąki, płatki, otręby czy preparaty samych β -glukanów) stanowią bazę lub dodatek do mieszanek płatków typu musli czy granola, pieczywa, ciastek i ciasteczek, koncentratów spożywczych, takich jak: kakao, produkty typu instant itp. Dodatek płatków owsianych do pieczywa może wynosić nawet 50 %, a dodatek otrąb czy mąki do 20 - 30 % [9]. Jednym z najbardziej popularnych obecnie przetworów owsianych są otręby owsiane, uzyskiwane z ziarna owsa lub płatków poprzez rozdrobnienie, wielokrotne sortowanie i separację frakcji bogatych w błonnik pokarmowy od części mączystych bielma [66]. Powinny one zawierać nie

mniej niż 16 g/100 g s.m. (18 - 25 %) błonnika pokarmowego i min. 5,5 g/100 g s.m. β -glukanów (5,8 - 8,9 % s.m.). Otręby owsiane są także bogatsze w białko i zawierają więcej tłuszczu, znaczne ilości witamin z grupy B, witaminę E, ale mniej składników mineralnych niż płatki [66].

Wśród nowych produktów owsianych bogatych w β -glukany wymienić można: mleko owsiane, napoje owocowe z dodatkiem β -glukanów owsianych (5 %) oraz napoje fermentowane produkowane na bazie pełnoziarnistej mąki owsianej z wykorzystaniem bakterii kwasu mlekowego (*L. plantarum*). Mleko owsiane przygotowywane jest z rozdrobnionych płatków lub mąki owsianej, które poddawane są procesom hydrotermicznym i działaniu β -amylazy, co poprzez zwiększenie udziału dekstryn i maltozy umożliwia uzyskanie napoju o podobnym do laktozy stopniu słodkości [3, 42, 46]. Przetworzone produkty owsiane, np. typu instant lub ciasteczka czy batoniki, mogą jednak dostarczać więcej niż 200 kcal i ponad 10 g sacharozy na 1 porcję.

Podsumowanie

W celu zapobiegania procesowi utleniania ziarno owsa poddawane jest wstępnie obróbce hydrotermicznej, jednak bez względu na rodzaj końcowego produktu większość przetworów owsianych można uznać za przetwory z pełnego ziarna. Warto także podkreślić, że przetwory owsiane, tak jak zakłada definicja żywności funkcjonalnej, wpływają na zmniejszenie ryzyka występowania chorób, szczególnie chorób układu krążenia, cukrzycy typu 2, otyłości, jak również na poprawę stanu zdrowia w ilościach tradycyjnie spożywanych ze zwyczajową dietą.

Literatura

- [1] Amundsen A., Haugum B., Andersson H.: Changes in serum cholesterol and sterol metabolites after intake of products enriched with an oat bran concentrate within a controlled diet. *Scand. J. Nutr.*, 2003, **47**, 68-74.
- [2] Andon M., Anderson J.: State of the Art Reviews: The oatmeal-cholesterol connection: 10 years later. *Am. J. Lifestyle Med.*, 2008, **2**, 51-57.
- [3] Angelov A., Gotcheva V., Kuncheva R., Hristozova T.: Development of a new oat-based probiotic drink. *Intern. J. Food Microbiol.*, 2006, **112**, 75-80.
- [4] Bartnikowska E., Lange E.: Influence of naked oat and its extruded products on lipid metabolism in rats fed atherogenic diet. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2000, **9**, 63-71.
- [5] Behall K., Scholfield D., Hallfrisch J.: Comparison of hormone and glucose responses of overweight women to barley and oats. *Am. J. Coll. Nutr.*, 2005, **24**, 182-188.
- [6] Berg A., König D., Deibert P., Grathwohl D., Berg A., Baumstark M., Ingomar-Werner F.: Effect of an oat bran enriched diet on the atherogenic lipid profile in patients with an increased coronary heart disease risk. A controlled randomized lifestyle intervention study. *Ann. Nutr. Metab.*, 2003, **47**, 306-311.

- [7] Björklund M., van Rees A., Mensink R., Önnings G.: Changes in serum lipids and postprandial glucose and insulin concentrations after consumption of beverages with β -glucans from oats or barley: a randomised dose-controlled trial. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2005, **59**, 1272-1281.
- [8] Brown L., Bernard R., Willett W., Sacks F.: Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1999, **69**, 30-42.
- [9] Butt M., Tahir-Nadeem M., Kashif Iqbal Khan M., Shabir R., Butt M. S.: Oat: unique among the cereals. *Eur. J. Nutr.*, 2008, **47**, 68-79.
- [10] Chen C.-Y., Milbury P., Collins F., Blumberg J.: Avenanthramides are bio-available and have antioxidant activity in humans after acute consumption of an enriched mixture from oats. *J. Nutr.*, 2007, **137**, 1375-1382.
- [11] Chen Ch.-Y., Milbury P., Kwak H.-K., Collins F., Samuel P., Blumberg J.: Avenanthramides and phenolic acids from oats are bio-available and act synergistically with vitamin c to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation. *J. Nutr.*, 2004, **134**, 1459-1466.
- [12] Chen J., Huang X.: The effects of diets enriched in beta-glucans on blood lipoprotein concentrations. *J. Clin. Lipidol.*, 2009, **3**, 154-158.
- [13] Chizzolini R., Zanardi E., Dorigoni V., Ghidini S.: Trends in Food Sci. Technol., 1999, **10**, 119-128.
- [14] Codex standard for foods for special dietary use for persons Intolerant to gluten. CODEX STAN 118 – 1979, Rev. 2008.
- [15] Davy B., Davy K., Ho R., Beske S., Davrath L., Melby Ch.: High-fiber oat cereal compared with heat cereal consumption favorably alters LDL-cholesterol subclass and particle numbers in middle-aged and older men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, **76**, 351-358.
- [16] de Groot A., Luyken R., Pikaar N.: Cholesterol-lowering effect of rolled oats. *Lancet*, 1968, **2**, 303-304.
- [17] Diplock A., Aggett P., Ashwell M., Bornet, F, Fern E, Roberfroid M.: Scientific concepts of functional foods in Europe – Consensus Document. *Br. J. Nutr.*, 1999, **81**, 1-27.
- [18] Dongowski G.: Interactions between dietary fibre-rich preparations and glycol-conjugated bile acids *in vitro*. *Food Chemistry*, 2007, **104**, 390-397.
- [19] Ellegård L., Andersson H.: Oat bran rapidly increases bile acid excretion and bile acid synthesis: an ileostomy study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2007, **61**, 938-945.
- [20] Eurodiet. Core Report. Nutrition and diet for lifestyles in Europe: science and policy implications. *Public Health Nutrition* 2006, **4**, 265-273.
- [21] European Food Safety Authority. Final scientific and technical guidance for applicants for preparation and presentation of the application for authorization of a health claim. EFSA 2007: http://www.efsa.europa.eu/EFSA/ScientificPanels/NDA/efsa_locale-178620753812_Guidance467.htm
- [22] FAO. Food and Agriculture Organization Report on Functional Foods. 2007.
- [23] Food and Drug Administration. Evidence-Based Review System for the Scientific Evaluation of Health Claims. FDA 2007: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/hclmgui5.html>
- [24] Foster-Powell K., Brand-Miller J.: International tables of glycemic index and glycemic load. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2002, **76**, 5-56.
- [25] Gašiorowski H. (pod red.): Owies. Chemia i technologia. PWRiL Poznań 1995.
- [26] Granfeldt Y., Eliasson A.-Ch., Björck I.: An examination of the possibility of lowering the glycemic index of oat and barley flakes by minimal processing. *J. Nutr.*, 2000, **130**, 2207-2214.
- [27] Granfeldt Y., Nyberg L., Björck I.: Muesli with 4 g oat β -glucans lowers glucose and insulin responses after a bread meal in healthy subjects. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2008, **62**, 600-607.
- [28] Gray D., Auerbach R., Hill S., Wang R., Campbell G., Webb C., South J.: Enrichment of oat antioxidant activity by dry milling and sieving. *J. Cereal Sci.*, 2000, **32**, 89-98.

- [29] Hawkes C.: Nutrition labels and health claims, the global regulatory environment. WHO, 2004.
- [30] Heller, I. R., Taniguchi, Y., Lobstein, T.: Functional foods: Public health boon or 21st century quackery? Center for science in the public interest. http://www.cspinet.org/reports/functional_foods_0112_2009
- [31] Hepburn P., Howlett J., Boeing H., Cockburn A., Constable A., Davi A., de Jong N., Moseley B., Oberdörfer R., Robertson C., Wal J., Samuels F.: The Application of post-market monitoring to novel foods. *Food Chem. Toxicol.*, 2008, **46**, 9-33.
- [32] Hodan W., Buzby J.: Dietary assessment of major trends in U.S. food consumption, 1970-2005. Economic Research Service, U.S. Dept. of Agriculture. Economic Information Bulletin, 2008, **33**.
- [33] Holt S., Brand Miller J., Farmakalidis E.: A satiety index of common foods. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1995, **49**, 675-690.
- [34] Hahn N.: Replacing fat with food technology. A brief review of new fat replacement ingredients. *Am. J. Diet. Assoc.*, 1997, **7**, 15-16.
- [35] Jenkins L., Jenkins D., Zdravkovic U., Wursch P., Vuksan V.: Depression of the glycemic index by high levels of beta-glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. 2002, *Eur. J. Clin. Nutr.*, **56**, 622-628
- [36] Jones P.: Clinical nutrition: 7. Functional foods — more than just nutrition. *CMAJ*, 2002, **166**, 1555-1563.
- [37] Kelly S., Summerbell C., Brynes A., Whittaker V., Frost G.: Wholegrain cereals for coronary heart disease (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2007, **2**, CD005051. DOI: 10.1002/14651858.CD005051.pub2.
- [38] Lásztity R.: Oat grain – a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances. *Food Rev. Int.*, 1998, **14**, 99 – 119.
- [39] Li D., Wang M., Paul G., Pitot H., Dragan Y.: Dietary oat lipids-induced novel DNA modifications and suppression of altered hepatic foci formation. *Nutrition and Cancer*, 1999, **33**, 40-45.
- [40] Maki K., Galant R., Samuel P., Tesser J., Witchger M., Ribaya-Mercado J., Blumberg J., Geohas J.: Effects of consuming foods containing oat β -glucan on blood pressure, carbohydrate metabolism and biomarkers of oxidative stress in men and women with elevated blood pressure. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2007, **61**, 786-795.
- [41] McKevith B.: Nutritional aspects of cereals. *Br. Nutr. Foundation Nutr. Bull.*, 2004, **29**, 111-142.
- [42] Naumann E., van Rees A., Önnings G., Öste R., Wydra M., Mensink R.: β -glucan incorporated into a fruit drink effectively lowers serum LDL-cholesterol concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2006, **83**, 601–605.
- [43] Nie L., Wise M., Peterson D., Meydani M.: Avenanthramide, a polyphenol from oats, inhibits vascular smooth muscle cell proliferation and enhances nitric oxide production. *Atherosclerosis*, 2006, **186**, 260-266.
- [44] Nilsson U., Johansson M., Nilsson Å., Björck I., Nyman M.: Applied dietary supplementation with β -glucan enriched oat bran increases faecal concentration of carboxylic acids in healthy subjects. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2008, **62**, 978-984.
- [45] Nutrition Improvement Law Enforcement Regulations. Ministerial Ordinance No. 41, July 1991, Amendment to Ministerial Ordinance No. **33**, May 25, 1996.
- [46] Önnings G., Wallmark A., Persson M.: Consumption of Oat Milk for 5 Weeks Lowers Serum Cholesterol and LDL Cholesterol in Free-Living Men with Moderate Hypercholesterolemia. *Ann. Nutr. Metab.*, 1999, **43**, 301-309.
- [47] Peräaho M., Collin P., Kaukinen K., Kekkonen L., Miettinen S., Mäki M.: Oats can diversify a gluten-free diet in celiac disease and dermatitis herpetiformis. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2004, **104**, 1148-1150.
- [48] Peterson D.: Oat antioxidant. *J. Cereal Science*, 2001, **33**, 115-129.


- [49] Pick M., Hawrysh Z., Gee M., Toth E, Garg M., Hardin R.: Oat Bran Concentrate Bread Products Improve Long-Term Control of Diabetes: A Pilot Study. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1996, **96**, 1254-1261.
- [50] Pins J., Geleva D., Keenan J., Frazel C., O'Connor P., Cherney L.: Do wholegrain oat cereals reduce the need for antihypertensive medications and improve blood pressure control? *J. Fam. Pract.*, 2002, **51**, 353-359.
- [51] Position of the American Dietetic Association: Functional Foods, *J. Am. Diet. Assoc.*, 2009, **109**, 735-746.
- [52] Queenan K., Stewart M., Smith K., Thomas W., Fulcher R., Slavin J.: Concentrated oat β -glucan, a fermentable fiber, lowers serum cholesterol in hypercholesterolemic adults in a randomized controlled trial. *Nutr. J.*, 2007, **6**, 6-14.
- [53] Regulation EC No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods. *Official Journal of the European Union*, 2007, L 12/3-18.
- [54] Reyna-Villasmil N., Bermúdez-Pirela V., Mengual-Moreno E., Arias N., Cano-Ponce C., Leal-Gonzalez E., Souki A., Inglett G., Israili Z., Hernández-Hernández R., Valasco M., Arraiz N.: Oat-derived [beta]-glucan significantly improves hdlc and diminishes ldlc and non-hdl cholesterol in overweight individuals with mild hypercholesterolemia. *Am J Ther.*, 2007, **14**, 203-212.
- [55] Ripsin C., Keenan J., Jacobs D., Elmer P., Welch R., Van Horn L., Kiang L., Turnbull W., Thyne F., Kestin M., Hegsted M., Davidson D., Davidson M., Dugan L., Demark-Wahnefried W., Beling S.: Oat Products and Lipid Lowering. A Meta-analysis *JAMA*, 1992, **267**, 3317-3325.
- [56] Robitaille J., Fontaine-Bisson B., Couture P., Tchernof A., Vohl M-C.: Effect of an oat bran-rich supplement on the metabolic profile of overweight premenopausal Women. *Ann. Nutr. Metab.*, 2005, **49**, 141-148.
- [57] Rozporządzenie (WE) nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej* L 404 z 30 grudnia 2006r.
- [58] Saltzman E., Krupa Das S., Lichtenstein A., Dallal G., Corrales A., Schaefer E., Greenberg A., Roberts S.: An oat-containing hypocaloric diet reduces systolic blood pressure and improves lipid profile beyond effects of weight loss in men and women. *J. Nutr.*, 2001, **131**, 1465-1470.
- [59] Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to β -glucans and maintenance of normal blood cholesterol concentrations (ID 754, 755, 757, 801, 1465, 2934) and maintenance or achievement of a normal body weight (ID 820, 823) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006/1. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *European Food Safety Authority (EFSA). EFSA Journal* 2009, **7 (1254)**, 1-18.
- [60] Souci S., Fachmann W., Kraut H.: Food composition and nutrition tables, MedPharm Scientific Publishers, Taylor and Francis, A RCR Press Book, Stuttgart 2008.
- [61] Tapola N., Karvonen H., Niskanen L., Mikola M., Sarkkineni E.: Glycemic responses of oat bran products in type 2 diabetic patients. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2005, **15**, 255-261.
- [62] Taylor Ch., Wilkening V.: How the Nutrition Food Label Was Developed, Part 2: The Purpose and Promise of Nutrition Claims. *J. Am. Diet. Assoc.*, 2008, **108**, 618-623.
- [63] US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration. Health claims: oats and coronary heart disease -proposed rule. *Fed Regist.* 1996.
- [64] US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration. Health Claims. Guidance for Industry. A Food Labeling Guide. 21 CFR 101.81.
- [65] US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration. Health Claims. Guidance for Industry. A Food Labeling Guide. 21 CFR 101.76.
- [66] Wood J.: Oat bran. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN 1993.

- [67] Wood, P.: Cereal β -glucans in diet and health. *J Cereal. Sci.*, 2007, **46**, 230-238.
- [68] Xu J., Chang, T., Inglett G., Carriere C., Tseng Y.: Multiple-particle tracking study of micro-heterogeneity of nutrim-10 Suspensions. *Cereal Chem.*, 2006, **83**, 37-41.
- [69] Zarkadas C., Yu Z., Burrow V.: Assessment of the protein quality of two new Canadian-developed oat cultivars by amino acid analysis. *J. Agric. Food Chem.* 1995, **43**, 422-428.

OATS PRODUCTS AS FUNCTIONAL FOOD

S u m m a r y

According to the definition by the Functional Food Science in Europe (1999), food may be considered as functional only if it is proved, based on the results of the representative scientific researches, that it has a beneficial nutritional effect, adds to the improvement of health state and well-being, and/or reduces the risk of diseases. Additionally, its form has to be reminiscent of that of traditional food, and its quantities, consumed as part of everyday diet, should be sufficient to have all the beneficial effects as above. Oats and its products are rich in many bioactive ingredients, such as: water-soluble β -glucans, compounds showing antioxidant activity (tokols, avenanthramides, polyphenolic acids), polyunsaturated fatty acids, especially α -linoleic acid, and fitosterols (for example β -sitosterol, $\Delta 5$ -avenasterol). Oat products have an individual hypocholesterolemic effect, and, if their amount included into the diet contains 3 g of β -glucans per day, they decrease the total cholesterol level by 2 %, and the LDL cholesterol level by almost 5 %. Furthermore, the oats products included into the diet enhance the control of glycaemia in persons with inadequate glucose tolerance and type 2 diabetes. A low glycemic index of oats products may have importance not only in preventing and treating disorders of carbohydrate metabolism, but, also, the obesity. Meals based on whole-grain oat products are characterized by a high nutritional value and a relatively low energy density, and, at the same time, they produce a long-lasting feeling of satiety. Oat products, rich in water-soluble dietary fibre, may be, also, a significant element that supports a diet therapy for hypertension and a dietary prophylaxis of large intestine cancer.

Key words: functional food, oat products, diet-related diseases 

ALICJA KAWKA

WSPÓŁCZESNE TRENDY W PRODUKCJI PIEKARSKIEJ – WYKORZYSTANIE OWSA I JĘCZMIENIA JAKO ZBÓŻ NIECHLEBOWYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono informacje dotyczące produkcji i kierunków użytkowania zbóż w Polsce oraz strukturę asortymentową pieczywa i jego znaczenie w racjonalnym żywieniu. Zaprezentowano nowe trendy w produkcji pieczywa, uwzględniając możliwość stosowania owsa lub jęczmienia i ich produktów, jako naturalnych, funkcjonalnych zamienników mąki chlebowej oraz wykorzystanie naturalnych zakwasów celem uzyskania nowych rodzajów pieczywa pszenno-owsianego lub pszenno-jęczmiennego o właściwościach funkcjonalnych.

Słowa kluczowe: zboża, produkty owsiane i jęczmienne, pieczywo, składniki chemiczne, hipercholesterolemia, wskaźnik glikemiczny

Wprowadzenie

Zboża od najdawniejszych czasów są ważnym pożywieniem człowieka. W światowej produkcji dominują trzy zboża – pszenica, kukurydza i ryż, które wraz z jęczmieniem należą do grupy zbóż charakteryzujących się najwyższą dynamiką wzrostu produkcji oraz wydajności z hektara (tab. 1). Inna tendencja występuje w uprawie żyta – przy wzroście wydajności z hektara maleje zarówno powierzchnia jego uprawy, jak i wielkość produkcji. Produkcja owsa wykazuje zaś systematyczną tendencję malejącą w większości krajów świata. Zmniejszanie jego produkcji jest rezultatem ograniczania powierzchni uprawy. Owies, w porównaniu z innymi zbożami, charakteryzuje się najniższym poziomem wydajności z hektara [9, 15, 16].

W Polsce kierunki zmian w produkcji zbóż są podobne do tendencji światowych. Wartości produkcji zbóż przedstawione na rys. 1. są średnimi z pięcioletnich okresów. W poszczególnych latach ulegały one wahaniom pod wpływem oddziaływania czynni-

ków nie tylko klimatycznych, ale i ekonomicznych. W początkach lat 90. XX w., ze względu na dokonujące się przemiany w rolnictwie i polskiej gospodarce, wahania te były dość znaczne. W latach 1996 - 2005 nastąpił wzrost produkcji pszenicy, nieznacznie jęczmienia oraz zmniejszenie produkcji żyta i owsa (rys. 1). Ogólnie produkcja zbóż chlebowych – pszenicy i żyta jest większa niż zbóż niechlebowych – jęczmienia i owsa.

Tabela 1

Światowa produkcja zbóż [mln ton].
World cereal production [million tonnes].

Produkty zbożowe Cereal products	Lata / Years				
	1980	1990	1995	2000	2005
Pszenica / Wheat	438	593	538	584	627
Kukurydza/ Maize	420	479	506	594	519
Ryż / Rice	394	521	546	594	632
Jęczmień / Barley	154	178	144	132	139
Żyto / Rye	24	37	22	20	15
Owies / Oat	41	39	30	26	23

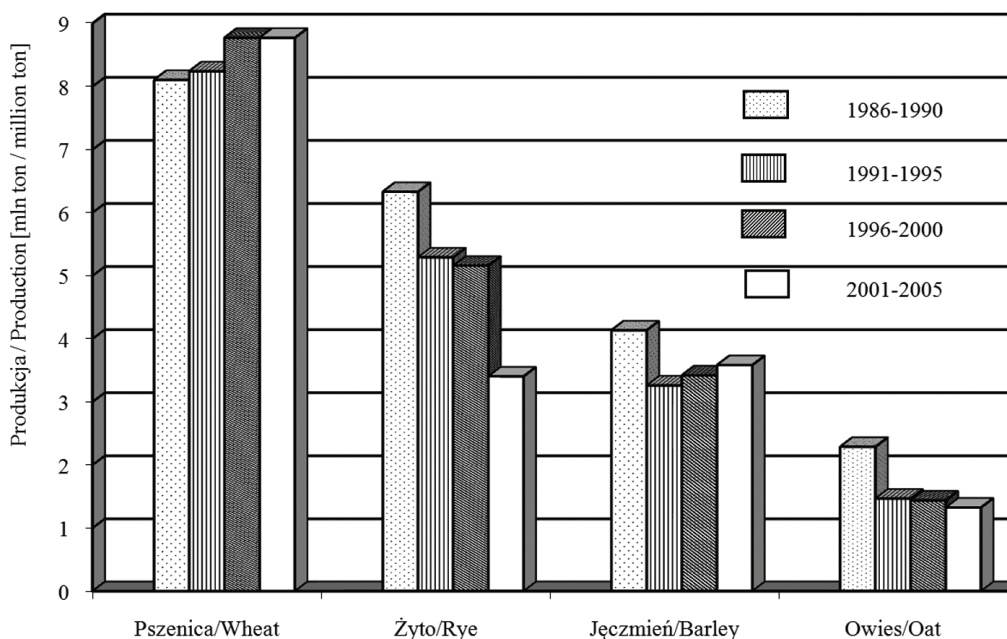
Źródło: własne opracowanie na podstawie [45] / Source: the author's own study based on [45].

W warunkach krajowych ziarno 4 podstawowych rodzajów zbóż jest wykorzystywane na cele konsumpcyjne, paszowe i przemysłowe. Ze zbóż chlebowych – pszenicę i żyto, odpowiednio w ilości 50 i 20 % ogólnej produkcji przeznaczają się na spożycie (rys. 2). Zboża te są podstawowym surowcem dla przemysłu zbożowo-młynarskiego. W procesie przemiału ziarna uzyskuje się różne typy mąki, które w największych ilościach wykorzystuje przemysł piekarski. Zboża niechlebowe natomiast przeznaczają się na cele konsumpcyjne tylko w ilości około 15 % ogólnej produkcji. Ziarno jęczmienia w ilości około 5 % ogólnej produkcji stosuje się jako surowiec do produkcji kaszy i płatków jęczmiennych, a także jako surowiec browarny do produkcji piwa. Podobnie średnio około 5 % ziarna owsa przeznaczają się na konsumpcję. Zboże to jest ważnym surowcem do produkcji płatków owsianych, a w ostatnich dekadach także otrąb, mąki i pęczaku owsianego, preparatów glukanowych itp.

Zboża i produkty zbożowe należą do podstawowych artykułów użytkowych pochodzenia roślinnego. Są bogate w sacharydy, w szczególności w skrobię, umiarkowanie zasobne w białko i zawierają niewielką ilość lipidów, z wyjątkiem owsa (około 7 % lipidów).

Produkty te są źródłem wielu substancji bioaktywnych, m.in. błonnika pokarmowego i przeciwutleniaczy, ważnych z żywieniowego punktu widzenia. W dziennej racji pokarmowej dostarczają około 30 % energii i białka oraz około 54 % sacharydów.

Zatem produkty te należy dostarczać do organizmu w możliwie znacznych ilościach, gdyż wpływają korzystnie na zdrowie i są rekomendowane w zwalczaniu współczesnych chorób dietozależnych [2, 3, 10, 18, 25, 34, 36, 42, 46].

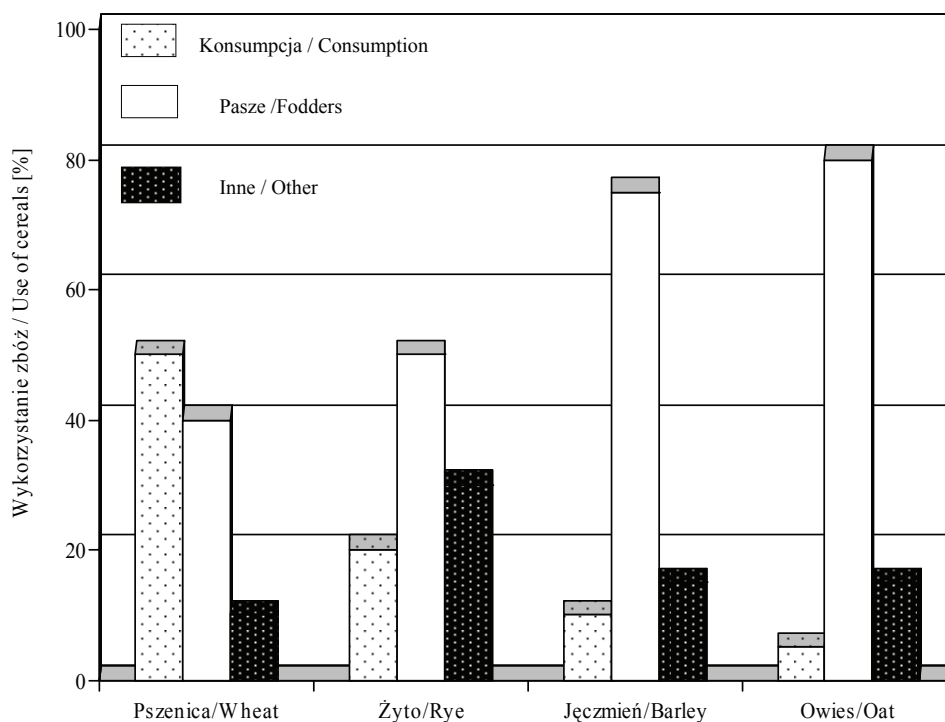


Rys. 1. Produkcja zbóż w Polsce.
Fig. 1. Cereal production in Poland.

Zalecane dzienne spożycie produktów zbożowych przez zdrowe osoby dorosłe powinno kształtować się na poziomie 250 - 600 g, tj. od 5 do 11 porcji produktów zbożowych, w zależności od wielkości dziennego zapotrzebowania energetycznego oraz zwyczajów żywieniowych. W Polsce natomiast poleca się spożycie co najmniej 5 porcji przetworów zbożowych w ciągu dnia, przy czym jednej porcji produktów zbożowych odpowiada 1 kromka chleba (około 50 g) lub ½ szklanki ugotowanych płatków, ryżu, makaronu [3].

Światowe tendencje w przetwórstwie żywności zmierzają w kierunku szerszego wykorzystania surowców wartościowych z żywieniowego punktu widzenia, w produktach powszechnie konsumowanych m.in. w pieczywie. Proponuje się zwiększanie konsumpcji produktów zbożowych produkowanych z całego ziarna o znacznym udziale błonnika pokarmowego, witamin, składników mineralnych i przeciwutleniaczy. Aktualny udział błonnika pokarmowego w pożywieniu krajowych konsumentów jest stosunkowo niski, natomiast wartość energetyczna diety jest nadmiernie wysoka.

W związku z powyższym zachodzi konieczność dokonania zmiany asortymentu pieczywa dostępnego na krajowym rynku. W miejsce dotychczas przeważającego na rynku pieczywa produkowanego z mąki chlebowej jasnej, o obniżonej wartości odżywczej, trzeba w maksymalnym stopniu produkować pieczywo ze znacznym udziałem mąki chlebowej ciemnej, bogatej w składniki bioaktywne m.in. błonnik pokarmowy. W chwili obecnej nie docenia się też surowców, które stanowią źródło wielu znaczących żywieniowo składników i mogą być stosowane jako składniki wzbogacające wyroby piekarskie.



Rys. 2. Kierunki użytkowania zbóż w Polsce.
Fig. 2. Trends in using cereals in Poland.

Aktualnie coraz więcej uwagi poświęca się zbożom niechlebowym, z których owies i jęczmień, o wyjątkowych walorach dietetycznych i funkcjonalnych, powinny być stosowane, jako naturalne surowce wzbogacające do produkcji pieczywa funkcjonalnego.

Struktura asortymentowa pieczywa w Polsce

W ostatnim dziesięcioleciu w Polsce, podobnie jak w wielu krajach europejskich, zauważalna jest tendencja spadkowa rocznego spożycia produktów zbożowych, w tym pieczywa. W latach 2003 - 2007 konsumpcja produktów zbożowych ogółem zmniejszyła się o około 13 %, a pieczywa, mąki, kaszy i płatków zbożowych oraz ryżu odpowiednio o około 14, 20, 24 i 8 % (tab. 2). Zwiększyło się jednak spożycie makaronów (o około 3 %) i innych produktów zbożowych (o około 21 %) np. preparowanego ziarna zbożowego, produktów śniadaniowych, produktów przekąskowych, muesli itp. Wzrostowi konsumpcji przypuszczalnie sprzyja wygoda ich przyrządzania i przechowywania, zróżnicowanie asortymentowe, dynamiczna reklama i promocja organizowana przez największych producentów, a także relatywnie umiarkowany wzrost cen tych produktów.

Według wstępnych szacunków branży piekarskiej, w 2010 roku spożycie pieczywa może zmniejszyć się do około 59,7 kg na osobę, co nie będzie korzystne z żywieniowego punktu widzenia [52, 53].

Tabela 2

Spożycie produktów zbożowych na jedną osobę w gospodarstwach domowych [kg/miesiąc].
Consumption of cereal products per one person in households [kg/month].

Produkty zbożowe Cereal products	Lata / Years				
	1999	2001	2003	2005	2007
Ogółem / Total	11,08	9,12	8,82	8,44	7,70
w tym / including:					
Pieczywo / Bread	7,85	6,55	6,17	5,90	5,29
Mąka / Flour	2,08	1,16	1,13	1,07	0,90
Kasze i płatki / Groats and flakes	0,28	0,27	0,29	0,24	0,22
Makaron / Pasta or Noodles	0,25	0,35	0,37	0,36	0,38
Ryż / Rice	0,20	0,22	0,24	0,24	0,21
Inne / Other	0,42	0,57	0,58	0,63	0,70

Źródło: własne opracowanie na podstawie [45] / Source: the author's own study based on [45].

W Polsce zarówno struktura spożycia, jak i struktura asortymentowa pieczywa, zmieniała się na przestrzeni lat. Niemniej jednak od ponad 20 lat pieczywo mieszane jest podstawowym rodzajem pieczywa na krajowym rynku. Udział mąki pszennej jasnej w produkcji pieczywa mieszanego wynosi najczęściej od 60 do 70 %, a mąki żytniej jasnej 30 - 40 %. Niestety, coraz powszechniejsze jest pieczywo mieszane zawierające tylko 20 % mąki żytniej jasnej i aż 80 % mąki pszennej jasnej. W strukturze spożycia pieczywo mieszane stanowi około 65 %, a pieczywo pszenne i żytnie odpo-

wiednio około 25 i 10 % ogólnej produkcji. Zatem w grupie spożywanego pieczywa niewielki jest udział pieczywa najbardziej wartościowego z żywieniowego punktu widzenia np. pełnoziarnistego żytniego czy razowego [13, 25, 42].

Konsumenci krajowi, w przeciwieństwie do mieszkańców krajów skandynawskich i Niemiec, nadal preferują pieczywo mieszane produkowane z mąki jasnej, zawierającej mniej składników odżywczych i nieodżywczych niż mąki ciemne.

Należy zaznaczyć, że im mąka jest jaśniejsza, w miarę obniżania jej wyciągu, tym większa w niej zawartość skrobi. Zmniejsza się natomiast zawartość białka, lipidów składników mineralnych, błonnika pokarmowego oraz witamin z grupy B – tiaminy (B₁), pirydoksyny (B₆), kwasu foliowego (B₉), niacyny (B₃) i tokochromanoli (witaminy E), a także innych przeciwutleniaczy. W mące jasnej zawartość witamin: B₁, B₆, B₉, i tokochromanoli jest o 80 % mniejsza w porównaniu z ich zawartością w całym ziarnie. Dlatego też mąki chlebowe jasne (pszenne i żytnie) są mniej wartościowe z punktu widzenia żywienia człowieka.

Mąki żytnie jasne charakteryzują się wyższą wartością odżywczą białka niż mąki pszenne jasne, co związane jest z obecnością w tych pierwszych większej ilości białka rozpuszczalnego, o bardziej zrównoważonym składzie aminokwasowym [13]. Mąki chlebowe jasne, w porównaniu z mąkami ciemnymi, cechują się zdecydowanie mniejszą zawartością substancji bioaktywnych np. błonnika pokarmowego, przeciwutleniaczy, co z kolei ma odzwierciedlenie w pojemności przeciwutleniającej gotowych wyrobów [20, 34].

Wartość odżywcza pieczywa

Pieczywo w codziennej diecie człowieka stanowi około 70 % wszystkich spożywanych produktów zbożowych i jest niezwykle ważne, jaki rodzaj pieczywa spożywamy. Znaczny udział pieczywa w całodobowej racji pokarmowej wymaga dobrego zbilansowania w nim składników odżywczych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu.

Surowce wykorzystywane do produkcji pieczywa, metody prowadzenia ciasta, parametry procesu technologicznego, składniki dodane w celu zachowania lub poprawienia jakości żywieniowej pieczywa mają bezpośredni wpływ na jego skład chemiczny, wartość odżywczą i energetyczną (tab. 3). Pieczywo ciemne np. żytnie razowe, produkowane z wartościowej mąki ciemnej, ma zdecydowanie większą zawartość ważnych żywieniowo składników np. mineralnych (fosforu, wapnia, żelaza, manganu, magnezu, miedzi i cynku) niż pieczywo jasne np. chleb mieszany. Pieczywo to wyróżnia się dużą zawartością błonnika pokarmowego, obniżonym poziomem przyswajalnych sacharydów i małą wartością energetyczną. Czynnikiem obniżającymi wartość energetyczną pieczywa są m.in. woda i błonnik pokarmowy. Im większa jest wilgotność pieczywa i więcej zawiera błonnika pokarmowego, tym mniejsza jest jego kaloro-

ryczność. Pieczywo ciemne jest bogate w związki fitynowe, związki fenolowe, tokoferole i tokotrienole, będące naturalnymi przeciwutleniaczami.

Przy wytwarzaniu pieczywa na naturalnym zakwasie, podczas fermentacji ciasta i jego wypieku, następuje hydroliza kwasu fitynowego (IP6, 1,2,3,4,5,6-heksanfosforan mioinozytolu) pod wpływem endogennej fitazy. W procesie fermentacji w naturalny sposób ulega rozpadowi większość kwasu fitynowego i wówczas zwiększa się zawartość fosforanów mioinozytolu w produkcie oraz następuje zwiększenie przyswajalności składników mineralnych (Fe, Zn, Mg, Ca) [8, 11, 13, 15].

W trakcie obróbki technologicznej, np. mieszenia ciasta czy wypieku pieczywa, mogą występować znaczne straty witamin w pieczywie. Na przykład wprowadzanie nowoczesnych metod produkcji pieczywa, związanych z intensywnym mieszeniem ciasta i/lub stosowanie skróconych metod wytwarzania ciasta o wysokim pH, może prowadzić do znacznych strat witamin z grupy B. Przy wypieku pieczywa jasnego i ciemnego straty tiaminy (B₁) kształtują się odpowiednio na poziomie 19 i 25 %, a w skórce sięgają 70 %. Dlatego często wzbogacanie pieczywa w witaminy jest niezbędne z punktu widzenia żywienia człowieka.

Zaobserwowano, że warunki wypieku pieczywa, jak i stosowanie wzbogacających składników do ciasta np. preparatów białkowych bogatych w lizynę, wpływają na zwiększenie zawartości przeciwutleniaczy w skórce pieczywa, w mniejszym stopniu w jego miękiszu [33, 37]. Na przykład zmniejszenie wartości pH podczas fermentacji zakwasu, wydłużenie czasu wypieku pieczywa, a także receptura znacząco wpływają na zwiększenie pronylo-L-lizyny (2,4-dihydroksy-2,5-dimetylo-1-(5-acetoamino-5metoksykarbonylopentyl)-3-okso-2H-pirol). Związek ten wchodzi w skład wysokocząsteczkowych polimerów melanoidyn i cechuje się silnymi właściwościami przeciwutleniającymi [48].

Pieczywo żytnie razowe, w porównaniu z pszennym razowym, zawiera więcej błonnika pokarmowego. Ponadto produkowane na naturalnych zakwasach cechuje się wyjątkowymi walorami sensorycznymi, a także dostarcza wielu podstawowych składników odżywczych: aminokwasów egzogennych (lizyny, tryptofanu, metioniny), witamin (ryboflawiny, niacyny), makro- i mikroelementów, substancji bioaktywnych i jest zaliczane do grupy produktów o charakterze funkcjonalnym. Ze względu na wysoką zawartość błonnika pokarmowego powinno być codziennym składnikiem diety. Przykładowo 4 kromki chleba razowego dostarczają średnio 12 g błonnika pokarmowego. Błonnik pokarmowy powiększa objętość pożywienia, nie zwiększa jego wartości energetycznej, spełnia rolę wypełniacza przewodu pokarmowego, zaspakaja uczucie głodu. Składnik ten odgrywa też istotną rolę w zapobieganiu i zwalczaniu dietozależnych chorób oraz schorzeń przewodu pokarmowego, jak uchyłkowatość jelita grubego, żylaki odbytu. Zalecany jest też przy redukcji masy ciała [36].

Tabela 3

Skład chemiczny i wartość energetyczna wybranych rodzajów pieczywa pszennego, żytniego i mieszanego w 100 g.
Chemical composition and energy value of selected types of wheat, rye, and mixed breads in 100 g.

Pieczywo Bread	Wartość energetyczna Energy value		Woda Water	Popiół Ash	Białko Protein	Lipidy Lipids	Sacharydy Saccharides	Błonnik pokarmowy Dietary fibre	Tiamina Thiamin	Foliany Folate	Niacyna Niacyn	Żelazo Iron
	kJ	kcal										
Pieczywo pszenne / Wheat bread												
Pszenne, z ziarnem pszenicy Wheat bread with wheat grain	934	223	38,4	2,0	8,3	1,8	49,5	6,8	0,241	52,3	3,21	2,4
Pszenne razowe – Graham Wholemeal wheat bread - Graham	923	221	39,4	1,9	8,3	1,7	48,7	6,4	0,237	39,0	3,99	2,2
Pszenne / Wheat bread	1074	257	34,0	1,8	8,5	1,4	54,3	2,7	0,195	30,7	1,72	1,3
Pieczywo żytnie / Rye bread												
Żytnie pełnoziarniste / Wholemeal rye bread	942	225	35,4	2,2	6,8	1,8	53,8	9,1	0,192	44,8	0,85	2,5
Żytnie razowe / Wholemeal rye bread	891	213	39,2	2,0	5,9	1,7	51,2	8,4	0,140	28,5	0,86	2,3
Żytnie jasne / Light rye bread	1019	243	36,0	1,5	3,8	1,3	57,4	4,1	0,092	11,0	0,45	0,8
Pieczywo mieszane / Mixed bread												
Mieszane baltonowskie / Mixed bread called 'baltonowski'	1050	251	35,1	1,6	7,0	1,5	54,8	3,3	0,165	29,2	1,30	1,2
Mieszane słonecznikowe / Mixed sunflower bread	1005	240	38,0	1,8	6,8	4,5	48,9	6,4	0,203	27,5	1,4	1,8
Mieszane wiejskie / Mixed farmers bread	1024	245	36,3	1,5	6,9	1,3	54,0	3,5	0,164	27,5	1,49	1,3

Źródło: własne opracowanie na podstawie [32] / Source: the author's own study based on [32].

Bliższe szczegóły na temat wartości odżywczej ziarna pszenicy, żyta i ich produktów, w tym pieczywa, czytelnik może znaleźć w monografiach o pszenicy i życie [13, 17].

W Polsce, w odróżnieniu od innych krajów, nie ma opracowanego programu dotyczącego promocji pieczywa i jego roli w żywieniu człowieka. Toteż jest wskazane podjęcie skutecznego działania w zakresie upowszechniania pieczywa, edukacji polskiego konsumenta oraz wzajemnego współdziałania producentów produktów zbożowych (praktyków z branży młynarskiej i piekarskiej) i ekspertów z różnych środowisk naukowych m.in. specjalistów z zakresu medycyny, żywności i żywienia itp. Ważnym celem tej działalności powinno być też przedstawienie oferty produktów zbożowych dla określonych grup konsumenckich np. w przypadku otyłości, chorób układu krążenia, cukrzycy itp. Przykładem może być Francja, gdzie w 1994 r., z inicjatywy kardiologów i specjalistów z zakresu żywienia człowieka, powołano Naukowy Komitet do spraw Chleba (Le Comité Scientifique du Pain), kierowany przez prof. Christiana Cabrola. W Komitecie współuczestniczą wybitni specjaliści ze świata nauk medycznych, którzy propagują spożywanie chleba na właściwym poziomie, aby zapobiegać rozwojowi dietozależnych chorób [42].

Nowe trendy w produkcji pieczywa

Wzrost zainteresowania racjonalnym żywieniem przyczynia się do zwiększania produkcji i spożycia nowych artykułów żywnościowych, w tym pieczywa o wysokiej jakości zdrowotnej. Obserwuje się trendy zmierzające w kierunku produkcji żywności naturalnej i mało przetworzonej, wysokobłonnikowej, probiotycznej, niskosodowej, o zwiększonej wartości odżywczej, obniżonej kaloryczności, czyli o możliwie najmniejszej zawartości sacharydów i lipidów, a także niewywołującej intensywnych wahań poziomu cukru we krwi. Na rynkach krajów zachodnich, a także w Polsce, zwiększa się asortyment żywności o działaniu prewencyjnym i dietetycznym. Na świecie jest duże zainteresowanie żywnością prozdrowotną należącą do segmentu żywności funkcjonalnej, której produkcja wzrasta w tempie 8 - 14 % rocznie [31, 40]. Zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia dotyczące ograniczenia zawartości sacharydów, lipidów oraz soli w żywności stanowią poważne wyzwanie dla producentów.

Na światowym rynku pojawiają się nowe produkty żywnościowe, w tym nowe rodzaje pieczywa. Producenci pieczywa, uwzględniając zalecenia dietetyków, zwiększają produkcję wyrobów „naturalnych” i ekologicznych, które nie zawierają konserwantów czy chemicznych substancji dodatkowych, a także pieczywa o obniżonej wartości energetycznej. Jednak stosunkowo niewielka grupa producentów jest zainteresowana wykorzystywaniem specjalnych surowców, składników wzbogacających i/lub specjalnych sposobów ich przygotowania w produkcji wzbogacanego pieczywa m.in. w składniki bioaktywne. Obserwuje się wyraźne zwiększenie liczby produktów o obni-

żonym indeksie glikemicznym, a precyzując – o niskim ładunku glikemicznym. Uzyskanie tego rodzaju pieczywa wymaga właściwego doboru surowców o niskim indeksie glikemicznym. Ważną rolę zapewne spełnią w tym przypadku ziarna zbóż, mąki całościarnowe itp. Wzbogaconą żywność, w tym pieczywo, której korzystne oddziaływanie na zdrowie jest udokumentowane badaniami, można określić nazwą żywność funkcjonalna.

W Polsce tylko nieliczna grupa producentów pieczywa oferuje produkty piekarskie o wysokiej jakości zdrowotnej.

Propozycje nowych rodzajów pieczywa, zawierającego substancje wzbogacające (*składniki dodane dla zachowania lub poprawienia jego wartości odżywczej*) powinny uwzględniać preferencje i potrzeby różnych grup konsumentów, zapewniając jednocześnie zwiększenie atrakcyjności wyrobów pod względem stabilnej, gwarantowanej jakości, smakowitości oraz właściwości funkcjonalnych i bezpieczeństwa zdrowotnego, które może być zapewnione przez stosowanie naturalnych metod.

W produkcji pieczywa istnieje możliwość zwiększania jego wartości odżywczej, poprzez wprowadzanie do mąki chlebowej witamin i składników mineralnych lub stosowanie naturalnych surowców, takich jak: zboża i specjalne przetwory zbożowe, mleko i produkty mleczne, nasiona roślin oleistych, strączkowe, świeże i/lub suszone owoce, produkty wysokobłonnikowe itp., o wysokiej wartości fizjologiczno-żywnieniowej [13, 15, 16, 17, 23, 25, 49].

Spośród wielu naturalnych surowców pochodzenia roślinnego na szczególną uwagę zasługują zboża niechlebowe, takie jak owies i jęczmień, które cechują się wyjątkową wartością żywnieniową [2, 15, 16, 23, 46].

Zboża niechlebowe i ich wykorzystanie w produkcji pieczywa

Współcześnie zboża niechlebowe, w szczególności owies (*Avena sativa*) i jęczmień (*Hordeum vulgare*), uznane za rośliny zbożowe XXI w., są zaliczane do surowców o właściwościach funkcjonalnych. Zboża te, o odmiennym od innych zbóż składzie chemicznym, zawierają składniki odżywcze, które decydują zarówno o ich przydatności w żywieniu człowieka, jak również w produkcji wzbogacanej żywności, w tym pieczywa. Owies i jęczmień, w odróżnieniu od zbóż chlebowych, cechują się mniejszą zawartością sacharydów, w szczególności skrobi oraz większą ilością nieskrobiowych polisacharydów: β -glukanów i pentozanów stanowiących istotne składniki błonnika pokarmowego. Obecność polisacharydów typu β -glukanów, pentozanów i fruktanów nadaje im wyjątkową wartość fizjologiczno-żywnieniową. Zboża te są źródłem błonnika pokarmowego, w tym błonnika nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego, składników mineralnych, witamin z grupy B i tokochochromanoli oraz innych przeciwutleniaczy. Tak więc, występujące w nich składniki pokarmowe są wyjątkowo korzystne i pożądane w żywieniu człowieka. Rozpuszczalne substancje błonnika pokarmowego

obu zbóż korzystnie oddziałują na układ pokarmowy, obniżają wskaźnik glikemiczny – przez co normalizują poziom glukozy we krwi oraz poprawiają gospodarkę lipidową – gdyż efektywnie zmniejszają poziom cholesterolu w surowicy krwi człowieka [15, 16, 23, 29, 36, 46]. Wysoką reaktywność frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego w regulacji zaburzeń gospodarki lipidowej przypisuje się działaniu β -glukanów i pentozanom. Przypuszczalnie inne składniki chemiczne, takie jak: białka, polifenole oraz związki rozpuszczalne w lipidach mogą mieć także działanie hipocholesterolemiczne [1, 30, 36, 39].

Białka owsa zawierają minimalną ilość frakcji prolamin (gliadyny) i są bogate w aminokwasy egzogenne (41 %). Wyróżniają się wysoką wartością biologiczną, gdyż frakcja globulinowa najcenniejsza z punktu widzenia wartości odżywczej stanowi około 80 %. W pozostałych zbożach frakcja globulinowa występuje tylko na poziomie od 2 do 12 %.

Wartość biologiczna białek zbożowych układa się w następującym szeregu [15]:

owies > żyto > jęczmień > kukurydza > pszenica

Zawartość lipidów w owsie jest 3÷5-krotnie większa niż w innych zbożach. Lipidy zawierają kwasy tłuszczowe mono- i polienowe. Kwasy polienowe, które mają właściwości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) muszą być dostarczane do organizmu, gdyż są niezbędne do jego prawidłowego rozwoju i funkcjonowania. NNKT pełnią rolę prekursorów prostaglandyn, zwanych hormonami tkanekowymi o zróżnicowanym działaniu, m.in. regulują one czynność układu krążenia, wydzielania soków trawiennych, agregację płytek krwi, zapobiegając w ten sposób powstawaniu zakrzepów naczyniowych. Są też nośnikiem wielu substancji biologicznie aktywnych, w tym witamin A, D, E i K. W lipidach obu zbóż w największych ilościach występują kwasy, takie jak: palmitynowy, oleinowy i linolowy (40 - 50 %) [21, 22].

Owies i jęczmień zawierają znaczące ilości witamin z grupy B, zwłaszcza tiaminy (B_1) oraz składników mineralnych (manganu, żelaza, wapnia, cynku, miedzi). Cechują się też znaczną zawartością substancji bioaktywnych, z których na uwagę zasługuje liczna grupa związków polifenolowych. W grupie tej wyróżnia się kwasy fenolowe, flawonoidy, fitoestrogeny. Z innych substancji bioaktywnych należy wymienić: fosforany inozytolu, tokochromanole (tokoferole i tokotrienole), melatoninę, sterole, awenotramidy, mikroelementy (Fe, Se, Cu, Zn, Mn) wchodzące w skład enzymów antyoksydacyjnych [20, 51]. Niektóre awenotramidy wykazują właściwości antyalergiczne i astmatyczne [34].

Zboża niechlebowe wyróżniają się większą aktywnością przeciwutleniającą niż zboża chlebowe i można je uszeregować w następującej kolejności [51]:

jęczmień > owies > pszenica = żyto

Ponadto owies, jęczmień i ich produkty cechują się niskim (< 55) lub średnim indeksem glikemicznym (55 - 70).

W warunkach krajowych nie wykorzystuje się potencjalnej wartości owsa czy jęczmienia w produkcji wzbogacanej żywności. Produkty przerobu tych zbóż, ze względu na unikalne właściwości żywieniowe, powinny być podstawowymi surowcami przy wytwarzaniu m.in. nowych rodzajów pieczywa o cechach żywności funkcjonalnej.

Wpływ udziału produktów ze zbóż niechlebowych na jakość ciasta i pieczywa

W produkcji pieczywa o właściwościach prozdrowotnych ważną rolę spełniają produkty owsiane lub jęczmienne, jako składniki funkcjonalne. Produkty, takie jak: obłuszczone ziarno, po zabiegu stabilizacji i suszenia (pęczak cały lub w postaci śruty), otręby, jako produkty wysokobłonnikowe, płatki (całe, rozdrobnione), kaszki, mąki (nisko- i wysokowyciągowe), koncentraty β -glukanowe, izolaty białkowe itp. mogą być stosowane jako dodatki, zamienniki mąki chlebowej lub podstawowy surowiec w produkcji nowych rodzajów pieczywa [2, 4, 5, 6, 12, 15, 16, 19, 23].

Ze względów technologicznych powyższe produkty, o swoistym składzie frakcyjnym białek (np. w produktach owsianych występuje mała zawartość białek glutenowych, duża zaś zawartość frakcji globuliny) mogą być stosowane tylko w mieszance z mąką chlebową do produkcji chleba bochenkowego [15, 16, 23].

Udział produktów owsianych lub jęczmiennych w mieszankach z mąką chlebową przyczynia się do zmiany jej wodochłonności, cechy bardzo ważnej w produkcji pieczywa [2, 6, 23]. Zdolność wiązania wody przez mieszanki pszenne z udziałem powyższych produktów jest związana zarówno z jakością mąki, jak i udziałem produktu w mieszance, składem chemicznym, granulacją, a także obróbką termiczną produktów owsianych lub jęczmiennych stosowanych jako jej zamienniki. Zwiększenie udziału produktu ze zbóż niechlebowych w mieszance powoduje wzrost jej wodochłonności, a tym samym wpływa na zwiększenie wydajności ciasta i jego tolerancji fermentacyjnej [6, 23, 24, 27, 28].

Wyniki badań fizycznych właściwości ciasta wskazują, że udział produktów owsianych lub jęczmiennych w masie ciasta wyraźnie zmienia jego charakterystykę farinograficzną – czas rozwoju ciasta, czas stałości ciasta, elastyczność i wskaźnik tolerancji na mieszenie (MTI). Produkty o drobnej granulacji np. mąka owsiana, rozdrobnione płatki owsiane lub jęczmienne, pochłaniają szybciej wodę i w mniejszym stopniu wpływają na poprawę właściwości reologicznych ciasta niż produkty o większej granulacji (wielkość cząstek powyżej 265 μm). Ponadto elastyczność ciasta, jako wskaźnik zmian w jego układzie białkowym, nieznacznie zmniejsza się przy zwiększaniu udziału tych produktów w mieszance.

Zgodnie z sugestiami wielu autorów [6, 15, 16, 23, 28, 44] zmiany właściwości fizycznych ciasta np. pszenno-owsianego mogą być spowodowane większą zawartością lipidów w produktach owsianych, a także zwiększeniem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego oraz zmniejszeniem ilości prolamin [23, 41].

Zastosowanie produktów owsianych lub jęczmiennych, jako składników polepszających jakość żywnościową pieczywa, wymaga zmodyfikowania tradycyjnych receptur pod względem rodzaju i ilości poszczególnych komponentów oraz samego procesu technologicznego. Rodzaj produktu owsianego lub jęczmiennego, sposób wprowadzania go do ciasta i jego procentowy udział w masie ciasta, a także metody prowadzenia ciasta wpływają na zróżnicowanie jakości ciasta i pieczywa m.in. wydajności i kwasowości ciasta, objętości pieczywa, jego kwasowości i wilgotności, struktury miękiszu, smaku i zapachu [12, 15, 16, 26, 35].

W pracach badawczych [2, 6, 12, 23] wykazano, że produkty owsiane lub jęczmienne stosowane w ilości do 10 % w mieszance z mąką pszenną nie powodują zmniejszenia objętości pieczywa, jak również nie zmieniają charakterystyki jego miękiszu. Zwiększenie jednak ich udziału w masie ciasta znacząco wpływa na obniżenie objętości pieczywa, a spadek wartości jest uzależniony od rodzaju produktu i jego udziału w pieczywie. Zmniejszenie objętości pieczywa pszenno-owsianego lub pszenno-jęczmiennego jest spowodowane mniejszą zdolnością do wytwarzania i zatrzymywania gazów w cieście, zmianami zachodzącymi w układzie białkowym, w obrębie białek glutenowych, obecnością nieskrobiowych polisacharydów czy enzymów lipolitycznych np. w produktach owsianych. Przypuszczalnie efekt ten jest związany ze wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego, a zmniejszaniem się ilości frakcji prolamin lub interakcji niekorzystnie oddziaływujących na zdolność zatrzymywania gazów. Powyższe zmiany jakości ciasta i pieczywa pszenno-owsianego lub pszenno-jęczmiennego mogą być kompensowane przez dodatek glutenu witalnego lub naturalnych emulgatorów [23, 25, 30].

Produkty ze zbóż niechlebowych można stosować w ilości nawet do 50 % jako zamiennik mąki chłebowej w tradycyjnych recepturach na pieczywo pszenne lub żytnie i przygotowywać metodami typowymi dla prowadzenia ciasta pszennego, mieszanego czy żytniego [7, 11, 44, 47]. Przy wielofazowym prowadzeniu ciasta, na naturalnych zakwasach, zaleca się wprowadzać produkt owsiany lub jęczmienny w ostatniej fazie fermentacyjnej tj. w fazie wytwarzania ciasta. Ciasta z udziałem produktów owsianych lub jęczmiennych, podobnie jak ciasto z mąki razowej, miesza się na ogół dłużej niż ciasto z mąki jasnej.

Zastosowanie naturalnych zakwasów w produkcji pieczywa wpływa wyjątkowo korzystnie na jego wartość odżywczą i cechy jakościowe. Fermentacja mlekowa zachodząca w zakwasie piekarskim sprzyja utrzymaniu w procesie wypieku termolabilnych składników np. kwasu foliowego, biosteroli, β -glukanów, zwiększa się ilość kwa-

su mlekowego oraz dostępność mikro- i makroelementów. Zakwaszenie środowiska sprzyja nagromadzeniu większej ilości m-iznozytolu powstającego z rozkładu fitynianów, a także zwiększa rozpuszczalność związków magnezu i fosforu [8]. Pieczywo wytwarzane na zakwasach piekarskich, atrakcyjne pod względem smaku i zapachu, jest cennym źródłem witamin z grupy B, zawłaszcza ryboflawiny i niacyny, a także aminokwasów egzogennych (lizyny, tryptofanu i metioniny) oraz cechuje się przedłużoną trwałością. Konsumenci doceniają jego wyjątkowe walory smakowo-zapachowe, a także wartość odżywczą.

W piekarstwie, do wytwarzania zakwasów chlebowych w produkcji pieczywa żytniego, mieszanego i pszennego stosuje się m.in. różne piekarskie środki biotechnologiczne np. startery fermentacji, suche zakwasy itp. Na szczególną uwagę zasługują startery fermentacji zawierające odpowiednio skojarzone żywe szczepy bakterii kwasu mlekowego i drożdży. Naturalna fermentacja zakwasu, wywołana zawartymi w kulturze starterowej bakteriami fermentacji mlekowej sprawia, że następuje eliminacja licznych związków o działaniu kancerogennym oraz stymulacja systemu immunologicznego człowieka. Ponadto ten rodzaj fermentacji przyczynia się do uzyskania pieczywa o powtarzalnej jakości, przedłużonej trwałości i wyjątkowych walorach prozdrowotnych [43, 50].

W badaniach własnych wykazano, że przy wytwarzaniu pieczywa prowadzenie naturalnej fermentacji otrąb owsianych lub całościarnowej mąki jęczmiennej, z zastosowaniem kultur starterowych, korzystnie wpływa na jakość pieczywa pszenno-owsianego lub pszenno-jęczmiennego o cechach prozdrowotnych [26]. Pieczywo z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych lub jęczmiennych, o zróżnicowanej zawartości wartościowych składników odżywczych (tab. 4), cechuje się dobrą strukturą miękiszu, wysoką smakowitością, ponadto zachowuje dłużej świeżość. Pieczywo z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych cechowało się większą zawartością składników mineralnych, wartościowego białka, lipidów, błonnika pokarmowego, w tym błonnika rozpuszczalnego niż pszenno-jęczmiennie (tab. 4). Udział rozpuszczalnego błonnika pokarmowego (SDF) w całkowitym błonniku pokarmowym (TDF) kształtował się średnio na poziomie 31 i 34 % odpowiednio w pieczywie pszenno-jęczmiennym i pszenno-owsianym. Zawartość β -glukanów była większa w pieczywie pszenno-owsianym (2,3 - 3,3 %) niż w pieczywie pszenno-jęczmiennym (1,3 - 1,7 %). Prawdopodobnie w obu rodzajach pieczywa, zarówno mikroflora występująca w poszczególnych fazach fermentacyjnych, jak i aktywność enzymów endogennych, przyczyniły się do degradacji polisacharydów, co jest bardziej zauważalne w pieczywie pszenno-jęczmiennym.

Tabela 4

Charakterystyka chemiczna pieczywa pszenno-jęczmiennego (PJ) i pszenno-owsianego (PO).
Chemical profile of wheat-barley (WB) and wheat-oat (WO) breads.

Zawartość składników chemicznych Content of chemical components [% s.m. / d. m.]	PJ / WB			PO / WO		
	Zakwasy jęczmienne fermentowane starterem LV1 Barley sourdoughs made using LV1 starter			Zakwasy owsiane fermentowane starterem LV1 Oats sourdoughs made using LV1 starter		
	Procentowy udział CMJ* w zakwasach Percent content of WBF in sourdoughs			Procentowy udział OW** w zakwasach Percent content of OB in sour- doughs		
	30	40	50	30	40	50
Składniki mineralne Mineral components	1,23 ± 0,0	1,30 ± 0,0	1,47 ± 0,0	1,58 ± 0,0	1,68 ± 0,0	1,77 ± 0,0
Białko / Protein (N x 5,8)	12,8 ± 0,1	12,9 ± 0,1	13,0 ± 0,0	13,3 ± 0,1	14,1 ± 0,1	14,1 ± 0,0
Lipidy / Lipids	2,02 ± 0,0	2,09 ± 0,0	2,37 ± 0,0	3,60 ± 0,0	3,92 ± 0,0	4,49 ± 0,0
Sacharydy ogółem*** / Total saccharides	84,0	83,7	83,1	81,5	80,3	79,6
Błonnik pokarmowy / Dietary fibre:						
- ogółem / total (TDF)	6,8 ± 0,2	7,3 ± 0,1	8,7 ± 0,1	7,9 ± 0,3	8,9 ± 0,2	9,3 ± 0,2
- rozpuszczalny / soluble (SDF)	1,8 ± 0,2	2,7 ± 0,1	2,7 ± 0,2	2,3 ± 0,6	3,0 ± 0,5	3,6 ± 0,1
- nierozpuszczalny / insoluble (IDF)	5,0 ± 0,1	4,6 ± 0,0	6,0 ± 0,1	5,6 ± 0,3	5,9 ± 0,6	5,7 ± 0,2
β-glukany ogółem / total β-glucans	1,3 ± 0,1	1,5 ± 0,1	1,7 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,6 ± 0,0	3,3 ± 0,2
Neutralny detergentowy błonnik Neutral detergent fibre (NDF)	4,2 ± 0,2	4,8 ± 0,2	5,1 ± 0,2	4,1 ± 0,0	4,5 ± 0,1	5,4 ± 0,2
Kwaśny detergentowy błonnik Acid detergent fibre (ADF)	2,1 ± 0,0	2,2 ± 0,1	2,4 ± 0,1	2,6 ± 0,1	2,7 ± 0,0	2,7 ± 0,2
Fracje błonnika pokarmowego Dietary fibre fractions:						
Celuloza / Cellulose	1,4 ± 0,1	1,4 ± 0,2	1,6 ± 0,1	1,3 ± 0,0	1,4 ± 0,0	1,3 ± 0,1
Lignina / Lignin	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,2	0,8 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,4 ± 0,1
Hemicelulozy / Hemicellulose	2,1 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,8 ± 0,1	1,5 ± 0,0	1,8 ± 0,2	2,7 ± 0,2

Objaśnienia / Exploratory notes:

*Całoziarnowa mąka jęczmienna / Whole-grain barley flour; **Otręby owsiane / Oat bran; ***Wartości obliczone / Computed Values;

Wartości średnie (n = 3) ± odchylenie standardowe / Mean values (n=3) ± standard deviation.

Źródło: / Source: [26].

Zwiększenie udziału produktów owsianych lub jęczmiennych w pieczywie istotnie zmienia jego skład chemiczny, a także wartość odżywczą i energetyczną [15, 16]. Wzbogacone pieczywo zawiera nieznacznie więcej wartościowego białka, lipidów (szczególnie to z udziałem produktów owsianych), składników mineralnych, lecz mniej skrobi w porównaniu z pieczywem pszennym jasnym. Podobnie zawartość błonnika pokarmowego i jego składników jest odpowiednio 2 i 8 razy większa w pieczywie z udziałem produktów ze zbóż niechlebowych niż w pieczywie jasnym. Pieczywo pszenno-owsiane lub pszenno- jęczmienne ma też niższy wskaźnik glikemiczny niż pszenne czy żytnie.

Podsumowanie

Na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu opracowano wiele rozwiązań mających na celu racjonalne wykorzystanie owsa i jęczmienia do produkcji nowych rodzajów pieczywa. Stosując naturalne, funkcjonalne surowce i jednocześnie różne naturalne metody prowadzenia ciasta pszenno-owsianego lub pszenno-jęczmiennego uzyskano pieczywo o wyjątkowych cechach funkcjonalnych. Ich korzystne oddziaływanie na zdrowie człowieka zostało udokumentowane badaniami żywieniowymi z udziałem osób z hipercholesterolemią. Wykazano, że zastąpienie pieczywa tradycyjnego pieczywem owsianym lub jęczmiennym, w codziennej diecie, wyraźnie przyczynia się do korzystnej regulacji parametrów lipidowych [14, 23, 38]. Redukcja poziomu cholesterolu całkowitego do wartości prawidłowych i jednocześnie redukcja wskaźnika aterosklerozy, czyli stosunku cholesterolu o niskiej gęstości (LDL) do cholesterolu o wysokiej gęstości (HDL) zmniejsza ryzyko choroby niedokrwiennej serca [23, 29, 46]. Tak, więc powyższe rodzaje pieczywa są szczególnie pożądane w przypadku określonych wymagań żywieniowych uzasadnionych np. stanem zdrowia, co może też ograniczyć ryzyko występowania schorzeń dietozależnych.

Krajowi producenci pieczywa, mając na względzie zasady racjonalnego żywienia, dobro konsumentów, wyzwania stawiane przez lekarzy i dietetyków, kierunki wzbogacania pieczywa stosowane w krajach uprzemysłowionych, powinni na szerszą skalę wprowadzać naturalne surowce, o wysokiej wartości fizjologiczno-żywieniowej i stosować naturalne metody produkcji nowych rodzajów pieczywa o właściwościach funkcjonalnych.

Owies i jęczmień, jako surowce krajowe powinny być jednym z podstawowych surowców przy wytwarzaniu wzbogacanych wyrobów piekarskich i innych produktów żywnościowych o cechach funkcjonalnych. W Polsce nadal nie docenia się powyższych zbóż i nie wykorzystuje ich potencjalnej wartości do produkcji wzbogacanej żywności, w tym pieczywa.

Literatura

- [1] Åman P., Rimsten L., Andersson R.: Molecular weight distribution of β -glucan in oat-based food. *Cereal Chem.*, 2004, **81**, 356-360.
- [2] Baik B.K., Ullrich S.E.: Barley for Food: Characteristics, improvement, and renewed interest (Review). *J. Cereal Sci.*, 2008, **48**, 233-242.
- [3] Bartnikowska E.: Współczesne poglądy dotyczące spożycia pieczywa. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2009, **57**, 4-11.
- [4] Brennan Ch.S., Cleary L.J.: The potential use of cereals (1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4)- β -glucans as functional foods ingredients (Review). *J. Cereal Sci.*, 2005, **42**, 1-13.
- [5] Brümmer J.M., Morgenstern G., Neumann H.: Herstellung von Hafer-, Gerste-, Mais-, Reis-, Hirse- und Buchweizenbrot. *Getraide Mehl u. Brot*, 1988, **5**, 153-158.
- [6] Czubaszek A.: Charakterystyka technologiczna mieszanek mąki pszennej z produktami przemiału owsa. *Zesz. Nauk. Uniw. Przyrod. we Wrocławiu, Rozpr. CCLIII*, 2008, **564**, 1-85.
- [7] Degutyte-Fomnis L., Sontag-Strohm T., Salovaara H.: Oat bran fermentation by rye sourdough. *Cereal Chem.*, 2002, **79**, 345-348.
- [8] Diowski A.: Wyzwania przyszłości dla produktów zbożowych. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2005, **53**, 2-6.
- [9] Evans E.J.: Cereal production methods. In: *Cereals processing technology*. G. Owens Ed. Woodhead Pub. Ltd., & CRC Press LLC, 2001, pp. 7-26.
- [10] Grajeta H.: Functional foods in prevention of cardiovascular disease. *Adv. Clin. Exp. Med.*, 2004, **13**, 503-510.
- [11] Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K.: Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *LWT* 2007, **40**, 860-870.
- [12] Gambuś H., Gambuś F., Pisulewska E.: Całoziarnowa mąka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych. *Biul. IHAR.*, 2006, **239**, 259-267.
- [13] Gąsiorowski H. (pod red.): *Żyto. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1994.
- [14] Gąsiorowski H. (kierownik projektu): *Opracowanie racjonalnego sposobu wykorzystania ziarna owsa i produktów jego przerobu do celów konsumpcyjnych. Projekt badawczy KBN nr 5 0009 9101, 1991-1994, (AR-16/91/IG)*.
- [15] Gąsiorowski H. (pod red.): *Owies. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1995.
- [16] Gąsiorowski H. (pod red.): *Jęczmień - chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1997.
- [17] Gąsiorowski H. (pod red.): *Pszenica. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 2004.
- [18] Gąsiorowski H., Kawka A., Kiryluk J., Ratajczak P.: Surowce i przetwory o charakterze profilaktycznym i ich wykorzystanie. W: *Stan aktualny i perspektywy rozwoju wybranych dziedzin przetwórstwa żywności. – pod red. J.R. Warchalewskiego. Seminarium z cyklu: Związki Nauki z Praktyką, POLAGRA 94*. Wyd. PTTŻ, Oddz. Włkp., Poznań 1994, ss. 167-203.
- [19] Gibiński M.: β -glukany owsa, jako składnik żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **2**, 15-29.
- [20] Grajek W. (pod red.): *Przeciwutleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne, technologiczne, molekularne i analityczne*. WNT, Warszawa 2007.
- [21] Kawka A.: Lipidy ziarna owsa - zawartość, rozmieszczenie i skład frakcyjny. *Post. Nauk Rol.*, 1996, **43/48**, 65-73.
- [22] Kawka A.: Lipidy ziarna jęczmienia - zawartość, rozmieszczenie i skład frakcyjny. *Post. Nauk Rol.*, 1999, **46/51**, 51-58.
- [23] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.*, 2004, **342**, 1-78.

- [24] Kawka A.: Jęczmień, jako surowiec w produkcji piekarskiej. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2005, **53**, 6-9.
- [25] Kawka A.: Możliwości wzbogacania wartości odżywczej, dietetycznej i funkcjonalnej pieczywa. W: *Żywność wzbogacana i nutraceutyki – pod red. P. Gębczyńskiego i G. Jaworskiej*. PTTŻ, Oddz. Małopolski, Kraków 2009, ss. 109-122.
- [26] Kawka A., Górecka D.: Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-jęczmiennego i pszenno-owsianego otrzymanego na kwasach fermentowanych kulturą starterową LV1. *Bromat. Chemia Toksykol.*, 2009, **42**, 288-293.
- [27] Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski H.: The effects of commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. *EJPAU.*, 1999, **2**, 1-8, #01.
- [28] Kawka A., Kroll T.: Wpływ otrąb owsianych na jakość ciasta i pieczywa pszennego. *Biul. IHAR.*, 2006, **239**, 237-245.
- [29] Kerckhoffs D., Hornstra G., Mensink R.: Cholesterol-lowering effect of β -glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when β -glucan is incorporated into bread and cookies. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003, **78**, 221-227.
- [30] Knuckles B.E., Hudson C.A., Chiu M.M., Sayre R.N.: Effect of β -glucan barley fractions in high-fiber bread and pasta. *Cereal Foods World*, 1997, **42**, 94-99.
- [31] Krygier K.: Żywność funkcjonalna w Polsce i na świecie. *Przem. Spoż.*, 2003, **11**, 14-16.
- [32] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2005.
- [33] Lindenmeier M., Hofmann T.: Influence of baking conditions and precursor supplementation on the amounts of the antioxidant pronyl-L-lysine in bakery products. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, **52**, 350-354.
- [34] Marciniak A., Obuchowski W.: Prozdrowotne właściwości produktów zbożowych. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2007, **55**, 12-15.
- [35] Marklinder I., Johansson L.: Sourdough fermentation of barley flours with varied content of mixed linked (1 \rightarrow 3), ((1 \rightarrow 4) β -D-glucans. *Food Microbiol.*, 1995, **12**, 363-371.
- [36] Marquart L., Jacobs D.L., McIntosh G.H., Poutanen K., Reicks M. (Eds.): *Whole grains and health*, Blackwell Pub., Ames, Iowa 2007.
- [37] Michalska A., Zieliński H.: Produkty reakcji Maillarda w żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **2**, 5-16.
- [38] Mougiakos C., Dylewicz P., Kawka A., Gąsiorowski H., Jezierska M.: Wpływ wysokobłonnikowego produktu z jęczmienia na profil lipidowy u pacjentów z hypercholesterolemią po zawale serca. *Czynniki Rzyzka*, 1999, **23**, 49-52.
- [39] Newman, R.K., Ore K.C., Abbot J., Newman W.: Fiber enrichment of baked products with barley milling fraction. *Cereal Foods World*, 1998, **43**, 23-25.
- [40] Oleksy K.: Czy żywność może być lekiem?. W: *Napoje funkcjonalne i dodatki*. *Przem. Ferm. Ow. Warsz.*, dodatek specjalny, 2007, **7-8**, 18-19.
- [41] Oomah B.D.: Baking and related properties of wheat-oat composite flours. *Cereal Chem.*, 1983, **60**, 220-225.
- [42] Piesiewicz H.: Nasz polski chleb powszedni – mieszany. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2008, **56**, 12-17.
- [43] Piesiewicz H.: Wzrost znaczenia kultur starterowych. *Przegl. Piek. Cuk.*, 2005, **54**, 14-17, 24.
- [44] Pomeranz Y. (Ed.): *Wheat: Chemistry and Technology*. AACC, St. Paul, MN 1988.
- [45] *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej: Budżety gospodarstw domowych*. GUS, Warszawa 2008.
- [46] Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K.I., Shabir R.: Oat: unique among the cereals. *Eur. J. Nutr.*, 2008, **47**, 68-79.

- [47] Salovaara H., Valjakka T.: The effect of fermentation, temperature, flour type and starter on the properties of sour wheat dough. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1987, **22**, 591-597.
- [48] Somoza V., Wenzel E., Lindenmeier M., Grothe D., Erbersdobler H., Hofmann T.: Influence of feeding malt, bread crust, and a pronylated protein on the activity of chemopreventive enzymes and antioxidative defense parameters in vivo. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53**, 8176-8182.
- [49] Świdorski F. (pod red.): *Żywność wygodna i funkcjonalna*. WNT, Warszawa 1999.
- [50] Włodarczyk-Kierczyńska M.: Prozdrowotne walory pieczywa produkowanego z naturalnie fermentowanych zakwasów, *Przegl. Piek. Cuk.*, 2005, **54**, 2-6.
- [51] Zieliński H., Kozłowska H.: Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **48**, 2008-2016.
- [52] <http://www.polskiepieczywo.pl/>
- [53] <http://www.portalspozywczy.pl/>

PRESENT TRENDS IN BAKERY PRODUCTION - USE OF OATS AND BARLEY AS NON-BREAD CEREALS

S u m m a r y

In the paper, general information was presented on the production of and trends in using cereals in Poland, as was the assortment structure of bread and its importance in rational nutrition. New trends in the production of bread were described including both the possibility of applying oats or barley, and their products as natural, functional replacements of bread flour and the use of natural sourdoughs to produce new, healthier types of wheat-oat and wheat-barley breads.

Key words: cereals, oat and barley products, bread, chemical components, hypercholesterolemia, glycaemic index ☒

ALICJA KAWKA, DANUTA GÓRECKA

PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO PIECZYWA PSZENNO-OWSIANEGO I PSZENNO-JĘCZMIENNEGO Z UDZIAŁEM ZAKWASÓW FERMENTOWANYCH STARTEREM LV2

Streszczenie

Celem pracy była ocena składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego wytwarzanego odpowiednio na zakwasach owsianych i jęczmiennych fermentowanych przy użyciu kultury starterowej (firmy Lesaffre Bio-Corporation S.A., Łódź). Do sporządzenia zakwasów wykorzystano otręby owsiane lub całościarną mąkę jęczmienną odpowiednio w ilości 30, 40 i 50 % ogólnej masy mąki oraz starter fermentacji LV2 (*Saccharomyces chevalieri*, *Lactobacillus brevis*). Zakwasy owsiane lub jęczmienne stosowano jako zamiennik mąki pszennej przy sporządzaniu ciasta. Pieczywo z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych fermentowanych starterem LV2 cechowało się mniejszą objętością i kwasowością, ale większą wilgotnością niż pieczywo zawierające 30, 40 i 50 % udział zakwasów jęczmiennych. Przy zwiększaniu procentowego udziału zakwasu owsianego lub jęczmiennego w masie ciasta wystąpiło wyraźne zmniejszenie objętości pieczywa oraz zwiększenie wilgotności i kwasowości mączki. Pieczywo z 30 % udziałem zakwasów cechowało się wyższą jakością sensoryczną (9,6 pkt) niż pozostałe próbki. Jednakże pieczywo pszenno-owsiane uzyskało niższe noty niż pieczywo pszenno-jęczmienne. Pieczywo z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych zawierało więcej składników mineralnych, białka, lipidów, błonnika pokarmowego, w tym błonnika rozpuszczalnego; β -glukanów, frakcji ligninowej i celulozowej, a mniej frakcji hemicelulozowej w porównaniu z pieczywem pszenno-jęczmiennym.

Słowa kluczowe: otręby owsiane, całościarną mąka jęczmienna, starter, pieczywo, składniki chemiczne

Wprowadzenie

W ostatnich dziesięcioleciach zboża i całościarnowe produkty zbożowe zalicza się do żywności funkcjonalnej, ze względu na zawartość błonnika pokarmowego, białka, składników mineralnych, witamin, fitoestrogenów i przeciwutleniaczy. Kompleks błonnika pokarmowego z przeciwutleniaczami i związkami fitochemicznymi może

Dr hab. A. Kawka Instytut Technologii Żywności Pochodzenia, Roślinnego, dr hab. D. Górecka, prof. nadzw., Katedra Technologii Żywności Człowieka, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

zabezpieczać przed rozwojem choroby niedokrwiennej serca i niektórych rodzajów nowotworów [20, 25].

Owies, jęczmień i ich produkty są cenione zarówno w żywieniu człowieka, jak i produkcji nowych produktów żywnościowych. Ich udział w codziennej diecie jest ważnym czynnikiem w utrzymaniu dobrego stanu zdrowia. Udokumentowano, że rozpuszczalne substancje błonnika pokarmowego owsa lub jęczmienia korzystnie oddziałują na układ pokarmowy, wskaźnik glikemiczny i gospodarkę lipidową w organizmie człowieka. Wysoką reaktywność frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego w regulacji zaburzeń gospodarki lipidowej przypisuje się działaniu β -glukanów, a także pentozanom. Przymuszcza się inne składniki chemiczne, takie jak: białka, polifenole oraz związki rozpuszczalne w tłuszczach mogą mieć także działanie hipocholesterolemiczne [3, 4, 10, 11, 14, 17, 22, 25].

Stosowanie powyższych produktów, jako zamienników mąki chlebowej w produkcji pieczywa wymaga modyfikacji receptur, jak i procesu technologicznego. Rodzaj produktu owsianego lub jęczmiennego, jego procentowy udział w masie ciasta, metoda prowadzenia ciasta wpływają na zróżnicowanie wskaźników jakościowych ciasta oraz pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego [3, 5, 6, 9, 14, 18, 23]. Poza tym zastosowanie kultur starterowych, zawierających odpowiednio skojarzone żywe szczepy bakterii kwasu mlekowego i drożdży w produkcji piekarskiej zapewnia uzyskanie pieczywa o powtarzalnej jakości, wyjątkowych walorach smakowo-zapachowych oraz cechach prozdrowotnych korzystnych z punktu widzenia konsumenta [8, 15, 19, 26]. Obecnie są dwa argumenty przemawiające za stosowaniem produktów z owsa i jęczmienia, bogatych m.in. w błonnik pokarmowy do wyrobów piekarskich, a mianowicie zwiększenie zawartości błonnika pokarmowego i zmniejszenie wartości energetycznej wyrobu.

Celem pracy była ocena składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego otrzymanego odpowiednio na zakwasach owsianych i jęczmiennych fermentowanych starterem LV2.

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły: mąka pszenna typu 550 (MP), otręby owsiane (OW), laboratoryjna całościarna mąka jęczmienna (CMJ), drożdże piekarskie, sól kuchenna i kultura starterowa LV2.

Mąkę pszenną typu 550, otręby owsiane oraz obłuszczone ziarno jęczmienia, jako surowiec do uzyskania laboratoryjnej całościarnej mąki jęczmiennej, otrzymano z Zakładów Zbożowo-Młynarskich w Kruszwicy. Liofilizowaną kulturę starterową LV2 (*Saccharomyces chevalieri*, *Lactobacillus brevis*), w której przeważały bakterie kwasu mlekowego, otrzymano z przedsiębiorstwa Lesaffre Bio-Corporation S.A. w Łodzi.

Laboratoryjną całościarnową mąkę jęczmienną otrzymano w wyniku wielokrotnego rozdrabniania obłuszczonego ziarna jęczmienia w laboratoryjnym młynie tarczowo-młotkowym Rekord i przesiewania mlewa przez sita o średnicy oczek 1,0 mm.

Charakterystykę technologiczną i chemiczną surowców zbożowych stosowanych w doświadczeniach wykonano uwzględniając oznaczenia: wilgotności, zawartości składników mineralnych, białka ogółem, przy wykorzystaniu aparatu Kjeltex, β -glukanów ogółem (metodą enzymatyczną) [12], lipidów [27], błonnika pokarmowego według metody Asp i wsp. [2], przy użyciu aparatu Fibretec System E, ilości i jakości glutenu, liczby opadania, kwasowości [13] oraz przeprowadzono próbny wypiek laboratoryjny z mąki pszennej.

W serii wypieków laboratoryjnych przygotowywano ciasta pszenno-owsiane (PO) lub pszenno-jęczmienne (PJ), w których zakwasy owsiane lub jęczmienne fermentowane starterem LV2 stosowano jako zamiennik mąki pszennej. Ciasta PO i PJ przygotowywano na zakwasach owsianych lub jęczmiennych zawierających 30, 40 i 50 % ukwaszonych odpowiednio OW lub CMJ, mąki pszennej typu 550, drożdży, soli i wody, w miazarce szybkoobrotowej Stephan UMTA 10, stosując czas mieszenia 60 s. Ciasta poddawano fermentacji w komorze fermentacyjnej w ciągu 30 min (warunki fermentacji: temp. 35 °C, wilgotność względna powietrza 75 %). Po wstępnej fermentacji masę ciasta dzielono na kęsy i poddawano dalszej fermentacji aż do uzyskania pełnej dojrzałości biologicznej i wypiekano w piecu laboratoryjnym (temp. 230 °C; czas 40 min).

Po 24 h od wypieku wykonywano ocenę fizykochemiczną, chemiczną i sensoryczną pieczywa. Oceny te obejmowały: oznaczenia fizykochemiczne – objętość w aparacie Sa-Wy, wilgotność i kwasowość miększu oraz ocenę porowatości miększu wg tablic Dallmanna [13]; oznaczenia chemiczne – składniki mineralne, białko i β -glukany [12], lipidy [27], błonnik pokarmowy ogółem (TDF), rozpuszczalny (SDF) i nierozpuszczalny (IDF) [2], neutralny detergentowy błonnik (NDF), kwaśny detergentowy błonnik (ADF) oraz frakcje: celulozową, ligninową, hemicelulozową według metody van Soesta [28, 29], a termostabilną α -amylazę stosowano w celu strawienia skrobi [21]; ocenę sensoryczną – metodą punktową według 10-punktowej skali, według której przypisywano za wygląd zewnętrzny – 1 punkt; wygląd wewnętrzny – 9 punktów (barwa, porowatość, elastyczność – 5 punktów; smak i zapach – 4 punkty) [16].

Powyższe analizy wykonano w trzech równoległych powtórzeniach. Wyniki badań przedstawiono, jako średnie wartości \pm odchylenie standardowe.

Wyniki i dyskusja

W doświadczeniach stosowano mąkę pszenną (MP) typu 550, o średniej wartości wypiekowej oraz produkty ze zbóż niechlebowych – otręby owsiane (OW) i całościar-

nową mąkę jęczmienna (CMJ). Powyższe surowce wyraźnie różniły się zawartością składników chemicznych (tab. 1), co wynika zarówno z rodzaju ziarna zbóż przeznaczonego do przemiału, jak i warunków procesu przemiału.

Tabela 1

Charakterystyka technologiczna i chemiczna mąki pszennej (MP), otrąb owsianych (OW) i całościarnowej mąki jęczmiennej (CMJ).

Technological and chemical profile of wheat flour (WF), oat bran (OB), and whole barley flour (WBF).

Wskaźniki Indices	MP typu 550 WF type 550	OW OB	CMJ WBF
Wilgotność / Moisture [%]	13,5	7,3	12,3
Zawartość popiołu [% s.m.] / Ash content [% d.m.]	0,49 ± 0,0	3,11 ± 0,0	1,49 ± 0,0
Zawartość białka [% s.m.] / Protein content [% d.m.]	12,7* ± 0,0	18,4** ± 0,1	12,5** ± 0,1
Zawartość lipidów [% s.m.] / Lipid content [% d.m.]	1,42 ± 0,0	6,2 ± 0,0	2,7 ± 0,0
Zawartość błonnika pokarmowego [% s.m.] Dietary fibre content [% d.m.]			
– nierozpuszczalnego / insoluble dietary fibre	2,0 ± 0,2	13,2 ± 0,3	12,0 ± 0,2
– rozpuszczalnego / soluble dietary fibre	1,9 ± 0,1	7,1 ± 0,2	5,1 ± 0,3
– ogółem / total dietary fibre	3,9 ± 0,1	20,3 ± 0,2	17,1 ± 0,2
Zawartość β-glukanów [% s.m.] β-glucan content [% d.m.]	0,2 ± 0,1	6,0 ± 0,1	4,7 ± 0,1
Gluten / Gluten			
– wydajność glutenu mokrego / wet gluten yield [%]	28	-	-
– rozpywalność glutenu / gluten spreadability [mm]	6	-	-
– liczba glutenowa /gluten number	45	-	-
Liczba opadania [s] / Falling number [s]	339	497	445
Kwasowość [stopnie] / Acidity [degree]	2,2 ± 0,0	4,6 ± 0,0	4,4 ± 0,0
Objętość pieczywa [cm ³ /100 g mąki] Bread volume [cm ³ /100 g of flour]	450	-	-
Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [scores]	90	-	-

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*MP / WF: N x 5,7; **OW, CMJ / OB, WBF: N x 6,25;

Wartości średnie (n = 3) ± odchylenie standardowe / Mean values (n = 3) ± standard deviation.

Cechy jakościowe pieczywa pszenno-owsianego (PO) i pszenno-jęczmiennego (PJ) otrzymanego na zakwasach owsianych i jęczmiennych fermentowanych przy uży-

ciui starteru LV2, przedstawiono w tab. 2. i na fot. 1. Objętość pieczywa z 30 - 50 % udziałem zakwasów owsianych była mniejsza niż próbek otrzymanych na zakwasach jęczmiennych. Wartości powyższego wskaźnika zmniejszyły się przy zwiększaniu procentowego udziału zakwasu owsianego lub jęczmiennego w pieczywie, przy czym większe zmniejszenie objętości wystąpiło w przypadku pieczywa PO. Wartości współczynnika porowatości miększu badanego pieczywa utrzymywały się na poziomie 95 - 100 pkt. Powyższe obserwacje są zgodne z sugestiami innych autorów [14, 18, 24], którzy podają, że w ciastach z udziałem produktów ze zbóż niechlebowych układ białkowy jest osłabiony i ma mniejszą zdolność do zatrzymywania gazów. To niekorzystne oddziaływanie na zdolność zatrzymywania gazów wiąże się ze zwiększeniem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego, a zmniejszeniem ilości białek typu prolamin.

Tabela 2

Charakterystyka jakościowa pieczywa pszenno-owsianego (PO) i pszenno-jęczmiennego (PJ).
Quality characteristics of wheat-oat (WO) and wheat-barley (WB) breads quality.

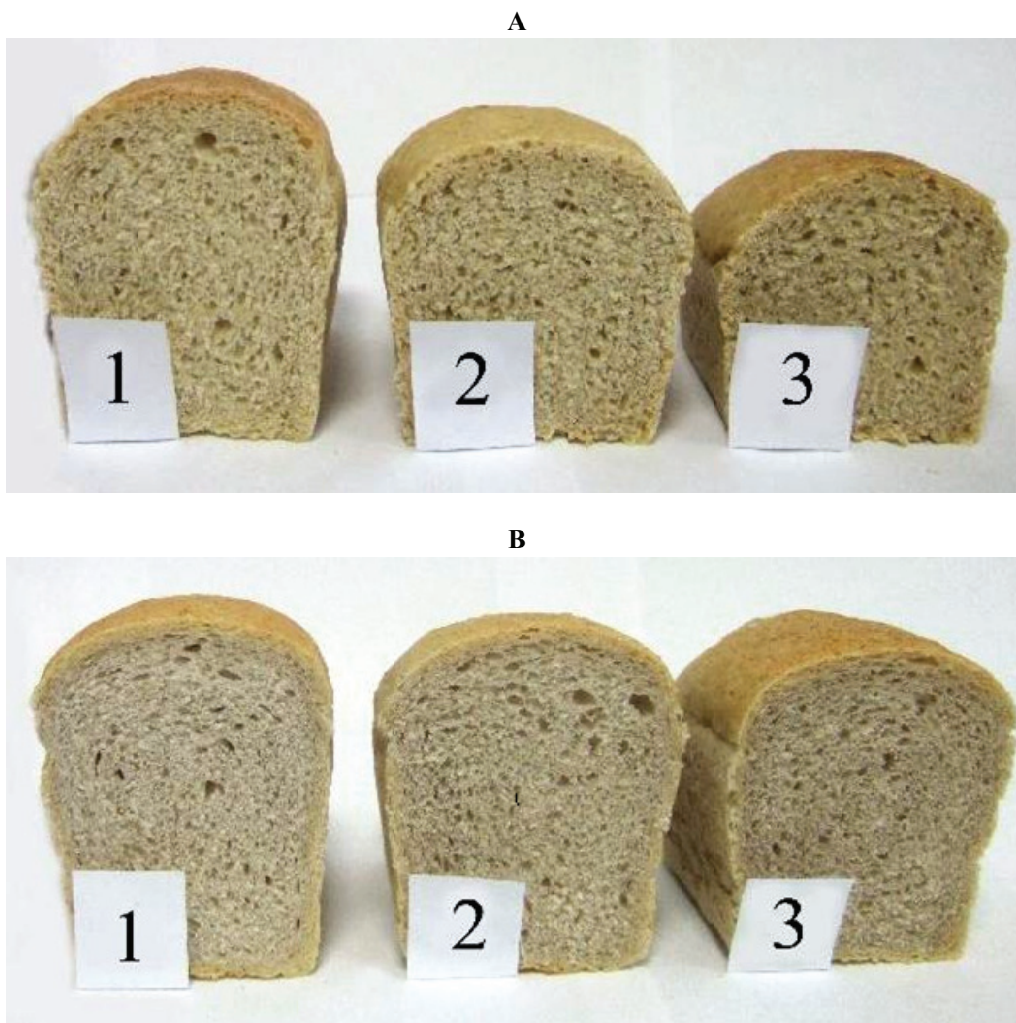
Pieczywo Bread	Udział Percentage content [%]	Objętość pieczywa [cm ³ /100 g mąki] Volume of loaves [cm ³ /100 g of flour]	Współczynnik porowatości [punkty] Porosity index [scores]	Wilgotność miększu Crumb moisture [%]	Kwasowość miększu Crumb acidity [°]	Ocena sensoryczna ***** [pkt] Sensory evaluation [scores]
Zakwasy owsiane fermentowane kulturą starterową LV2 / Oat sourdoughs fermented using LV2 starter culture						
PO* / WO	30 OW*** OB	365 ± 3,4	95	47,5 ± 0,0	1,7 ± 0,0	9,6
	40 OW / OB	298 ± 4,7	100	47,3 ± 0,0	2,0 ± 0,0	8,7
	50 OW / OB	283 ± 4,0	100	49,0 ± 0,1	2,1 ± 0,0	9,0
Zakwasy jęczmienne fermentowane kulturą starterową LV2 / Barley sourdoughs fermented using LV2 starter culture						
PJ** / WB	30 CMJ**** WBF	447 ± 2,4	100	44,6 ± 0,2	2,5 ± 0,0	9,6
	40 CMJ WBF	419 ± 1,3	95	45,4 ± 0,1	2,9 ± 0,0	9,8
	50 CMJ WBF	409 ± 2,2	100	47,3 ± 0,1	3,9 ± 0,0	9,5

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*Pszenno-owsiane / Wheat-oat; **Pszenno-jęczmienne / Wheat-barley; ***Otręby owsiane / Oat bran; ****Całoziarńowa mąka jęczmienna / Whole-grain barley flour; *****Według 10-punktowej skali: wygląd zewnętrzny - 1 pkt; wygląd wewnętrzny - 9 pkt (barwa, porowatość, elastyczność - 5 pkt; smak i zapach - 4 pkt) / According to a 10 point scale: external appearance - 1 point; internal appearance - 9 points (colour, crumb porosity, elasticity - 5 points; flavour - 4 points);

Wartości średnie (n = 3) ± odchylenie standardowe / Mean values (n = 3) ± standard deviation.

Zaobserwowano, że przy zwiększaniu zawartości zakwasów fermentowanych starterem LV2 w masie ciasta wystąpiło zróżnicowanie wartości wilgotności i kwasowości pieczywa, przy czym były one wyraźnie większe w pieczywie zawierającym 50 % ich udział (tab. 2).



Fot. 1. Pieczywo pszenno-owsiane i pszenno-jęczmienne otrzymane na zakwasach fermentowanych starterem LV2:

A) 1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40 i 50 % udziałem otręb owsianych w zakwasie,

B) 1, 2, 3 – odpowiednio z 30, 40 i 50 % udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej w zakwasie.

Phot. 1. Wheat-oat and wheat-barley breads produced using sourdoughs fermented by LV2 starter:

A) 1, 2, 3 – with 30, 40, and 50 % of oat bran in sourdough, respectively,

B) 1, 2, 3 – with 30, 40, and 50 % of whole-grain barley flour in sourdough, respectively.

Polepszanie jakości ciasta i pieczywa z udziałem produktów ze zbóż niechlebowych można uzyskać wprowadzając dodatki do pieczywa np. gluten witalny [10, 11, 14].

Różnice w wartościach kwasowości pieczywa PO i PJ mogą wynikać z zawartości składników mineralnych, białka, nieskrobiowych polisacharydów w OW i CMJ oraz w pieczywie [19, 26].

Wyniki ogólnej oceny sensorycznej pieczywa PO i PJ były zróżnicowane i wahały się w granicach 8,7 - 9,8 pkt (tab. 2, fot. 1). Najniższe noty uzyskało pieczywo z 40 % (8,7 pkt) i 50 % (9,0 pkt) udziałem otrąb owsianych, fermentowanych starterem LV2. Mięksiz pieczywa PO i PJ charakteryzował się dość równomierną porowatością, przyjemnym lekko kwaśnym zapachem i smakiem. Walory smakowo-zapachowe obu rodzajów pieczywa były zbliżone do typowego pieczywa żytnio-mieszanego, które zawiera co najmniej 50 %, a mniej niż 90 % mąki żytniej (fot. 1).

Z powyższych badań wynika, że fermentowanie starterem LV2 zakwasów owsianych lub jęczmiennych korzystniej wpływa na jakość pieczywa PO i PJ niż stosowanie starteru LV1, który wykorzystywano we wcześniejszych badaniach [15]. Należy zaznaczyć, że starter LV1, w porównaniu ze starterem LV2, zawiera więcej drożdży niż bakterii kwasu mlekowego (dane z firmy Lesaffre Bio-Corporation S.A., Łódź).

Pieczywo PO, w porównaniu z PJ, zawierało więcej składników mineralnych, białka, lipidów, błonnika pokarmowego ogółem (TDF) i β -glukanów, a mniej sacharydów i NDF (tab. 3). Składniki błonnika pokarmowego w pieczywie przedstawiono na rys. 1A i 1B.

W błonniku pokarmowym obu rodzajów pieczywa przeważała frakcja nierozpuszczalna (IDF), a jej zawartość była nieznacznie większa w PO (5,6 - 6,8 %) niż PJ (5,5 - 6,2 %) (rys. 1 – A). Poziom frakcji rozpuszczalnej (SDF) był zdecydowanie wyższy w pieczywie PO (2,8 - 4,2 %) niż w PJ (1,7 - 2,8 %). Udział SDF w TDF kształtował się średnio na poziomie 35 i 28 % odpowiednio w pieczywie PO i PJ. Może to wynikać z degradacji polisacharydów zarówno przez mikroorganizmy występujące w środowisku fermentacyjnym, jak i endogenne enzymy. Zawartość β -glukanów w pieczywie zawierającym 30, 40 i 50 % zakwasu owsianego wynosiła 2,2, 2,7 i 2,8 % i była większa odpowiednio o około 58, 52 i 43 % w porównaniu z pieczywem PJ. Przypuszczalnie stopień rozdrobnienia otrąb owsianych i ich skład chemiczny, warunki mieszenia i fermentacji ciasta oraz niska aktywność endogennej β -glukanazy w mące pszennej limitują degradację β -glukanów. Flander i wsp. [9] wykazali, na podstawie mikrostrukturalnych badań matrycy pieczywa owsianego, że β -glukany w nierozpuszczalnej formie są zlokalizowane głównie w ścianach komórkowych otrąb owsianych o większej granulacji. Frakcja otrębiasta ziarna owsa jest bogata w β -glukany jako komórki cienkiej warstwy subaleuronowej. Tak więc większa granulacja otrąb owsia-

nych, jak również zoptymalizowane warunki przygotowania ciasta i jego fermentacji ograniczają degradację β -glukanów w procesie produkcji pieczywa [1]. W wielu badaniach wykazano, że endogenna β -glukanaza zmniejsza zawartość i średni ciężar cząsteczkowy β -glukanów jęczmienia [7, 9, 19]. Marklinder i wsp. [19] sugerują, że degradacja β -glukanów w fermentowanym jęczmieniu jest spowodowana przede wszystkim przez endogenne enzymy pochodzące z mąki jęczmiennej.

Tabela 3

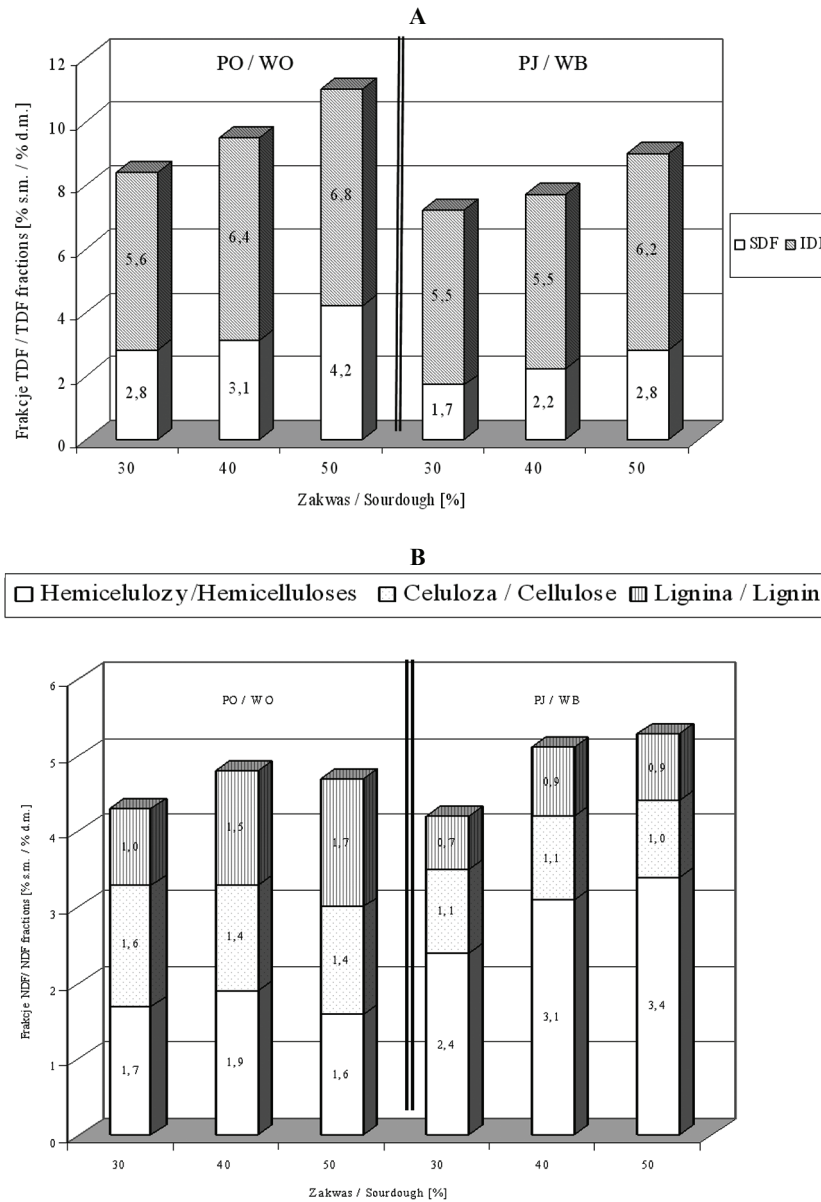
Charakterystyka chemiczna pieczywa pszenno-owsianego (PO) i pszenno-jęczmiennego (PJ).
Chemical profile of wheat-oat (WO) and wheat-barley (WB) breads.

Zawartość składników chemicznych [% s. m.] Content of chemical components [% d. m.]	Zakwasy fermentowane starterem LV2 / Sourdoughs fermented using LV2 starter					
	PO / WO			PJ / WB		
	Zawartość OW** w zakwasach [%] Percent content of OB in sourdoughs			Zawartość CMJ*** w zakwasach [%] Percent content of WBF in sourdoughs		
	30	40	50	30	40	50
Składniki mineralne Mineral components	1,43 ± 0,0	1,60 ± 0,1	1,74 ± 0,0	1,16 ± 0,0	1,22 ± 0,0	1,32 ± 0,0
Białko (N x 5,8) / Protein	13,4 ± 0,1	13,9 ± 0,1	14,5 ± 0,1	12,4 ± 0,1	12,9 ± 0,1	13,1 ± 0,0
Lipidy / Lipids	3,39 ± 0,2	3,84 ± 0,2	4,34 ± 0,0	1,82 ± 0,1	1,99 ± 0,2	2,28 ± 0,2
Sacharydy ogółem* Total saccharides	81,8	80,7	79,4	83,7	82,6	81,7
Błonnik pokarmowy ogółem (TDF) Total dietary fibre	8,3 ± 0,4	9,5 ± 0,3	10,9 ± 0,4	7,2 ± 0,1	7,6 ± 0,1	8,9 ± 0,1
β -glukany / β -glucans	2,2 ± 0,0	2,7 ± 0,1	2,8 ± 0,0	0,93 ± 0,0	1,3 ± 0,0	1,6 ± 0,0
Neutralny detergentowy błonnik (NDF) Neutral detergent fibre	4,3 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,2 ± 0,3	5,1 ± 0,1	5,3 ± 0,0
Kwaśny detergentowy błonnik (ADF) Acid detergent fibre	2,6 ± 0,2	2,9 ± 0,2	3,1 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,2

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*Wartości obliczone z różnicy zawartości suchej masy ogółem i sumy zawartości: popiołu, białka, lipidów / Values calculated as a difference between the content of total dry matter and total content of: ash, protein, and lipids; **Otręby owsiane / Oat bran; ***Całozziarnowa mąka jęczmienna / Whole-grain barley flour;

Wartości średnie (n=3) ± odchylenie standardowe / Mean values (n=3) ± standard deviation.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

A: TDF - błonnik pokarmowy ogółem / total dietary fibre; IDF - nierozpuszczalny błonnik pokarmowy / insoluble dietary fibre; SDF - rozpuszczalny błonnik pokarmowy / soluble dietary fibre;

B: NDF - neutralny detergentowy błonnik / neutral detergent fibre.

Rys. 1. Składniki błonnika pokarmowego w pieczywie pszenno-owsianym (PO) i pszenno-jęczmiennym (PJ).

Fig. 1. Dietary fibre components in wheat-oat (WO) and wheat-barley (WB) bread.

W pieczywie PO i PJ zawartość NDF kształtowała się odpowiednio na poziomie 4,3 - 4,7 % i 4,2 - 5,3 % (tab. 3, rys. 1B). Skład frakcyjny NDF był zróżnicowany w badanym pieczywie. Większą zawartością frakcji ligninowej i celulozowej, a mniejszą frakcji hemicelulozowej cechowało się pieczywo PO w porównaniu z PJ (rys. 1B). Niemniej jednak frakcja hemicelulozowa przeważała w obu rodzajach pieczywa.

Dobrej jakości pieczywo PO i PJ, zawierające do 50 % zakwasów owsianych lub jęczmiennych, można uzyskać przez optymalizację receptury i parametrów procesu. Oba rodzaje pieczywa produkowane z wartościowych żywieniowo surowców oraz przy zastosowaniu naturalnej metody ich wytwarzania cechują się zwiększoną wartością odżywczą i funkcjonalną. Producenci pieczywa, mając na względzie dobro konsumentów, powinni zastosować naturalne surowce, o wysokiej wartości fizjologiczno-żywnieniowej oraz startery fermentacji do produkcji nowych rodzajów pieczywa prozdrowotnego.

Wnioski

1. Otręby owsiane lub całościowa mąka jęczmienna jako naturalne surowce o właściwościach funkcjonalnych oraz startery fermentacji mogą być stosowane do produkcji pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego.
2. Zakwasy owsiane lub jęczmienne fermentowane startem LV2 wykorzystywane, jako zamienniki mąki pszennej w ilości do 50 % jej masy, wpływają na zmniejszenie objętości obu rodzajów pieczywa, zmiany w strukturze ich miększu i składzie chemicznym.
3. Pieczywo z 30, 40 i 50 % udziałem otrębów owsianych, fermentowanych starterem LV2, jest bogatsze w składniki mineralne, wartościowe białko, lipidy, błonnik pokarmowy i jego składniki niż pieczywo pszenno-jęczmienne.
4. Oba rodzaje pieczywa cechują się zróżnicowanym składem frakcyjnym neutralnego detergentowego błonnika, przy czym frakcja hemiceluloza występuje w największej ilości.
5. Pieczywo pszenno-owsiane i pszenno-jęczmienne można zaliczyć do grupy produktów o charakterze prozdrowotnym.

Literatura

- [1] Åman P., Rimsten L., Andersson R.: Molecular weight distribution of β -glucan in oat-based food. *Cereal Chem.*, 2004, **81**, 356-360.
- [2] Asp N.G., Johansson C.G., Hallmer H., Siljestrom M.: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fibre. *J. Agric. Chem.*, 1983, **31**, 476-482.
- [3] Baik B.K., Ullrich S.E.: Barley for Food: Characteristics, improvement, and renewed interest (Review). *J. Cereal Sci.*, 2008, **48**, 233-242.

- [4] Brennan Ch.S., Cleary L.J.: The potential use of cereals (1→3, 1→4)-β-glucans as functional foods ingredients (Review). *J. Cereal Sci.*, 2005, **42**, 1-13.
- [5] Brümmer J.M., Morgenstern G., Neumann H.: Herstellung von Hafer-, Gerste-, Mais-, Reis-, Hirse- und Buchweizenbrot. *Getreide, Mehl u. Brot* 1988, **5**, 153-158.
- [6] Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z.: Effects of wheat flour supplementation with oat products on doughs and bread quality. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2005, **14/15**, 281-286.
- [7] Degutyte-Fomnis L., Sontag-Strohm T., Salovaara H.: Oat bran fermentation by rye sourdough. *Cereal Chem.*, 2002, **79**, 345-348.
- [8] Diowksz A.: Wyzwania przyszłości dla produktów zbożowych. *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2005, **53**, 2-6.
- [9] Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K.: Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *LWT* 2007, **40**, 860-870.
- [10] Gąsiorowski H. (pod red.): *Owies. Chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1995.
- [11] Gąsiorowski H. (pod red.): *Jęczmień - chemia i technologia*. PWRiL, Poznań 1997.
- [12] ICC - Standards Methods. *ICC-Methods*, Vienna 1998.
- [13] Jakubczyk T., Haber T. (pod red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1981.
- [14] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. nauk.*, 2004, **342**, 1-78.
- [15] Kawka A., Górecka D.: Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-jęczmiennego i pszenno-owsianego otrzymanego na kwasach fermentowanych kulturą starterową LV1. *Bromat. Chemia Toksykol.*, 2009, **42**, 288-293.
- [16] Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski H.: The effects of commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. *EJPAU.*, 1999, **2**, 1-8, #01.
- [17] Kerckhoffs D., Hornstra G., Mensink R.: Cholesterol-lowering effect of β-glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when β-glucan is incorporated into bread and cookies. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003, **78**, 221-227.
- [18] Knuckles B.E., Hudson C.A., Chiu M. M., Sayre R.N.: Effect of β-glucan barley fractions in high-fibre bread and pasta. *Cereal Foods World*, 1997, **42**, 94-99.
- [19] Marklinder I., Johansson L.: Sourdough fermentation of barley flours with varied content of mixed linked (1→3), ((1→4) β-D-glucans. *Food Microbiol.*, 1995, **12**, 363-371.
- [20] Marquart L., Jacobs D.L., McIntosh G.H., Poutanen K., Reicks M. (eds.): *Whole grains and health*. Blackwell Pub., Ames, Iowa 2007.
- [21] McQueen R.E., Nicholson, J.W.G.: Modification of the neutral detergent fibre procedure for cereals and vegetables by using α-amylase. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 1979, **62**, 676-680.
- [22] Mougias C., Dylewicz P., Kawka A., Gąsiorowski H., Jezierska M.: Wpływ wysokobłonnikowego produktu z jęczmienia na profil lipidowy u pacjentów z hypercholesterolemią po zawale serca. *Czynniki Ryzyka* 1999, **23**, 49-52.
- [23] Newman, R.K., Ore K.C., Abbot J., Newman W.: Fibre enrichment of baked products with barley milling fraction. *Cereal Foods World* 1998, **43**, 23-25.
- [24] Oomah B. D.: Baking and related properties of wheat-oat composite flours. *Cereal Chem.*, 1983, **60**, 220-225.
- [25] Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K.I., Shabir R.: Oat: unique among the cereals. *Eur. J. Nutr.*, 2008, **47**, 68-79.
- [26] Salovaara H., Valjakka T.: The effect of fermentation, temperature, flour type and starter on the properties of sour wheat dough. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1987, **22**, 591-597.

- [27] Standard-Methoden für Getreide Mehl und Brot. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Niemcy, 1971.
- [28] van Soest, P.J.: Use of detergents in the analysis fibrous feeds. I. Preparation of fibre residues of low nitrogen content. J.A.O.A.C., 1963, **46**, 825-835.
- [29] van Soest P.J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents, J.A.O.A.C., 1967, **50**, 50-55.

COMPARISON OF CHEMICAL COMPOSITION OF WHEAT-OAT AND WHEAT-BARLEY BREAD WITH SOURDOUGHS FERMENTED BY 'LV2' STARTER

S u m m a r y

The objective of this research was to evaluate the chemical composition of wheat-oat and wheat-barley breads produced with oat and barley sourdoughs, respectively, and fermented by a starter culture manufactured by a Lesaffre Bio-Corporation in Łódź, Poland. Sourdoughs were made of oat bran or whole-grain barley flour; their amounts were, respectively, 30, 40, and 50 % of the total weight of flour, and of the 'LV2' starter (*Saccharomyces chevalieri*, *Lactobacillus brevis*). The oat or barley sourdoughs replaced the wheat flour in the mass dough prepared. The bread containing 30-50 % of the oat sourdoughs fermented by the 'LV2' starter had a lower volume and acidity, but a higher moisture than the bread containing 30, 40 and 50 % of barley sourdoughs. Along with the increase in the percentage content of oat or barley sourdoughs in the dough mass, the volume of bread loaves became apparently reduced, but the moisture and acidity of the crumb increased. The bread with 30 % of sourdoughs was characterized by a higher sensory quality (9.6 scores) than the other samples. However, the wheat-oat bread was ranked lower than the wheat-barley bread. The bread with 30-50 % of oat sourdoughs contained more mineral components, proteins, lipids, and total dietary fibre, including the soluble dietary fibre; β -glucans, lignin and cellulose fractions; this bread showed a lower level of hemicellulose fraction if compared with the wheat-barley bread.

Key words: oat bran, whole-grain barley flour, starter, bread, chemical components ☒

MAREK GIBIŃSKI, HALINA GAMBUŚ, KAROL NOWAKOWSKI, BARBARA MICKOWSKA, DOROTA PASTUSZKA, GRAŻYNA AUGUSTYN, RENATA SABAT

WYKORZYSTANIE MAKI OWSIANEJ - PRODUKTU UBOCZNEGO PRZY PRODUKCJI KONCENTRATU Z OWSA - W PIEKARSTWIE

Streszczenie

Wysoka wartość odżywcza mąki owsianej, stanowiącej produkt uboczny podczas uzyskiwania koncentratu β -D-glukanu BETAVEN, zasugerowała możliwość jej wykorzystania do wypieku pieczywa pszenneego i pszenno-żytniego.

Celem badań było opracowanie receptury chlebów pszennych i mieszanych, w których część mąki pszennej zastąpiono odpadową mąką owsianą w ilości 10, 20, 25 % masy mąki pszennej, a także określenie wpływu zastosowanej mąki owsianej na cechy sensoryczne i żywieniowe uzyskanych produktów. Przedstawione wyniki wskazują, że odpadowa mąka owsiana jest dobrym źródłem białka o korzystnym składzie aminokwasowym, włókna pokarmowego oraz tłuszczu surowego i nadaje się w ilości do 20 % masy mąki pszennej do suplementowania jasnego pieczywa pszenneego i pszenno-żytniego.

Słowa kluczowe: chleby z udziałem maki owsianej, mąka owsiana odpadowa, wartość odżywcza

Wprowadzenie

Ziarno owsa charakteryzuje się szczególnie wartościowym składem chemicznym, a występująca w nim kombinacja składników odżywczych stanowi o jego dużej przydatności żywieniowej dla człowieka [5, 16, 26].

Pomimo popularyzowania w Polsce wiedzy o zaletach produktów owsianych i ich walorach zdrowotnych w żywieniu człowieka [4, 6, 7] nie obserwuje się większego zainteresowania produkcją tych przetworów. Przetwórstwo owsa wymaga bowiem wysoko wyspecjalizowanych linii technologicznych [3], zwiększających koszty produkcji i jednocześnie ryzyko całego przedsięwzięcia. Aktualnie na rynku krajowym

Dr M. Gibiński, prof. dr hab. H. Gambuś, mgr inż. D. Pastuszka, G. Augustyn, mgr inż. R. Sabat, Katedra Technologii Węglowodanów, dr B. Mickowska, Małopolskie Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, mgr inż. K. Nowakowski, Microstructure Sp. z o. o., ul. Cyrulików 37a, 04-402 Warszawa

dostępne są następujące produkty owsiane: płatki, pęczak, otręby, mąka i kasza, stanowiące zaledwie ok. 5 % całego zbioru owsa. Zainteresowanie tymi przetworami jest niewielkie, stąd też ze szczególną uwagą obserwuje się wszelkie nowości mające na celu spopularyzowanie owsa, poprzez wprowadzanie nowych jego przetworów. Jednym z nich może stać się Betaven, koncentrat β -D-glukanu, produkt firmy Microstructure sp. z o.o. Podczas jego produkcji, w wyniku przetwarzania ziarna owsa, jako produkt odpadowy powstaje mąka owsiana, pozbawiona dużej części rozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego, wydzielonej na drodze segregacji fizycznej. Mimo tego zawarte są w niej wszystkie cenne składniki odżywcze pochodzące z ziarna owsa, dlatego wydawało się celowym użycie tej mąki do wzbogacania pieczywa pszennego i pszenno-żytniego, wyprodukowanego z niskowyciągowych mąk: pszennej typu 650 i żytniej typu 720, ubogich w wartościowy błonnik, sole mineralne i witaminy [11, 12, 18].

Celem pracy było zatem:

- opracowanie receptury na chleby pszenne i mieszane, w których część mąki pszennej zastąpiono odpadową mąką owsianą,
- określenie wpływu zastosowanego udziału mąki owsianej na cechy sensoryczne i żywieniowe uzyskanych produktów.

Material i metody badań

Do wypieku użyto: mąki pszennej typu 650 pochodzącej z PZZ Kraków S.A., mąki żytniej typu 720 pochodzącej z PZZ Kraków S.A., mąki owsianej odpadowej pochodzącej z firmy Microstructure Sp. z o.o., drożdży piekarskich suszonych SAF-Instant firmy Lesaffre, suchego zakwasu Ibis firmy Lesaffre oraz soli spożywczej.

Opracowano recepturę na chleby pszenne, w której użyto: 1000 g mąki pszennej, 30 g drożdży, 15 g soli i 660 cm³ wody. W chlebach pszenno-owsianych mąkę pszenną zastępowano mąką owsianą w ilości 100, 200 i 250 g (tj. 10, 20 i 25 % w stosunku do mąki pszennej), zwiększając we wszystkich przypadkach udział wody do 670 cm³.

Opracowano recepturę na chleby mieszane w której użyto: 700 g mąki pszennej, 300 g mąki żytniej, 10 g suchego zakwasu Ibis, 30 g drożdży, 15 g soli i 670 cm³ wody. W chlebach mieszanych pszenno-żytnio-owsianych, mąkę pszenną zastępowano 70, 140 i 175 g mąki owsianej (tj. 10, 20 i 25 % w stosunku do mąki pszennej).

Chleby pszenne i mieszane wypiekano metodą jednofazową. Ciasto wyrabiano w miasiarence spiralnej Diosna typ SP 12 przez 9 min (3 min przy wolnych obrotach i 6 min przy szybkich obrotach). Pierwszą fermentację prowadzono przez 15 min, następnie po uformowaniu kęsów o masie 250 g, przez 30 min prowadzono końcową fermentację w temp. ok. 40 °C i 85 % wilgotności względnej. Chleby wypiekano w temp. 230 °C w ciągu 30 min w piecu MIWE CONDO typ CO 2 P608.

Chleby przeznaczone do badań w stanie świeżym analizowano w dniu wypieku. Po 2-godzinym chłodzeniu oznaczano objętość chlebów i dokonywano oceny sensorycznej. Chleby przeznaczone do przechowywania pakowano w woreczki z folii polietylenowej HDPE i przechowywano w komorze w temp. 20 °C i wilgotności względnej 64 % przez trzy kolejne dni. Próbkę przeznaczoną do oznaczeń chemicznych wysuszone w temperaturze pokojowej, a następnie zmielono w młynku Zelmer typ 886.8.

Wykonywano następujące analizy:

- ocenę sensoryczną chlebów wg PN-A-74108:1996 [23];
- oznaczenie masy i objętości otrzymanych chlebów wg PN-A-74108:1996 [23];
- obliczenie wydajności pieczywa i straty wypiekowej [17];
- oznaczenie wilgotności chlebów podczas przechowywania wg metody AOAC 925.10.2006 [2];
- oznaczenie profilu tekstury miększu chlebów analizatorem tekstury typu TAXTPlus z oprogramowaniem TPA Exponent v. 4.0.13.0. (stable Micro Systems). Oznaczenia wykonywano stosując próbnik P-20, szybkość przesuwu 5 mm/s, mierząc odkształcenie w warstwie grubości 10 mm. Oznaczano następujące parametry miększu: twardość – jako siłę potrzebną do osiągnięcia określonej deformacji produktu; żujność – energię wymaganą podczas żucia do takiego rozdrobnienia produktów stałych, aby nadawały się do połknięcia; odbojność (sprężystość natychmiastowa) – zdolność do powrotu produktu do formy wyjściowej po pierwszym ściśnięciu [28];
- oznaczenie zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla wg metody AOAC 950.36.2006;
- oznaczenie zawartości aminokwasów w analizatorze aminokwasów AAA 400, INGOS, Praga, Czechy, według metody Smitha [27]. Wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS) i zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych (EAAI) obliczono wg FAO/WHO 1991 [8];
- oznaczenie zawartości tłuszczu surowego wg PN-A-74108:1996 [23];
- oznaczenie zawartości popiołu wg metody AOAC 930.05.2006;
- oznaczenie zawartości składników mineralnych zmodyfikowaną metodą AOAC 985.01.2006;
- oznaczenie zawartości włókna pokarmowego wg metody AOAC 991.43.2006.

Wszystkie analizy wykonano co najmniej w dwóch powtórzeniach z każdej z dwóch serii wypiekowych. Analizę statystyczną wykonano używając programu komputerowego Statistica 8,0 PL. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

Przed wypiekami oznaczono skład chemiczny mąki: pszennej, żytniej i owsianej, użytych do wytworzenia ciasta.

Zawartość włókna pokarmowego w mąkach owsianej i żytniej (tab. 1) była zbliżona i dwukrotnie większa niż w mące pszennej. W mące owsianej oznaczono jednak większą zawartość włókna nierozpuszczalnego, w odniesieniu do mąki żytniej (tab. 1) bowiem frakcja włókna rozpuszczalnego została wydzielona jako składnik preparatu Betaven. Największą ilością rozpuszczalnej frakcji włókna cechowała się mąka żytnia. Mąka owsiana charakteryzowała się dwukrotnie większą zawartością popiołu niż mąka pszenna, a nawet żytnia, a w nim dwukrotnie większą zawartością magnezu, żelaza, cynku i manganu (tab. 1), co potwierdza wcześniejsze wyniki badań innych autorów [3, 4, 6, 15, 26], którzy podkreślali, że przetwory owsiane zawierają znacznie więcej składników mineralnych niż mąki pszenne i żytnie czy płatki jęczmienne. Zawartość metali ciężkich tj. niklu, chromu, ołowiu i kadmu nie przekraczała dopuszczalnych zawartości określonych dla tych pierwiastków w produktach zbożowych [24, 25]. W mące owsianej oznaczono trzykrotnie większą zawartość tłuszczu, w porównaniu z pozostałymi mąkami (tab. 1). Należy dodać, że jest to tłuszcz bogaty w wielonienasycone kwasy tłuszczowe i łatwiej strawny niż tłuszcz zawarty w innych zbożach [4, 6, 13]. Zawartość białka ogółem w mące owsianej była istotnie większa niż w mące pszennej, i dwukrotnie większa w porównaniu z mąką żytnią (tab. 1).

W tab. 2. przedstawiono zawartość aminokwasów w białku mąki pszennej, żytniej i owsianej.

Należy podkreślić, że w białku owsianym oznaczono dużą zawartość aminokwasów egzogennych, deficytowych w diecie człowieka (wskaźnik EAAI porównywalny z białkiem mąki żytniej) [6, 20]. W białku mąki owsianej oznaczono dwukrotnie większą zawartość lizyny, asparaginy i argininy oraz większą zawartość waliny, alaniny, glicyny i tyrozyny (tab. 2), w porównaniu z badanymi mąkami chlebowymi. Wskaźnik aminokwasu ograniczającego – CS - (lizyna) w mące żytniej i owsianej był porównywalny i około dwukrotnie większy w odniesieniu do mąki pszennej, co potwierdza wysoką wartość biologiczną białek owsianych [6, 14, 19].

Według Gąsiorowskiego [15] i Kawki [19], przy produkcji chleba wzbogacanego, udział dodatków technologicznych, np. produktów owsianych, powinien być możliwie duży, (minimum 10 %), celem uzyskania zwiększonej wartości odżywczej. Jednak dla konsumentów ważna jest nie tylko wartość odżywcza, ale także jakość pieczywa.

Tabela 1

Skład chemiczny mąk użytych do wypieku.
Chemical composition of flours used for baking.

Składniki chemiczne Chemical components		Rodzaj mąki Type of flour		
		pszenna typu 650 wheat type 650	żytnia typu 720 rye type 720	owsiana oat
Włókno pokarmowe Dietary fibre [% s.m. / % d.m.]	frakcja nierozpuszczalna insoluble fraction	1,9 a	4,3 b	5,1 c
	frakcja rozpuszczalna soluble fraction	1,7 a	3,7 c	2,9 b
	całkowita zawartość total content	3,5 a	7,9 b	8,0 b
Tłuszcz surowy Crude fat [% s.m. / % d.m.]		1,47 a	1,29 a	6,95 b
Popiół całkowity Total ash [% s.m. / % d.m.]		0,80 a	0,90 a	1,62 b
Białko ogółem [% s.m.] Total protein [% d.m.] Nx5,7 dla mąki pszennej i Nx6,25 dla mąki owsianej i żytniej Nx5,7 for wheat flour and Nx6,25 for rye and oat flour		11,8 b	7,1 a	13,5 c
Wybrane makro- i mikroelementy Selected macro- and microelements [mg/kg s.m. / d.m.]	K ⁺¹	1473 a	11812 c	2388 b
	Mg ⁺²	420 ab	371 a	893 b
	Ca ⁺²	250 a	200 a	397 b
	Mn ⁺²	10,8 a	16,1 b	37,1 c
	Fe ⁺³	19,2 a	19,5 a	37,1 b
	Zn ⁺²	17,2 a	16,8 a	36,6 b
	Na ⁺¹	16,2 a	16,1 a	22,2 b
	Cu ⁺²	2,04 b	2,15 b	0,99 a
	Ni ⁺²	0,17 a	0,17 a	0,99 b
	Pb ⁺²	0,066 a	0,065 a	0,146 b
	Cd ⁺²	0,066 c	0,007 a	0,027 b
	Cr ⁺³	0,133 b	0,086 a	0,083 a

Objaśnienia:/Explanatory notes:

a, b, c – wartości w rzędach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ / values in the rows denoted by different letters are statistically significantly different at $\alpha = 0.05$.

Tabela 2

Zawartość białka i poszczególnych aminokwasów w mąkach użytych do wypieku.
Content of protein and individual amino-acids in flours used for baking purposes.

Wskaźniki wartości biologicznej białka Factors of biological value of protein	Rodzaj mąki Type of flour			
	pszenna typu 650 wheat type 650	żytnia typu 720 rye type 720	owsiana oat	
Białko ogółem [% s.m.] Total protein [% d.m.] Nx5,7 dla mąki pszennej i Nx6,25 dla mąki owsianej i żytniej Nx5,7 for wheat flour and Nx6,25 for rye and oat flour	11,8 b	7,1 a	13,5 c	
Skład aminokwasowy Profile of amino-acids [g/100 g s.s./ d.m.]	Asp	0,42	0,39	0,84
	Thr	0,28	0,18	0,34
	Ser	0,49	0,23	0,48
	Glu	3,53	1,22	1,98
	Pro	1,28	0,54	0,53
	Gly	0,37	0,22	0,50
	Ala	0,31	0,23	0,48
	Cys	0,35	0,20	0,46
	Val	0,43	0,27	0,54
	Met	0,22	0,13	0,24
	Ile	0,38	0,19	0,40
	Leu	0,73	0,35	0,76
	Tyr	0,34	0,17	0,40
	Phe	0,53	0,27	0,55
	His	0,24	0,13	0,25
Lys	0,22	0,22	0,42	
Arg	0,46	0,32	0,86	
Wskaźnik aminokwasu ograniczającego Chemical score CS (lys)	33,20 a	62,02 b	65,91 b	
Zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych Essential Amino Acids Index (EAAI)	83,85 a	92,89 b	94,39 b	

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Z badań wcześniejszych wiadomo, że wszelkie dodatki do chleba pogarszają z reguły jego objętość i teksturę [9, 10, 19], dlatego ocena korzyści płynących z częściowego zastąpienia mąki w chlebach mąką owsianą może znaleźć uzasadnienie tylko wówczas, jeśli taki chleb będzie smaczny i akceptowany przez konsumentów.

O jakości chlebów wypiekanych ze zróżnicowanym udziałem mąki owsianej świadczą wyniki zamieszczone w tab. 3. W chlebach pszenno-owsianych przy zwiększaniu udziału mąki owsianej od 10 do 25 % następowało wyraźne zmniejszenie objętości bochenków (fot. 1). Nie wywarło to jednak wpływu na ocenę sensoryczną chleba, bowiem wszystkie chleby zostały przez konsumentów zakwalifikowane do I klasy jakości pieczywa. Potwierdza to badania innych autorów [11, 12, 19, 21, 22], którzy wiążą zmniejszanie objętości chlebów pszenno-owsianych ze wzrostem ilości białek rozpuszczalnych i frakcji azotu niebiałkowego oraz zmniejszaniem ilości frakcji gliadyny i gluteniny, tworzących kompleks glutenowy.

Większe, czyli 20 i 25 % udziały mąki owsianej w chlebach pszenno-owsianych spowodowały zmniejszenie wydajności pieczywa, a także zwiększenie straty wypiekowej (tab. 3). Być może jest to związane z wodochłonnością mieszanki mąki pszennej i owsianej [11, 12]. Podczas badań wcześniejszych nie zaobserwowano bowiem większych zmian wodochłonności lub zanotowano jej zmniejszenie się, wraz ze wzrostem udziału mąki owsianej w mieszance, na co wpływ może wywierać szereg czynników, jak zmiana składu chemicznego surowca czy też stopnia granulacji [12, 13].

Wilgotność miękiszu chlebów pszenno-owsianych była zbliżona do wilgotności chleba standardowego (tab. 3). Znacznie mniejsze zmniejszenie objętości chlebów pszenno-żytnich niż pszennych wystąpiło w przypadku substytucji chlebów mieszanych pszenno-żytnich (70/30 %) mąką owsianą (fot. 2). I w tym przypadku wszystkie chleby zakwalifikowano do I klasy jakości pieczywa, choć chleb standardowy uzyskał największą liczbę punktów w ocenie sensorycznej (tab. 3). Na ten wynik wpłynęła głównie gorzej oceniana powierzchnia skórki (chropowatość) chlebów z mąką owsianą, w odniesieniu do chleba standardowego, mimo znacznie korzystniejszego smaku i aromatu tych chlebów. Wydajnością pieczywa wszystkie badane chleby nie różniły się istotnie, podobnie jak i wilgotnością miękiszu (tab. 3).

Tabela 3

Ocena jakości pieczywa pszennego i pszenno-owsianego oraz mieszanego pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego.
Quality evaluation of wheat and wheat-oat, mixed wheat-rye and wheat-rye-oat breads.

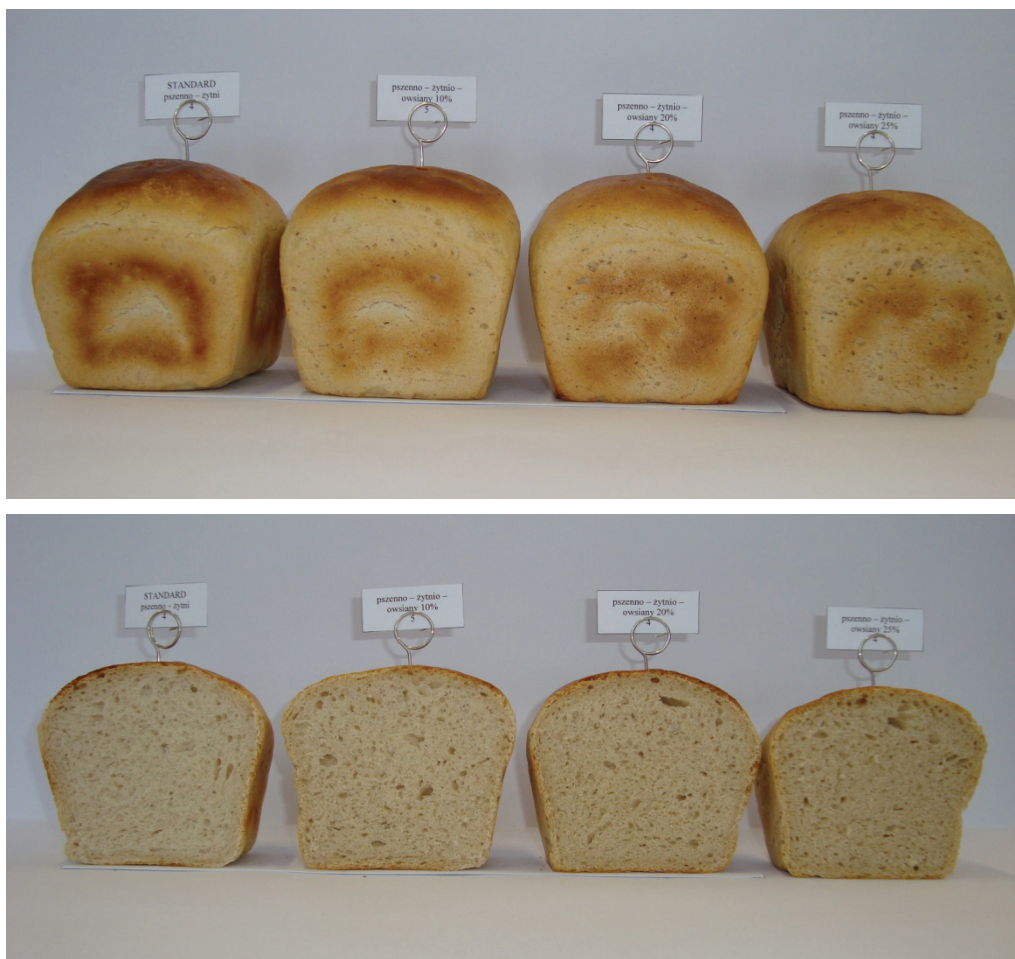
Rodzaj chleba Type of bread	Udział mąki owsianej Content of oat flour [%]	Masa chleba zimnego Weight of cold bread [g]	Objętość chleba Volume of bread loaf [cm ³]	Objętość chleba ze 100 g mąki Bread volume made from 100 g of flour [cm ³]	Wydajność pieczywa Yield of bread [%]	Strata wypiekowa całkowita Total baking loss [%]	Wilgotność miękkizy Moisture of crumb [%]	Ocena sensoryczna Sensory evaluation	
								suma punktów sum of scores	klasa jakości quality grade
Pszenny standard Wheat standard	0	214 b ^{1/}	779 d	517 d	142,0 b	14,5 a	44,3 a	38	1
Pszенno-owsiany Wheat-oat	10	213 b	740 c	494 c	142,0 b	15,0 a	43,9 a	39	1
Pszенno-owsiany Wheat-oat	20	210 a	678 b	453 b	140,4 a	15,9 b	44,3 a	37	1
Pszенno-owsiany Wheat-oat	25	210 a	620 a	413 a	140,2 a	16,1 b	44,7 a	36	1
Pszенno-żytni standard Wheat-rye standard	0	215 a	652 c	435 c	143,3 a	14,2 a	43,9 a	38	1
Pszенno-żytnio-owsiany Wheat-rye-oat	10	214 a	653 c	435 c	142,4 a	14,7 a	44,2 a	37	1
Pszенno-żytnio-owsiany Wheat-rye-oat	20	214 a	614 b	409 b	142,8 a	14,5 a	44,1 a	37	1
Pszенno-żytnio-owsiany Wheat-rye-oat	25	213 a	576 a	384 a	141,9 a	15,1 a	44,3 a	36	1

Objaśnienia./Explanatory notes:

a, b, c – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ / values in the columns denoted by different letters differ statistically significantly at $\alpha = 0,05$.



- Fot. 1. Wygląd zewnętrzny i wygląd miękkiszu chleba pszennego standardowego i chlebów suplementowanych mąką owsianą (OW). Od lewej: pszenny standardowy, pszenno-owsiany 10 % OW, pszenno-owsiany 20 % OW, pszenno-owsiany 25 % OW).
- Phot. 1. External appearance of loaves and of the crumb of standard wheat and wheat breads supplemented with oat flour (OF). (from the left: wheat standard, wheat-oat 10 % OF, wheat-oat 20 % OF, and wheat-oat 25 % OF).



Fot. 2. Wygląd zewnętrzny i wygląd mięszki chleba mieszanego standardowego pszenno-żytniego i chlebów suplementowanych mąką owsianą (od lewej: pszenno-żytni standard, pszenno-żytnio-owsiany 10 %, pszenno-żytnio-owsiany 20 %, pszenno-żytnio-owsiany 25 %).

Phot. 2. External appearance of loaves and of the crumb of mixed wheat-rye standard breads and breads supplemented with oat flour (from the left: wheat-rye, wheat-rye-oat 10 %, wheat-rye-oat 20 %, wheat-rye-oat 25 %).

Wartości profilu tekstury mięszki badanych chlebów zarówno w dniu wypieku, jak i podczas 3-dobowego przechowywania przedstawiono na rys. 1, 2, 3, 4, 5 i 6. Podczas 3-dobowego przechowywania wszystkich ocenianych chlebów, wilgotność mięszki uległa niewielkiemu zmniejszeniu, niezależnie od składu surowcowego, ale były to różnice nieistotne statystycznie (tab. 4).

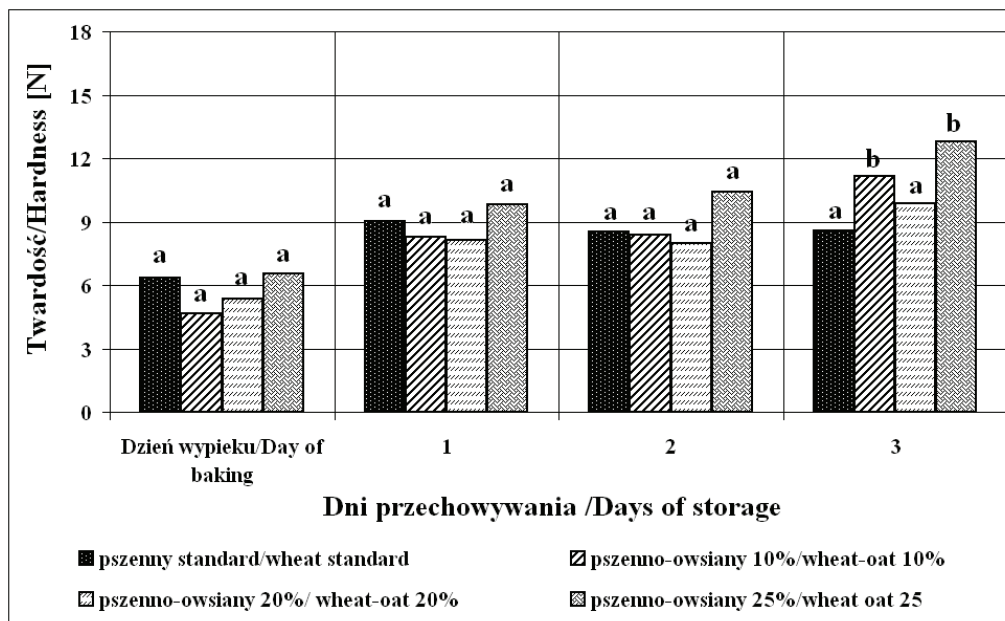
Tabela 4

Wilgotność miękiszu chlebów pszenno-owsianych i pszenno-żytnio-owsianych w dniu wypieku i podczas 3-dobowego przechowywania.

Moisture of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.

Dni przechowywania Day of storage	Rodzaj chleba Kind of bread	Wilgotność miękiszu Moisture of crumb [%]	Rodzaj chleba Kind of bread	Wilgotność miękiszu Moisture of crumb [%]
0	Pszenny standard	44,3 a	Pszemno-żytni standard	43,9 a
	Pszemno-owsiany 10 %	43,9 a	Pszemno-żytnio-owsiany 10 %	44,2 a
	Pszemno-owsiany 20 %	44,3 a	Pszemno-żytnio-owsiany 20 %	44,1 a
	Pszemno-owsiany 25 %	44,7 a	Pszemno-żytnio-owsiany 25 %	44,3 a
1	Pszenny standard	43,8 a	Pszemno-żytni standard	43,5 a
	Pszemno-owsiany 10 %	44,3 a	Pszemno-żytnio-owsiany 10 %	43,6 a
	Pszemno-owsiany 20 %	44,5 a	Pszemno-żytnio-owsiany 20 %	43,2 a
	Pszemno-owsiany 25 %	44,5 a	Pszemno-żytnio-owsiany 25 %	43,0 a
2	Pszenny standard	43,1 a	Pszemno-żytni standard	42,4 a
	Pszemno-owsiany 10 %	43,3 a	Pszemno-żytnio-owsiany 10 %	42,1 a
	Pszemno-owsiany 20 %	43,5 a	Pszemno-żytnio-owsiany 20 %	42,3 a
	Pszemno-owsiany 25 %	43,2 a	Pszemno-żytnio-owsiany 25 %	42,2 a
3	Pszenny standard	43,0 b	Pszemno - żytni standard	41,6 a
	Pszemno-owsiany 10 %	42,2 ab	Pszemno-żytnio-owsiany 10 %	42,0 a
	Pszemno-owsiany 20 %	41,7 a	Pszemno-żytnio-owsiany 20 %	42,2 a
	Pszemno-owsiany 25 %	42,3 ab	Pszemno-żytnio-owsiany 25 %	41,8 a

Nie wykazano istotnych różnic twardości, żujności i odbojności miękiszu, podczas 3-dobowego przechowywania, w porównaniu z miękiszem chleba standardowego (rys. 1, 2 i 3). Podobną sytuację zaobserwowano w miękiszu chlebów pszenno-żytnio-owsianych, w których nie wykazano istotnego zmniejszenia objętości bochenków (rys. 4, 5 i 6).

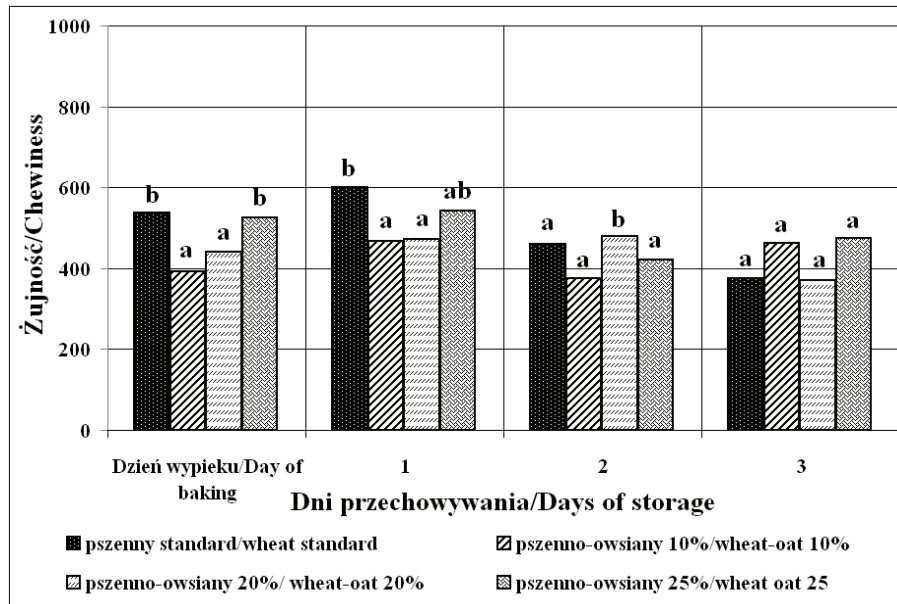


Rys. 1. Twardość miększu pieczywa pszennego i pszenno-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 1. Hardness of wheat and wheat-oat breads crumb on the day of baking and during 3 day storing period.

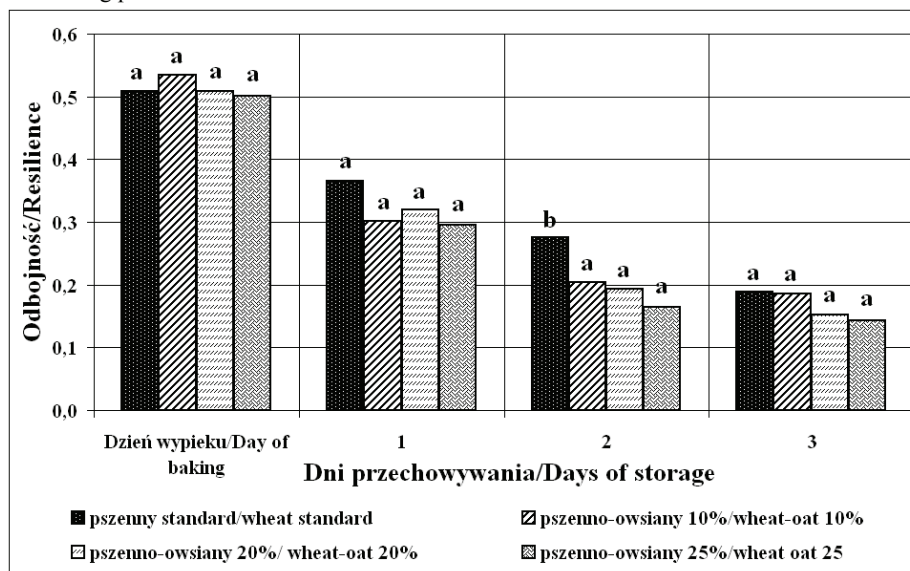
Wprawdzie na rys. 4. można zaobserwować zwiększenie wartości twardości miększu przez cały okres przechowywania, związany z udziałem mąki owsianej, ale są to różnice nieistotne statystycznie. Prawdopodobnie znacząca zawartość tłuszczu w mące owsianej (6,95 % s.s.) (tab. 1) wpłynęła na ograniczenie twardości miększu zarówno chlebów pszenno-owsianych, jak i pszenno-żytnio-owsianych, mimo zwiększenia zawartości włókna pokarmowego w takich chlebach, co zwykle jest związane z pogorszeniem tekstury [10]. Jednakże dodatek nawet niewielkich ilości (poniżej 0,5 %) tłuszczu do pieczywa zasadniczo modyfikuje właściwości fizyczne ciasta, poprawia jego stabilność podczas obróbki i fermentacji oraz wpływa korzystnie na teksturę miększu i zahamowanie jego czerstwienia [1].

Oceniając wartość odżywczą badanych chlebów oznaczono w nich zawartość białka ogółem, tłuszczu surowego oraz włókna pokarmowego (frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej) jako bioaktywnego składnika. Wyniki przedstawiono w tab. 5 i 6.



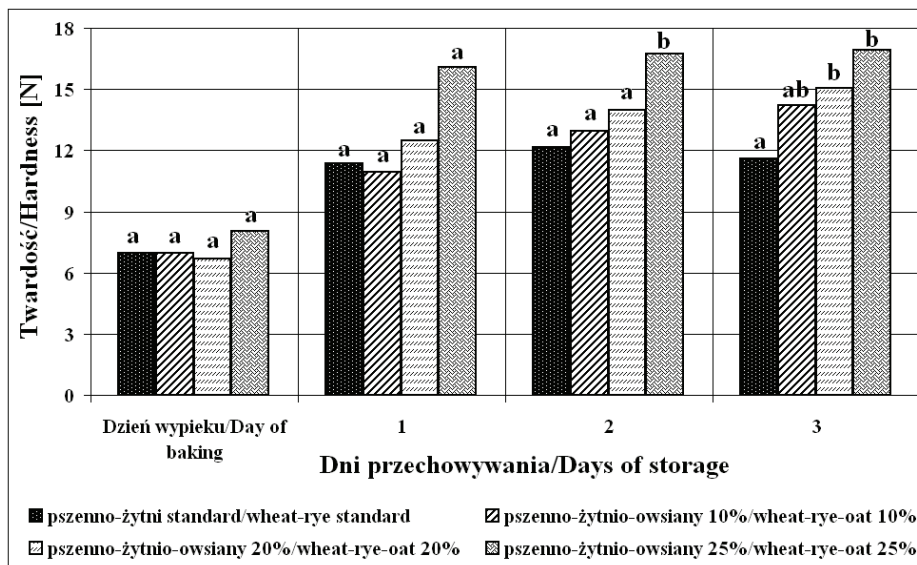
Rys. 2. Żujność miększu pieczywa pszennego i pszenno-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 2. Chewiness of the crumb of wheat and wheat-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



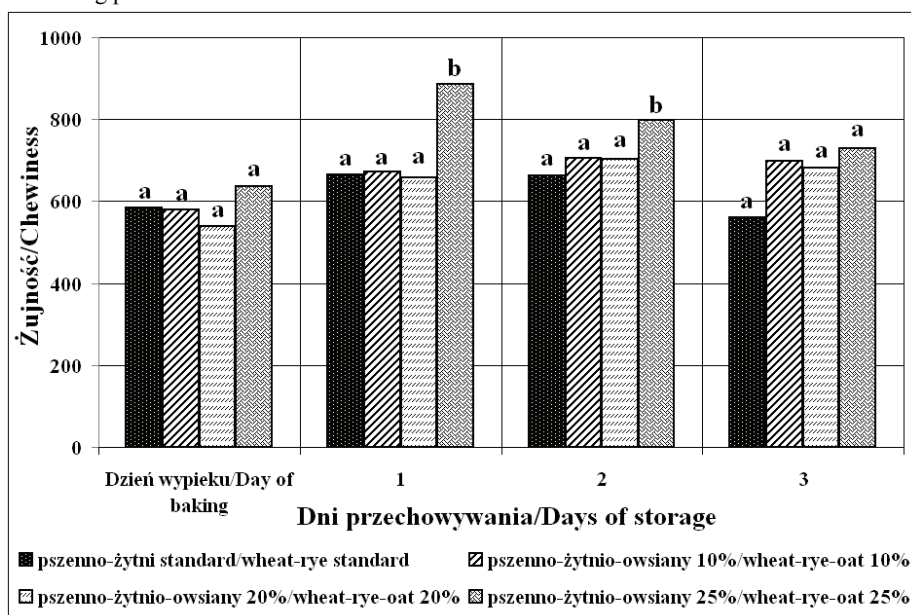
Rys. 3. Odbojność miększu pieczywa pszennego i pszenno-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 3. Resilience of crumb of wheat and wheat-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



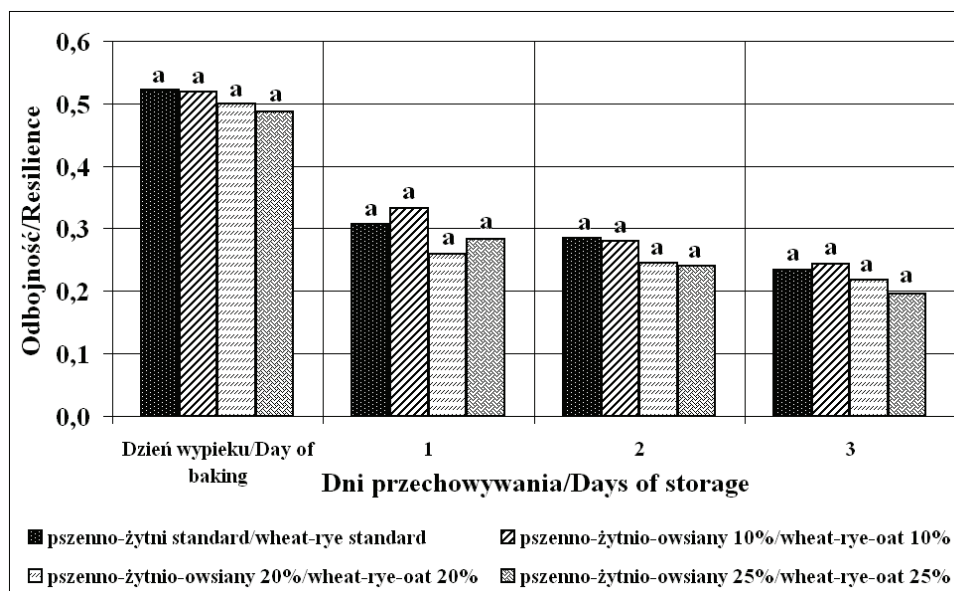
Rys. 4. Twardość pieczywa pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 4. Hardness of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



Rys. 5. Żujność pieczywa pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego w dniu wypieku i w ciągu 3 dni przechowywania.

Fig. 5. Chewiness of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.



Rys. 6. Odbojność pieczywa pszenno-żytniego i pszenno-żytnio-owsianego w dniu wypieku i w czasie 3 dni przechowywania.

Fig. 6. Resilience of crumb of wheat-rye and wheat-rye-oat breads on the day of baking and during 3 day storing period.

Tabela 5

Wybrane składniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka chlebów pszennych i pszenno-owsianych.

Selected chemical components and factors of biological value of protein in wheat and wheat-oat breads.

Wskaźniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka Chemical components and factors of biological value of protein		Rodzaj chleba Type of bread			
		pszenno- standard wheat standard	pszenno- owsiany 10% wheat-oat 10%	pszenno- owsiany 20% wheat-oat 20%	pszenno owsiany 25% wheat-oat 25%
Włókno pokarmowe Dietary fibre [%s.m. / %d.m.]	frakcja nierozpuszczalna insoluble fraction	3,7 a	4,0 ab	4,2 bc	4,6 c
	frakcja rozpuszczalna soluble fraction	1,4 a	2,0 b	2,4 c	2,9 d
	całkowita zawartość total content	5,1 a	6,0 b	6,7 c	7,5 d
Tłuszcz surowy / Crude fats [% s.m. / %d.m.]		1,65 a	2,41 b	2,79 bc	3,40 c

c.d. Tab. 5

Białko ogółem / Total protein (Nx5,7)%s.m. / % d.m.		12,8 a	13,0 ab	13,2 bc	13,4 c
Zawartość aminokwasów Aminoacids content [g/100g s.m. /d.m.]	Asp	0,54	–	0,64	–
	Thr	0,35	–	0,37	–
	Ser	0,58	–	0,58	–
	Glu	3,89	–	3,62	–
	Pro	1,42	–	1,27	–
	Gly	0,46	–	0,50	–
	Ala	0,40	–	0,45	–
	Cys	0,39	–	0,40	–
	Val	0,53	–	0,56	–
	Met	0,23	–	0,23	–
	Ile	0,47	–	0,48	–
	Leu	0,87	–	0,90	–
	Tyr	0,42	–	0,45	–
	Phe	0,63	–	0,64	–
	His	0,28	–	0,28	–
	Lys	0,32	–	0,37	–
Arg	0,56	–	0,66	–	
Wskaźnik aminokwasu ograniczającego Chemical Score CS (lys)		47,89 a	–	52,68 b	–
Zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych Essential Amino Acids Index EAAI		89,92 a	–	91,16 b	–

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab.1.

Zawartość białka w chlebach suplementowanych mąką owsianą zwiększyła się istotnie w odniesieniu do chleba standardowego dopiero przy udziale 25 % mąki owsianej w chlebach pszennych (tab. 5), a w chlebach pszenno-żytnio-owsianych już przy udziale 10 % mąki owsianej (tab. 6). W badanych chlebach zaobserwowano pewne różnice w składzie aminokwasowym (tab. 5 i 6). Porównując wskaźnik aminokwasu ograniczającego CS (lizyna) oraz wskaźnik aminokwasów egzogennych EAAI w chlebach standardowych i z 20 % udziałem mąki owsianej, zarówno w chlebach pszenno-owsianych jak i pszenno-żytnio-owsianych, oba te wskaźniki okazały się istotnie większe w chlebach suplementowanych mąką owsianą, co świadczy o większej wartości biologicznej białka w chlebach z udziałem mąki owsianej.

Tabela 6

Wybrane składniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka chlebów pszenno-żytnich i pszenno-żytnio-owsianych.

Selected chemical components and factors of biological value of protein in wheat-rye and wheat-rye-oat breads.

Wskaźniki chemiczne i wskaźniki wartości biologicznej białka Chemical components and factor of biological protein value		Rodzaj chleba Type of bread			
		pszenno-żytni standard wheat-rye standard	pszenno-żytnio-owsiany 10 % wheat-rye-oat 10 %	pszenno-żytnio-owsiany 20 % wheat-rye-oat 20 %	pszenno-żytnio-owsiany 25 % wheat-rye-oat 25 %
Włókno pokarmowe Dietary fibre [%s.m. / %d.m.]	frakcja nierozpuszczalna insoluble fraction	4,2 a	4,7 b	5,1 c	6,0 d
	frakcja rozpuszczalna soluble fraction	1,9 a	2,5 b	2,8 b	3,4 c
	całkowita zawartość total content	6,1 a	7,2 b	7,9 c	9,3 d
Tłuszcz surowy / Crude fat [% s.m. / %d.m.]		1,37	1,6	2,0	2,8
Białko ogółem / Total protein (Nx5,7)%s.m. / %d.m.		10,6 a	11,2 b	11,5 c	11,6 c
Zawartość aminokwasów Aminoacids content [g/100g s.s./ d.m.]	Asp	0,50	–	0,59	–
	Thr	0,30	–	0,33	–
	Ser	0,45	–	0,48	–
	Glu	2,97	–	2,91	–
	Pro	1,10	–	1,07	–
	Gly	0,39	–	0,43	–
	Ala	0,35	–	0,40	–
	Cys	0,33	–	0,34	–
	Val	0,44	–	0,49	–
	Met	0,20	–	0,19	–
	Ile	0,38	–	0,41	–
	Leu	0,70	–	0,75	–
	Tyr	0,34	–	0,36	–
	Phe	0,51	–	0,55	–
	His	0,23	–	0,24	–
	Lys	0,30	–	0,35	–
Arg	0,48	–	0,56	–	

c.d. Tab. 6

Wskaźnik aminokwasu ograniczającego Chemical Score CS (lys)	53,54 a	–	56,41 b	–
Zintegrowany wskaźnik aminokwasów egzogennych Essential Amino Acids Index EAAI	91,53 a	–	91,96 b	–

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab.1.

W chlebach pszennych (tab. 5), jak i pszenno-żytnich (tab. 6), wzrost udziału mąki owsianej spowodował istotny wzrost zawartości włókna pokarmowego, w porównaniu z chlebem standardowym. W przypadku chlebów pszennych bardziej istotny okazał się wzrost zawartości rozpuszczalnej frakcji tego włókna (tab. 5). Natomiast w chlebach mieszanych pszenno-żytnich w jednakowym stopniu istotnie zwiększyła się zawartość obu oznaczanych frakcji (tab. 6). Całkowita zawartość włókna pokarmowego w chlebach pszenno-żytnich (tab. 6), była istotnie większa niż w chlebach pszennych (tab. 5), ponieważ mąka żytnia zawiera więcej włókna niż mąka pszenna, w tym głównie pentozanów [5, 14].

W chlebach pszennych już 10 % udział mąki owsianej spowodował istotny wzrost zawartości tłuszczu surowego, natomiast w chlebach pszenno-żytnich istotny wzrost zawartości tego składnika wystąpił dopiero przy 20 % udziale mąki owsianej (tab. 5 i 6).

Podsumowując badania zawarte w tej pracy, należy stwierdzić, że mąka owsiana uzyskiwana podczas produkcji koncentratu β -D-glukanów może być zagospodarowana do wypieku chlebów pszennych i pszenno-żytnich, jako dodatek wzbogacający te chleby we włókno pokarmowe i łatwostrawne substancje tłuszczowe.

Wnioski

1. Mąka owsiana stanowiąca odpad przy produkcji koncentratu β -D-glukanu o nazwie handlowej „Betaven” charakteryzuje się większą zawartością białka ogółem, o korzystnym składzie aminokwasowym, włókna pokarmowego, popiołu całkowitego tłuszczu surowego, w porównaniu z mąką pszenną typu 650 i żytnią typu 720.
2. Stwierdzono, że w miarę zwiększania udziału mąki owsianej od 10 do 25 % zmniejsza się objętość bochenków badanych chlebów, a nie obniża ocena konsumpcyjna, w porównaniu z chlebem standardowym.
3. W badanych chlebach pszennych, jak i pszenno-żytnich, zróżnicowany udział mąki owsianej nie wpływa na istotne zmiany twardości, żujności i odbojności miękiszu, w porównaniu z chlebem standardowym, przez cały okres 3-dobowego przechowywania chlebów.

4. W chlebach pszenno-owsianych i pszenno-żytnio-owsianych po suplementacji mąką owsianą wykazano istotnie większą zawartość i wartość biologiczną białka, w odniesieniu do chlebów standardowych.
5. Mąkę owsianą odpadową z powodzeniem można zagospodarować do wzbogacania jasnego pieczywa pszennego i pszenno-żytniego w ilości przynajmniej 20 % masy mąki pszennej.

Literatura

- [1] Ambroziak Z.: Produkcja piekarsko-ciastkarska Część I. WSiP, Warszawa 1998.
- [2] AOAC. Official methods of analysis 18thed. Gaithersburg 2006; Association of Official Analytical Chemists International.
- [3] Bartnik M., Rothkaehl J.: Owies – zboże warte zainteresowania. Przem. Spoż. 1997, **6**, 17-19.
- [4] Bartnikowska E.: Przetwory z ziarna owsa jako źródło ważnych substancji prozdrowotnych w żywieniu człowieka. Biuletyn IHAR, 2003, **229**, 235-245.
- [5] Bartnikowska E.: Chleb i przetwory zbożowe w modelach optymalnego żywienia. Przegl. Piek. Cuk. 2003, **3**, 2-4.
- [6] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Cz. I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze. Cz. II Polisacharydy, włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy. Biuletyn IHAR, 2000, **215**, 209-222 i 223-237.
- [7] Dewettinck K., van Bockstaele F., Kuhne B., van de Walle D., Courtens T.M., Gellynck X.: Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. J. Cereal Sci. 2008, **48**, 243-257.
- [8] FAO-WHO. Protein quality evaluation. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Technical report Food and Agriculture Organization, Rome 1991.
- [9] Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K.: LWT - Food Science and Technology, 2007, **40**, **5**, 860-870.
- [10] Gambuś H., Golachowski A., Nowotna A., Bala-Piasek A., Gumul D.: Wpływ dodatku ekstrudowanych otrąb na jakość chleba pszennego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 1999, **4** (**21**), 128-140.
- [11] Gambuś H., Pisulewska E., Gambuś F.: Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba. Biuletyn IHAR, 2003, **229**, 283-290.
- [12] Gambuś H., Gambuś F., Pisulewska E.: Całoziarnowa mąka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych. Biuletyn IHAR, 2006, **239**, 259-267
- [13] Gąsiorowski H.: Owies chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1995.
- [14] Gąsiorowski H.: Chleb w żywieniu człowieka zdrowego i chorego. Przegl. Zboż.-Młyn., 1996, **44**, **2**, 18-21.
- [15] Gąsiorowski H.: Wartość fizjologiczno-żywnościowa owsa. Przegl. Zboż.-Młyn., 2003, **47**, **3**, 26-28.
- [16] Hahn J.D., Chung T.K., Baker D.H.: Nutritive value of oat flour and oat bran. J. Anim. Sci., 1990, **68**, 4235-4260.
- [17] Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW, Warszawa 1981.
- [18] Karolini-Szkaradzińska Z., Subda H., Czubaszek A.: Wpływ dodatku mąki jęczmiennej na właściwości ciasta i pieczywa uzyskanego z mąki pszenic jarych i ozimych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (**47**), 124-132.


- [19] Kawka A.: Możliwości wzbogacania wartości odżywczych dietetycznych i funkcjonalnych pieczywa. W: Żywność wzbogacona i nutraceutyki, PTTŻ Oddz. Małopolski, Kraków 2009, 109-122.
- [20] Kawka A., Kędzior Z.: Białka pochodzenia roślinnego, ich charakterystyka i znaczenie w żywieniu. Białka roślin zbożowych. W: Białka w żywności i żywieniu. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia. Warszawa 1998, ss. 40-50.
- [21] Oomah B.D.: Baking and related properties of wheat – oat composite flours. *Cereal Chem.*, 1983, **60**, 220-225.
- [22] Oomah B.D., Lefkowitz L. P.: Optimal oxidant at wheat – oat. *Die Nahrung*, 1988, **32**, 527-528.
- [23] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [24] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. (Dz. U. z 4. marca 2003r. Nr 37, poz. 326).
- [25] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Sekcja 3 -metale. L 364/18. 20.12.2006.
- [24] Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K.I., Shabir R., Butt M.S.: Oat: unique among the cereals. *Eur. J. Nutr.*, 2008, **47**, 68-79.
- [25] Smith B.J.: (Ed.): *Protein Sequencing Protocols. Methods in Molecular Biology* vol.211. Humana Press Inc., Totowa, New Jersey, 2003.
- [28] Surówka K.: Tekstura żywności i metody jej badania. *Przem.Spoż.* 2002, **10**, 12-17.

USE OF OAT FLOUR – BY-PRODUCT DERIVED FROM MANUFACTURING OAT CONCENTRATE – IN BAKING INDUSTRY

S u m m a r y

A high nutritional value of oat flour constituting a by-product derived from manufacturing a BETAVEN β -D-glucan concentrate suggested that the oat flour could be used as an addition in wheat and wheat-rye breads.

The objective of the research project was to develop a recipe of wheat and mixed breads, where a portion of wheat flour was substituted with the leftover oat flour amounting to 10 %, 20 %, and 25 % of the wheat flour content. Another objective was to determine the impact of the oat flour used on the sensory and nutritional properties of the products manufactured. The results obtained show that the leftover oat flour is a good source of protein with a beneficial amino-acids composition, dietary fibre, and crude lipids, and its amount not exceeding 20% of wheat flour is fit for use as a supplement in wheat and wheat-rye white breads.

Key words: breads with addition of oat flour, leftover oat flour, nutritional value 

WIKTOR BERSKI

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE SKROBI WYZOLOWANYCH Z POLSKICH ODMIAN I RODÓW OWSA NAGOZIARNISTEGO

Streszczenie

Skrobia owsiana swoimi właściwościami znacznie odbiega od innych, produkowanych przemysłowo gatunków skrobi. Charakteryzuje się niewielkimi rozmiarami ziarenek oraz wysoką zawartością substancji lipidowych, co w znacznym stopniu determinuje jej właściwości.

Celem podjętych badań było określenie wybranych właściwości fizykochemicznych skrobi wyizolowanych z polskich odmian owsa nagoziarnistego. Określono wielkość ziaren (wykorzystując do tego celu mikroskop optyczny oraz program do analizy obrazu), zawartość amylozy oraz lipidów, zdolność wiązania wody i rozpuszczalność oraz charakterystykę kleikowania 5 % wodnych zawiesin.

Wielkość ziarenek skrobiowych mieściła się w przedziale 1,3 - 13,4 μm , a przeciętna średnica wyniosła 6,4 μm . Średnia zawartość lipidów w badanych skrobiach to 1,26 %, a amylozy 15,66 %. Przebadane skrobie charakteryzowały się małą wodochłonnością i małą rozpuszczalnością oraz nietypowym przebiegiem charakterystyki kleikowania.

Słowa kluczowe: skrobia owsiana, mikroskopia, analiza obrazu, rozkład wielkości ziaren

Wprowadzenie

Zboża są uprawiane we wszystkich strefach klimatycznych, stając się podstawą wyżywienia ludzkości już od czasów prehistorycznych. Ponadto są paszą dla zwierząt, a także cennych surowcem przemysłowym. Ich wielkie znaczenie powodowane jest gromadzeniem dużych ilości substancji odżywczych w nasionach, zwanych popularnie ziarnami. Skrobia jest głównym materiałem zapasowym gromadzonym w ziarniakach. Jej zawartość waha się w zakresie 45 - 60 %, co jest ilością mniejszą niż w innych zbożach, przez co znaczenia nabierają lipidy i białka. Synteza lipidów zaczyna się w bardzo wczesnym okresie formowania ziarniaka. Z kolei synteza skrobi oraz białek rozpoczyna się niewiele później, ale w przeciwieństwie do tłuszczu trwa przez znacz-

nie dłuższy czas [1]. Spośród różnych rodzajów skrobi znanych człowiekowi skrobia owsiana nie wzbudza wielkiego zainteresowania, co jest powodowane niewielką skalą jej produkcji. Jednakże odznacza się dość nietypowymi właściwościami, jak: niewielka dwójłomność, duża zawartość tłuszczu, nietypowe zachowanie reologiczne, mała skłonność do retrogradacji, oraz występowanie tzw. frakcji pośredniej, czyli glukanów wykazujących cechy typowe zarówno dla amylozy, jak i amylopektyny [3, 6, 8, 16, 22, 23, 24]. Duży wpływ na właściwości skrobi mają obecne w niej lipidy, tworzące z amylozą kompleksy inkluzyjne [14, 23], które są odpowiedzialne za zmniejszoną zdolność pęcznienia ziarenek oraz obniżoną rozpuszczalność skrobi w wodzie. Powoduje to opóźnione kleikowanie oraz utrudnia tworzenie żelu [24]. Ponadto skrobia owsiana cechuje się niewielkimi rozmiarami pojedynczych ziarenek, które zawierają się w przedziale 2 - 15 μm . Mają one nieregularny kształt, co jest powodowane rozwojem w tzw. gronach, których rozmiary dochodzą od 20 do 150 μm , a rozwój poszczególnych ziarenek jest ograniczony brakiem miejsca [9, 24].

Wzrost zainteresowania, a tym samym zapotrzebowania na β -glukany doprowadził do uruchomienia produkcji preparatów tych związków. Ziarno owsa jest jednym z podstawowych surowców, z których są one pozyskiwane. Powstająca przy okazji mąka owsiana może zostać wykorzystana jako surowiec do otrzymywania skrobi.

Celem podjętych badań było określenie wybranych właściwości fizykochemicznych skrobi wyizolowanych z ziarniaków nagich form owsa.

Material i metody badań

Do badań użyto skrobie owsiane wyizolowane z owsa nagoziarnistego odmian: Akt, Cacko, Polar oraz rodów: STH 865, STH 1009, STH 1011 oraz STH 1027 pochodzących ze Stacji Hodowli Roślin w Strzelcach, z uprawy w 2006 roku.

Ziarniaki rozdrabniano przy użyciu młynka laboratoryjnego Cyclotec 1093 firmy Foss Tecator. Wyosobnienia skrobi dokonywano metodą opracowaną przez Patona [17]. Otrzymaną skrobię suszono, mielono i przesiewano przez sito o średnicy oczek 0,125 mm.

W przygotowanym materiale oznaczano:

- przeciętną wielkość ziaren oraz rozkład wielkości ziaren za pomocą mikroskopu optycznego zaopatrzonego w kamerę (VEM – Video Enhanced Microscopy). Do badań wykorzystano mikroskop Studar PZO Warszawa zaopatrzony w kamerę firmy GKB model CC 8706S. Obraz z kamery był przekazywany do komputera zaopatrzonego w kartę telewizyjną oraz oprogramowanie umożliwiające przejmowanie obrazu, i przekształcanie go do formatu pliku graficznego, na którym wykonywano dalsze analizy. Pomiaru wielkości ziarenek skrobi dokonywano za pomocą niekomercyjnego oprogramowania do analizy obrazu ImageJ (wersja 3.17). Prze-

- ciętną średnicę ziarenek skrobi ustalano na podstawie pomiarów przynajmniej 100 obiektów [8]. Minimalna liczba obiektów niezbędna do sporządzenia rozkładu wielkości cząsteczek została ustalona na poziomie 500 [21];
- zawartość amylozy pozornej metodą spektrofotometryczną z jodem [13];
 - zawartość lipidów metodą ekstrakcyjno-wagową Soxhleta [18],
 - zdolność wiązania wody oraz rozpuszczalność w temp.: 60, 80, 90 i 95 °C [19],
 - charakterystykę kleikowania wodnych zawiesin skrobiowych – za pomocą reometru rotacyjnego Rheo Stress RS1500 firmy Haake. Zastosowano współosiowy układ pomiarowy cylinder – mieszadło łopatkowe (ST 40). Mieszadło obracało się z szybkością 75 obr./min. Zastosowano następujący profil temperaturowy: próbkę ogrzewano od 25 do 96 °C, po osiągnięciu 96 °C próbka była w tej temp. przetrzymywana przez 10 min, a następnie chłodzono ją do temp. 25 °C, w której przetrzymywano ją przez 5 min. Próbkę ogrzewano i chłodzono z szybkością 1,5 °C na min. Wyznaczano następujące punkty charakterystyki kleikowania: temperaturę kleikowania (T_k) [°C], lepkość maksymalną (η_{max}) [Pa·s], temperaturę przy maksymalnej lepkości (T_{max}) [°C], lepkość po 10 min przetrzymywania w temp. 96 °C ($\eta_{96°C/10}$) [Pa·s], lepkość minimalną (η_{min}) [Pa·s], temperaturę przy minimalnej lepkości (T_{min}) [°C], lepkość po ochłodzeniu do temp. 25 °C ($\eta_{25°C}$) [Pa·s] oraz lepkość po 5 min przetrzymywania w temp. 25 °C ($\eta_{25°C/5}$) [Pa·s],
 - termodynamiczną charakterystykę kleikowania za pomocą różnicowego kalorymetru skaningowego firmy Shimadzu DSC-60 [2].

Oznaczenie termodynamicznej charakterystyki kleikowania oraz rozkładu wielkości ziaren wykonano tylko w przypadku skrobi wyizolowanej z owsa odmian Akt i Polar.

Ocenę statystyczną wyników [12] wykonano w programie komputerowym Microsoft Excel 2002 XP. Analiza statystyczna obejmowała obliczenie średniej arytmetycznej oraz analizę wariancji, w której do weryfikacji istotności różnic między wartościami średnimi zastosowano test Tukey'a, przy założonym poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Ponadto wyznaczono współczynnik korelacji Pearsona ($\alpha = 0,01$; liczba stopni swobody $df = 5$).

Wyniki i dyskusja

Określenie rozkładu wielkości cząsteczek, czy też ich przeciętnego rozmiaru, ma duże znaczenie w praktyce przemysłowej, z uwagi na zmianę właściwości przerabianego materiału sypkiego w zależności od rozmiaru cząstek. Obecnie znane są różne metody służące oznaczaniu ziarnistości skrobi, lecz jedynie metoda mikroskopowa pozwala na bezpośrednią obserwację cząstek, dlatego też może być uznana za metodę

odniesienia. Ma to szczególne znaczenie w przypadku takich skrobi, jak owsiana czy ryżowa, których ziarenka rozwijają się w skupieniach (agregatach) zwanych gronami.

Wielkość ziarenek skrobi jest uzależniona od gatunku rośliny, z której je wyodrębniono. Skrobia ziemniaczana produkowana w Polsce charakteryzuje się ziarenkami o dość dużym zróżnicowaniu rozmiarów: 10 - 110 μm . Z kolei skrobia owsiana należy do skrobi drobnoziarnistych, co znajduje potwierdzenie w licznych pracach [3, 8, 9, 16, 17, 23].

Tabela 1

Rozmiary ziarenek skrobiowych oraz zawartość amylozy pozornej i lipidów w badanych skrobiach owsianych.

Sizes of starch granules and contents of apparent amylose and lipids in oat starches analyzed.

Skrobia Starch	Rozmiary ziaren skrobi [μm] Sizes of starch granules [μm]		Zawartość tłuszczu [%] Lipid content [%]	Zawartość amylozy [%] Amylose content [%]
	Zakres Range	\bar{x}		
Akt	1,3 - 11,9	6,2	1,36 ^b	16,62
Cacko	3,3 - 12,0	6,5	1,32 ^b	16,47 ^a
Polar	1,4 - 11,7	5,9	1,77	14,46
STH 865	3,6 - 12,2	7,0	1,06 ^a	15,91
STH 1009	3,3 - 13,4	6,6	1,05 ^a	14,67
STH 1011	2,1 - 10,6	6,3	1,09 ^a	16,42 ^a
STH 1027	2,7 - 12,0	6,3	1,16 ^{ab}	15,06
\bar{x}	2,5 - 12,0	6,4	1,26	15,66

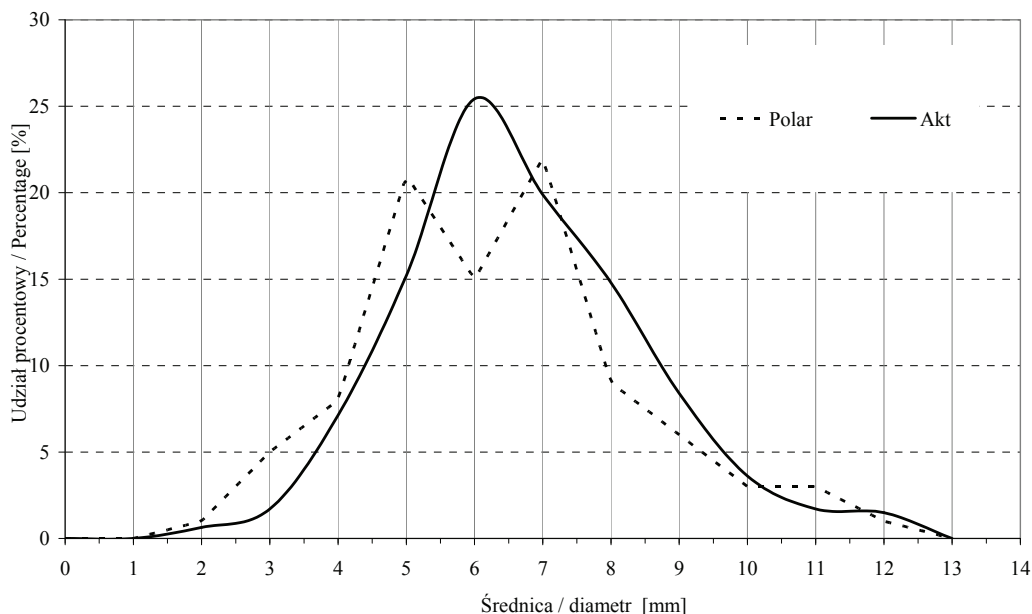
Objaśnienia: / Explanatory notes:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tym samym indeksem literowym nie różnią się statystycznie istotnie na poziomie $\alpha = 0,05$. / Mean values in the columns denoted by the same superscript letter are not statistically significantly different at a level of $\alpha = 0.05$

Rozmiary ziarenek skrobi wyizolowanych z ziarniaków nagich odmian i rodów owsa przedstawiono w tab. 1. Podane w niej przeciętne wartości średnicy nie odbiegają od danych literaturowych. W pracy Hoovera i wsp. [8] do pomiarów wielkości ziaren skrobi z kanadyjskich odmian owsa użyto również techniki mikroskopowej. Otrzymane przez nich średnie rozmiary (7,0 - 7,8 μm) nieznacznie przewyższały otrzymane w niniejszej pracy. Z kolei zakres obserwowanych ziarenek był węższy niż w tej pracy. Nieznacznie wyższe wyniki otrzymali Berski i wsp. [2] oraz Gibiński i Berski [4]. Jednak w wymienionych pracach do pomiarów wykorzystano laserowe mierniki wielkości. Z kolei w badaniach Pałasińskiego [16] czy też Gibińskiego i wsp. [5] do pomia-

ru wielkości wykorzystano wagę sedymentacyjną, a wyniki są zbliżone do uzyskanych w tej pracy.

W przypadku skrobi wyosobnionej z owsa odmiany Akt i Polar wykonano dodatkowo rozkłady wielkości ziarenek, które przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Rozkład wielkości ziarenek skrobi owsianych.

Fig. 1. Size distribution of oat starch granules.

Oba rozkłady różnią się – w przypadku skrobi z owsa odmiany Akt jest to rozkład jednomodalny, osiągający maksimum przy średnicy cząstek = 6,1 μm, natomiast w drugim przypadku otrzymano dwa maksima – 5 i 6 μm. Obie skrobie różnią się też średnim wskaźnikiem d_{50} , czyli rozmiarem ziarenka, poniżej którego znajduje się 50 % populacji ziarenek. Wartość ta wynosiła 6 μm w przypadku skrobi wyodrębnionej z owsa Akt oraz 6,3 μm z owsa Polar. Ta sama wartość oznaczona miernikiem laserowym, jak podają inni autorzy, mieściła się w zakresie 7- 9 μm [2, 4].

Wyniki oznaczania zawartości amylozy w badanych skrobiach przedstawiono w tab. 1. Amyloza jest, obok amylopektyny, podstawowym składnikiem skrobi, a jej udział określa właściwości skrobi [22]. Pewna jej część występuje w postaci kompleksów amylozowo-lipidowych [8, 14]. Przeprowadzone badania skrobi wyizolowanej z polskich odmian owsa wskazują, że charakteryzuje się ona stosunkowo niedużą zawartością amylozy nieprzekraczającą 17 % [2, 4, 10]. W badania Hoovera i wsp. [7, 8] ilość ta jest większa (17 - 20 %). Duże zróżnicowanie zawartości tego komponentu

w badanych skrobiach (tab. 1) mogłoby pozwolić przypuszczać, że jego udział jest cechą odmianową. Jednak porównanie wyników oznaczania zawartości amylozy w dwóch odmianach (Akt i Polar) w pracach innych autorów [2, 4, 10] wskazuje na silne uzależnienie poziomu tego składnika od warunków środowiskowych.

Zawartość lipidów w skrobiach zwykle nie przekracza 1 %. Skrobia owsiana odbiega pod tym względem od innych skrobi, gdyż zawiera ich większe ilości. Obecność kompleksów amylozowo-lipidowych wpływa znacząco na właściwości skrobi. Utrudniają one pęcznienie ziaren, powodują opóźnione kleikowanie [13, 25]. Zawartość lipidów w skrobi owsianej (tab. 1) mieściła się w przedziale 1,05 % (STH 1009) do 1,77 % (Polar). Oznaczona zawartość lipidów jest zgodna z doniesieniami innych autorów [2, 4, 3, 5, 7, 8, 16, 17, 20, 23]. Wyższe wartości (2,1 - 2,5 %) podają Hartunian-Sowa i White [6]. Na przykładzie skrobi wyosobnionej z owsa Akt (1,36 % lipidów) oraz Polar (1,77 %) można zauważyć, jak zmienia się zawartość tego składnika. W pracy Kościelnej i Gibińskiego [10] oraz Berskiego i wsp. [2] zawartość tłuszczu w skrobi z odmiany Akt jest identyczna, natomiast w przypadku skrobi z odmiany Polar oznaczona wartość jest niższa (1,28 %). Natomiast w pracy Gibińskiego i Berskiego [4] podane wartości są wyższe: 1,9 % – Akt oraz 1,8 % – Polar. Zaobserwowane różnice należałoby przypisać głównie czynnikom środowiskowym, choć nie bez znaczenia są pozostałe (metoda izolacji skrobi czy oznaczania lipidów).

Z właściwości skrobi bardzo duże praktyczne znaczenie ma jej zdolność do wiązania wody. W porównaniu z innymi skrobiami, zwłaszcza ziemniaczaną, skrobia owsiana chłonie stosunkowo nieduże ilości wody. Jest to związane z obecnością lipidów, które utrudniają pęcznienie ziarenka [25]. Podwyższenie temperatury prowadzi do zwiększenia ilości wiązanej wody, w przypadku skrobi owsianych wyraźny wzrost jest obserwowany w temp. powyżej 90 °C [22]. Spośród badanych największą zdolnością wiązania wody charakteryzowała się skrobia wyizolowana z owsa odmiany Cacko (za wyjątkiem temp. 60 °C), a najmniejszą (za wyjątkiem temp. 90 °C) Polar (tab. 2). Równocześnie skrobia z ziarniaków owsa odmiany Polar zawierała najwięcej lipidów. Jednak nie zaobserwowano istotnej zależności pomiędzy poziomem lipidów a zdolnością chłonięcia wody w poszczególnych wartościach temperatury. Uzyskane wartości zdolności wiązania wody są wyższe, jakkolwiek zbliżone do tych, jakie otrzymali Berski i wsp. [2] czy Gibiński i Berski [4]. Z kolei w pracy Kościelniak i Gibińskiego [10] wartości tego parametru oznaczone w temp. 95 °C są około dwa razy wyższe, a w pracy Gibińskiego i wsp. [5] oraz Pałasińskiego [16] wartości tego wskaźnika są jeszcze większe. Zaobserwowano zależność między przeciętną średnicą ziarenek a zdolnością wiązania wody przez skrobie w temp. 60 °C. Wskazywałoby to na tendencję, że w niższej temperaturze większe ziarenka będą chłonić więcej wody, co też znajduje potwierdzenie u innych autorów [11, 15] – skrobie drobnoziarniste kleikują później niż te o większych rozmiarach ziarenek. Dodatkowo potwierdza to zależność

między zdolnością chłonięcia wody w temp. 80 °C a minimalną obserwowaną średnicą. Jednak ta zależność może mieć charakter przypadkowy. Nie zaobserwowano też związku między przeciętnym rozmiarem ziarenek a temperaturą kleikowania.

Tabela 2

Zdolność wiązania wody (ZWW) oraz rozpuszczalność w wodzie skrobi owsianych.
Water binding capacity (WBC) and solubility in water of the oat starches investigated.

Skrobia Starch	ZWW [gH ₂ O/g s.m.] WBC [gH ₂ O/g d.m.]				Rozpuszczalność [%] Solubility [%]			
	60°C	80°C	90°C	95°C	60°C	80°C	90°C	95°C
AKT	3,85	5,15 ^{ab}	6,03 ^{bc}	8,22 ^{bcd}	1,54 ^{ab}	2,26 ^a	6,15 ^b	8,00
Cacko	5,49	6,68	8,36	9,80 ^e	3,04	4,99	8,81	10,73
POLAR	2,51	4,95 ^a	5,94 ^{ab}	6,38 ^a	0,96	1,04	2,07	3,08 ^a
STH 865	5,89	6,42 ^c	6,66 ^c	9,07 ^{de}	2,06 ^c	3,16	5,99 ^b	6,30
STH 1009	4,69	6,31 ^c	8,34 ^e	8,60 ^{ede}	1,40 ^a	2,60 ^b	3,26 ^a	4,00 ^{ab}
STH 1011	4,82	5,67	5,72 ^a	7,23 ^{ab}	1,70 ^b	2,18 ^a	3,38 ^a	4,50 ^b
STH 1027	4,45	5,26 ^b	6,36 ^{cd}	7,74 ^{bc}	1,98 ^c	2,43 ^{ab}	3,36 ^a	4,32 ^b
\bar{x}	4,53	5,78	6,77	8,15	1,81	2,67	4,72	5,85

Objaśnienie, jak pod tab. 1 / Explanatory notes as under Tab. 1

W trakcie ogrzewania wodnych zawiesin skrobi pewna jej część przechodzi do roztworu. Wyniki oznaczania rozpuszczalności skrobi owsianych w wodzie podano w tab. 2. Można zaobserwować znaczne zróżnicowanie w obrębie tego parametru pomiędzy poszczególnymi skrobiami. Największą rozpuszczalnością (w całym zakresie temperatury) charakteryzowała się skrobia z ziarniaków owsa odmiany Cacko, natomiast najmniejszą z odmiany Polar. Rozpuszczalność skrobi wyizolowanej z owsa odmiany Polar była 3 - 4 razy mniejsza niż w przypadku skrobi z odmiany Cacko. Warto przypomnieć, że skrobia z ziarniaków owsa odmiany Polar charakteryzowała się największą zawartością lipidów

W literaturze podawane są zróżnicowane dane dotyczące rozpuszczalności skrobi owsianej. Wartości oznaczone przez Berskiego i wsp. [2] są wyraźnie niższe, z kolei w pracy Gibińskiego i Berskiego [4] są nieznacznie wyższe, a oznaczone w temp. 95 °C przez Gibińskiego i wsp. [5] oraz Kościelną i Gibińskiego [10] są kilkukrotnie wyższe, dochodząc do 32,4 %. Kolejność, w jakiej rosła rozpuszczalność badanych skrobi była identyczna w przypadku temp. 90 °C i 95 °C. Ponadto zaobserwowano zależności pomiędzy rozpuszczalnością w następujących po sobie wartościach temperatury tego oznaczenia (60 a 80 °C, 80 a 90 °C, oraz 90 a 95 °C), co wskazuje, że układ,

w jakim wzrasta rozpuszczalność skrobi w poszczególnych wartościach temperatury jest stały. Pozwala to przypuszczać, że rozpuszczalność jest cechą odmianową. Z drugiej strony porównanie wartości rozpuszczalności skrobi z owsa Akt z kolejnych lat uprawy [2, 4, 10] wskazuje jak wielką rolę odgrywają warunki środowiskowe.

Tabela 3

Termodynamiczna charakterystyka kleikowania badanych skrobi.
Thermodynamic profile oat starch gelatinization.

Skrobia Starch	Tr	Tp	Tk	ΔH
Akt	59,00	63,17	70,20	8,57a
Polar	60,50	65,24	72,54	9,53a
\bar{X}	59,75	64,21	71,37	9,05

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Tr, Tp i Tk – to odpowiednio temp. rozpoczęcia, temp. piksu oraz temp. końca kleikowania / respectively: temperature of onset, of midpoint, and final temperature of gelatinization; ΔH entalpia kleikowania / gelatinization enthalpy.

Pozostałe oznaczenia, jak pod tab. 1. / Other denotations as under Tab. 1

Różnicowy kalorymetr skaningowy (DSC) jest bardzo użyteczną metodą wykorzystywaną w badaniach skrobi. Wartość entalpii kleikowania wyznaczane w próbkach skrobi owsianej są mniejsze niż w przypadku innych skrobi zbożowych. Może to świadczyć o mniejszym stopniu uporządkowania struktury krystalicznej [25]. W tab. 3. przedstawiono zakres temperatury przejścia fazowego skrobi wyizolowanych z owsa odmian Akt oraz Polar, oraz wartości entalpii kleikowania. Początek procesu kleikowania obu skrobi miał miejsce w temp. około 60 °C. Skrobia Polar charakteryzowała się nieznacznie szerszym zakresem temperatury, w jakiej zachodziła przemiana. Entalpia kleikowania nie była różna w przypadku tych dwóch skrobi. Wartości temperatury wystąpienia piksu znajdują się w zakresie podawanym przez innych autorów [20, 24]. Hoover i Senanayake [7] podają niższe wartości entalpii kleikowania (8,4 i 5,9 J/g). Zbliżone wartości entalpii kleikowania skrobi owsianej odmiany Akt podaje Berski i wsp. [2].

Na przebieg charakterystyki kleikowania wpływ może mieć wiele czynników, takich jak zastosowany układ pomiarowy, stężenie zawiesiny skrobiowej, szybkość ogrzewania, czy liczba obrotów układu pomiarowego. Zastosowany układ pomiarowy odbiegał od typowych stosowanych w badaniach procesu kleikowania skrobi owsianej [2, 4, 5, 7, 8, 10]. Profil temperaturowy był wzorowany na „klasycznym” profilu stosowanym w wiskografach Brabendera [4, 5, 10, 19], a zastosowane stężenie zawiesiny (5 %) było nieznacznie mniejsze niż stosowane w innych pracach: 6 % [7, 8, 24] czy

7,5 % [4, 5, 19]. Jednak dokładność zastosowanego przyrządu pomiarowego pozwalała na takie obniżenie stężenia zawiesiny.

Tabela 4

Parametry procesu kleikowania 5 % zawiesin skrobi owsianych.
Parameters of gelatinization process of 5% oat starch suspensions.

Skrobia Starch	T _k [°C]	η _{max} [Pa·s]	T _{max} [°C]	η _{96°C} [Pa·s]	η _{96°C/10} [Pa·s]	η _{min} [Pa·s]	T _{min} [°C]	η _{25°C} [Pa·s]	η _{25°C/10} [Pa·s]
Akt	94,4 ^{abc}	0,92 ^a	88,8 ^a	0,05 ^a	0,56 ^a	0,37 ^a	69,2 ^{ab}	0,55 ^a	0,58 ^a
Cacko	90,3	1,38 ^{bc}	96,0	0,15	1,36 ^d	1,31	74,2 ^b	1,60 ^d	1,62 ^d
Polar	94,6 ^c	1,59 ^c	87,5 ^a	0,06 ^a	1,00 ^{bc}	0,68	66,5 ^a	0,87 ^{abc}	0,91 ^{abc}
STH 865	94,3 ^{abc}	1,16 ^{ab}	87,5 ^a	0,60 ^b	0,89 ^b	0,85 ^b	71,8 ^{ab}	1,22 ^{bcd}	1,29 ^{bcd}
STH 1009	94,4 ^{bc}	0,9 ^{1a}	82,4	0,06 ^a	0,57 ^a	0,46 ^a	72,5 ^{ab}	0,69 ^{ab}	0,73 ^{ab}
STH 1011	94,0 ^{ab}	1,34 ^{bc}	88,8 ^a	0,60 ^b	1,24 ^{cd}	1,03 ^c	73,7 ^{ab}	1,75 ^d	1,87 ^d
STH 1027	93,9 ^{ab}	1,23 ^{abc}	87,4 ^a	0,06 ^a	1,07 ^{bcd}	0,93 ^{bc}	71,5 ^{ab}	1,43 ^{cd}	1,52 ^{cd}
\bar{X}	93,7	1,22	88,3	0,23	0,96	0,80	71,4	1,16	1,22

Objaśnienia: / Explanatory notes:

T_k – temp. kleikowania / Pasting temp.; η_{max} – lepkość maksymalna / maximum viscosity; T_{max} – temp. w maksimum lepkości / temperature at max viscosity; η_{96°C} – lepkość w 96 °C / viscosity at 96 °C; η_{96°C/10} – lepkość po 10 min w 96 °C / viscosity after 10 min at 96 °C; η_{min} – lepkość minimalna / minimum viscosity; T_{min} – temp. w minimum lepkości / temp. at minimum viscosity; η_{25°C} – lepkość w 25 °C / viscosity at 25 °C; η_{25°C/5} – lepkość po 5 min w 25 °C / viscosity after 5 min at 25 °C.

Pozostałe oznaczenia, jak pod tab. 1. /Other denotations as under Tab. 1

Wszystkie skrobie charakteryzowały się temperaturą kleikowania powyżej 90 °C, najniższą skrobia z ziarniaków owsa odmiany Cacko (90,3 °C), najwyższą z odmiany Polar (94,6 °C) (tab. 4). Skrobia owsiana znana jest ze swojej wysokiej temperatury kleikowania, jednak wartości przedstawione w tej pracy są znacznie wyższe niż uzyskane przez innych autorów badających skrobię pochodzącą z polskich odmian owsa [2, 4, 5, 10, 16]. W badaniach przeprowadzonych na jedenastu polskich odmianach [16] otrzymano wartości z przedziału 87 - 90 °C, zbliżone wartości zamieszczono w pracy Gibińskiego i Berskiego [4] (88 - 90 °C), a Kościelniak i Gibiński [10] podają wartości nieprzekraczające 85 °C. Natomiast wysokie wartości temperatury kleikowania podano w pracy Hoovera i Senannayake [7], Hoovera i wsp. [8] czy też Wanga i wsp. [24].

Zaobserwowano ujemną korelację między temperaturą kleikowania a rozpuszczalnością w temp. 60 °C (oraz mniej istotne ujemne korelacje z rozpuszczalnością oznaczoną w pozostałych wartościach temperatury), co wskazuje na dużą odporność ziarenek skrobiowych na działanie temperatury i niewielkie stopień „wypłukiwania”

substancji rozpuszczalnych. Zdolność skrobi owsianej do kleikowania jest uzależniona od ilości „wyplukanych” składników ziarenka, zawartości lipidów oraz od wielkości wzajemnych oddziaływań pomiędzy łańcuchami w obrębie ziarenka skrobiowego [8, 24].

W miarę wzrostu temperatury ziarenka stopniowo pęcznieją, co objawia się wzrostem lepkości kleiku. Maksimum lepkości wszystkie analizowane skrobie (za wyjątkiem skrobi z ziarniaków owsa odmiany Cacko) osiągnęły po okresie przetrzymania kleików w temp. 96 °C. Należy przypuszczać, że za taki charakter przebiegu procesu kleikowania będą odpowiedzialne oddziaływania pomiędzy łańcuchami skrobiowymi, a nie zawartość lipidów, gdyż skrobia owsa odmiany Cacko charakteryzowała się dość wysoką zawartością lipidów (powyżej średniej – tab. 1). Taki pogląd potwierdzają obserwacje Hoovera i Senanayake [7]. Największą lepkość maksymalną osiągnęła skrobia z owsa odmiany Polar. Można przypuszczać, że duża zawartość lipidów przyczyniła się do zwiększenia wytrzymałości (usztynienia) struktury przestrzennej kleiku [2], a także jest odpowiedzialna za zmniejszoną rozpuszczalność oraz zdolność wiązania wody [2, 5, 25]. Z kolei w pracy Hoovera i wsp. [8] skrobie, które zawierały największe ilości lipidów charakteryzowały się najmniejszą wartością osiągniętej lepkości maksymalnej oraz bardzo wysoką temperaturą kleikowania (powyżej 90 °C). Warto też dodać, że skrobia z owsa odmiany Cacko charakteryzowała się najmniejszą różnicą pomiędzy minimalną a maksymalną zaobserwowaną lepkością oraz niewielką różnicą pomiędzy lepkością maksymalną a lepkością po ochłodzeniu, co uwidoczniło się niemal płaskim przebiegiem krzywej kleikowania. W przypadku trzech skrobi (Akt, Polar oraz STH 1009) wartość lepkości po schłodzeniu do temp. 25 °C była mniejsza od wartości lepkości maksymalnej. Wysoką temperaturę kleikowania oraz opóźnione wystąpienie maksymalnej lepkości można też przypisać zastosowanemu układowi pomiarowemu, który nie poddawał ziarenek skrobi zbyt intensywnemu oddziaływaniu mechanicznemu. Jednak wydaje się to być mało prawdopodobne. Użyty układ nie jest typowym, stosowanym do oznaczania charakterystyki kleikowania skrobi, jednak sprawdził się w tym zastosowaniu. Oznaczane lepkości mieściły się w zakresie pomiarowym, a zastosowana obroty mieszadła zapobiegały sedymentacji skrobi. Należy przypuszczać, że badanego skrobie owsiane, za wyjątkiem tej pochodzącej z ziarniaków owsa odmiany Cacko były wyjątkowo „oporne” na działanie temperatury i sił mechanicznych. Potwierdza to też mała oznaczona rozpuszczalność oraz zdolność wiązania wody.

Wnioski

1. Skrobia wyizolowana z ziarniaków owsa odmiany Polar charakteryzowała się największą zawartością lipidów, najmniejszą zdolnością wiązania wody oraz rozpuszczalnością w całym zakresie temperatury oraz najwyższą temperaturą kleikowania.

- Dodatkowo przeciętna średnica jej ziarenek była najmniejsza spośród wszystkich badanych skrobi.
2. Skrobia z ziarniaków owsa odmiany Cacko odznaczała się najniższą temperaturą kleikowania, największą rozpuszczalnością oraz zdolnością wiązania wody, a lepkość po osiągnięciu wartości maksymalnej ulegała jedynie niewielkim zmianom.
 3. Wspomniane w poprzednim wniosku właściwości skrobi z owsa odmiany Polar w połączeniu z wyższą entalpią kleikowania, niż w przypadku skrobi z owsa odmiany Akt, pozwalają sądzić o wyższym stopniu uporządkowania struktury krystalicznej.
 4. Na przebieg procesu kleikowania silny wpływ ma oddziaływanie pomiędzy łańcuchami skrobiowymi, natomiast lipidy zawarte w skrobi odgrywają mniejszą rolę.
 5. Skrobie charakteryzowały się niską rozpuszczalnością oznaczoną w niższych temperaturach oraz kleikowały w podwyższonych temperaturach.
 6. Analizowane skrobie charakteryzowały się wysoką, przekraczającą 90 °C temperaturą kleikowania, a w większości przypadków lepkość maksymalna rozwinęła się dopiero w trakcie schładzania kleików.

Literatura

- [1] Banaś A., Dahlqvist A., Dębski H., Gummeson P.-O., Szymne S.: Accumulation of storage products in oat during kernel development. *Biochemical Society Transactions*, 2000, **28** (6), 705-707.
- [2] Berski W., Ptaszek A., Ptaszek P., Achremowicz B.: Porównanie wybranych właściwości natywnej i częściowo odtłuszczonej skrobi owsa odmiany Akt. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Roślin*, 2006, **239**, 225-235.
- [3] Fortuna T., Juszczak L.: Wybrane właściwości skrobi różnego pochodzenia. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 2000, **367**, 39-50.
- [4] Gibiński M., Berski W.: Właściwości skrobi z wybranych polskich odmian owsa. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Roślin*, 239, 213-223.
- [5] Gibiński M., Pałasiński M., Tomasik P.: Physicochemical properties of defatted oat starch. *Starch/Stärke*, 1993, **45**, 354-357.
- [6] Hartunian-Sowa M., White P. J.: Characterization of starch isolated from oat groats with different amount of lipid. *Cereal Chem.*, 1992, **69**, 521-527.
- [7] Hoover R., Senanayake S.P.: Composition and physicochemical properties of oat starches. *Food Res. Int.*, 1996, **29** (1), 15-26.
- [8] Hoover R., Smith C., Zhou Y., Ratnayake R.M.W.S.: Physicochemical properties of Canadian oat starches. *Carbohydrate Polymers*, 2003, **52**, 253-261.
- [9] Jane J., Kasemsuwan T., Leas S., Nobel H., Robyt J.: Anthology of starch granule morphology by scanning electron microscopy. *Starch/Stärke*, 1994, **46**, 121-129.
- [10] Kościelny A., Gibiński M.: Charakterystyka skrobi owsianych pochodzących z różnych form owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, **2** (57), 30-39.
- [11] Leszczyński W.: Skrobia – surowiec przemysłowy, budowa i właściwości. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2004, **500**, 69-97.
- [12] Lomnicki A.: Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. *Wyd. Nauk. PWN*, Warszawa 2003.

- [13] Morrison W.R., Laignelet B.: An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J. Cereal Sci.*, 1983, **1**, 9-20.
- [14] Morrison W.R., Law R.V., Snape C.E.: Evidence for inclusion complexes of lipids with V-amylose in maize, rice and oat starches, *J Cereal Sci.*, 1993, **18**, 107-109.
- [15] Nowotny F. (pod red.): Skrobia. Wyd. Nauk. WNT, Warszawa 1969.
- [16] Pałasiński M.: Właściwości skrobi różnego pochodzenia. *Post. Nauk Rol.*, 1994, **3**, 47-59.
- [17] Paton D.: Oat starch I. Extraction, purification and pasting properties. *Starch/Stärke*, 1977, **29**, 149-153.
- [18] PN-EN ISO 3947:2001. Skrobie naturalne i zmodyfikowane – oznaczanie całkowitej zawartości tłuszczu.
- [19] Richter M., Augustat S., Schierbaum F.: *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie*. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1969.
- [20] Shamekh S., Forssell P., Poutanem K.: Solubility pattern and recrystallization behavior of oat starch. *Starch/Stärke*, 1994, **46**, 129-133.
- [21] Vigneau E., Loisel C., Devaux M.F., Cantoni P.: Number of particles for the determination of size distribution from microscopic images. *Powder Technology*, 2000, **107**, 243-250.
- [22] Wang L.Z., White, P.J.: Structure and properties of amylose, amylopectin, and intermediate materials of oat starches. *Cereal Chem.*, 1994, **71**, 263-268.
- [23] Wang, L.Z., White P. J.: Structure and physicochemical properties of starches from oats with different lipid contents. *Cereal Chem.*, 1994, **71**, 443-450.
- [24] Wang L.Z., White P.J.: Functional properties of oat starches and relationships among functional and structural characteristics. *Cereal Chem.*, 1994, **71**, 451-458.
- [25] Zhou M., Robards K., Glennie-Holmes M., Helliwell S.: Structure and pasting properties of oat starch. *Cereal Chem.*, 1998, **75**, 273-281.

SELECTED PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF STARCHES EXTRACTED FROM POLISH VARIETIES OF NAKED OATS

S u m m a r y

Oat starch differs in its properties from other commercially produced starch types. It is characterized by small sizes of granules and a high content of lipid substances impacting its properties to a substantial extent.

The objective of the research project undertaken was to determine some selected physical-chemical properties of starches extracted from the Polish varieties of naked oats. The determined parameters were: size of granules (determined using 'VEM', i.e. a video enhanced microscopy and an image analysis), contents of amylase and lipids, water binding capacity (WBC) and solubility, and pasting profile of 5% water based suspensions.

The sizes of starch granules ranged from 1.3 to 13.4 μm , and the average diameter was 6.4 μm . The average content of lipids in the starches investigated was 1.23 %, and of amylase: 15.66 %. The starches analyzed were characterized by a low water absorption and solubility, as well as by an atypical profile of pasting.

Key words: oat starch, VEM, image analysis, PSD 

EWA PIĄTKOWSKA, ROBERT WITKOWICZ, ELŻBIETA PISULEWSKA

PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY WYBRANYCH ODMIAN OWSA SIEWNEGO

Streszczenie

Celem badań było określenie zawartości składników odżywczych w pełnym ziarnie, plewce, bielmie i otrębach różnych odmian owsa siewnego. Oceną objęto zawartość: suchej masy, białka, tłuszczu, włókna pokarmowego, węglowodanów ogółem oraz związków mineralnych w postaci popiołu. Podstawowy skład chemiczny materiału badawczego oznaczono metodami standardowymi AOAC. Wyniki otrzymanych badań pozwalają na stwierdzenie, że zarówno pełne ziarno, jak i otręby są dobrym źródłem białka w badanych odmianach owsa. Stwierdzono, że tłuszcz jest równomiernie rozmieszczony w ziarniaku, podobne zawartości tego składnika wykazano zarówno w pełnym ziarnie, bielmie, jak i w otrębach. Najlepszym źródłem węglowodanów i błonnika pokarmowego, a także związków mineralnych jest plewka.

Słowa kluczowe: owies, składniki chemiczne, frakcje młynarskie

Wstęp

Przetwory zbożowe, a w szczególności przetwory pełnoziarniste, są bogatym źródłem wielu składników odżywczych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka i stanowią podstawę wszystkich opracowanych dotychczas piramid żywieniowych [3]. Ciągłe jednak ich właściwości nie są w pełni wykorzystane do celów konsumpcyjnych.

Ze względu na skład chemiczny owies jest jednym z cenniejszych zbóż. Zawiera białko o najwyższej wartości biologicznej. Jest bogaty w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, składniki mineralne i witaminy, jest też dobrym źródłem włókna pokarmowego. Owies i jego przetwory wykazują korzystne oddziaływanie na zdrowie człowieka. Pozytywnie wpływają na funkcjonowanie przewodu pokarmowego, likwidują zaparcia, a śluz owsiany chroni błonę śluzową jelita przed podrażnieniem i infekcją

[11]. Uważa się, że wyciągi z ziela owsa działają wykrztuśnie, a także przeciwbólowo m.in. w schorzeniach reumatycznych, kamicy moczanowej i chorobach nerek [5].

Celem badań było określenie zawartości składników odżywczych w pełnym ziarnie, plewce, bielmie i otrębach różnych odmian owsa siewnego. Oceną objęto zawartość: suchej masy, białka, tłuszczu, włókna pokarmowego, węglowodanów ogółem oraz związków mineralnych w postaci popiołu.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiło ziarno owsa siewnego następujących odmian: Akt (HR Strzelce), Arab (Danko HR), Bohun (Danko HR), Celer (MHR HBP), Cwał (Danko HR), Deresz (Danko HR), Flamingsprofi (KWS Lochow), Furman (Danko HR), Jawor (Danko HR) Kasztan (MHR HBP), Krezus (HR Strzelce), Polar (HR Strzelce), Rajtar (Danko HR), Sprinter (HR Strzelce).

Do badań użyto ziarna odmian uprawianych w 2007 r. w Stacji Doświadczalnej Małopolskiej Hodowli Roślin Polanowice koło Krakowa. Doświadczenie przeprowadzono na glebie klasy bonitacyjnej I w 4 powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 10 m². Owies wysiewano w ilości zapewniającej 500 szt. ziaren/m². Przed siewem ziarno zaprawiano (Maxi Star 025FS w ilości 200 ml na 100 kg). Nawożenie w ilości 18,34 kg ha⁻¹ N, 60 kg ha⁻¹ P₂O₅ oraz 90 kg ha⁻¹ K₂O stosowano w dwóch terminach: 12 dni przed siewem Hydroplon 6-14-26 oraz około 2 tygodnie po wschodach 34 % saletrę amonową. W czasie wegetacji w fazie strzelania w źdźbło zastosowano chemiczną ochronę łanu w postaci oprysku preparatem Chwastox Turbo, w dawce 2 l ha⁻¹. Stosowana w doświadczeniach agrotechnika nie odbiegała od zasad przyjętych w uprawie owsa w siewie czystym.

Plewkę usuwano w łuszczarce laboratoryjnej, a następnie część ziarna rozdzielano w młynku laboratoryjnym (Typ QG 109) na dwie frakcje: bielmo i otręby. Zebraną plewkę i pozostałe pełne ziarno mielono w młynku laboratoryjnym. Tak otrzymany materiał wykorzystano do oznaczenia zawartości suchej masy, białka, tłuszczu, węglowodanów i błonnika pokarmowego.

Podstawowy skład chemiczny materiału badawczego oznaczano metodami standardowymi AOAC [1].

Wszystkie dane dotyczące badanych parametrów zostały poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem procedury analizy wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oceniano wykorzystując test Tukey'a, n = 4.

Wyniki i dyskusja

Różnice zawartości suchej masy w pełnym ziarnie, otrębach i plewce nie były statystycznie istotne. Zawartość suchej masy kształtowała się na poziomie 90,3 - 91,7 % w plewce, 76,3 - 90,2 % w ziarnie, 87,5 - 89,0 % w bielmie i 88,6 - 89,5 % w otrębach.

Wykazano jedynie statystycznie istotne różnice zawartości suchej masy w bielmie badanych odmian owsa. Największą zawartość suchej masy w bielmie stwierdzono w odmianie Arab, istotnie niższą w Furman i Krezus (tab. 1). Bartnikowska i wsp. [3] podają, że zawartość suchej masy w owsie obłuszczonego kształtuje się na poziomie 87 %. Z kolei Pisulewska i wsp. wykazali [22], że zawartość s.m. w owsie oplewionym to 91,6 %. Natomiast według Kamińskiej i wsp. [17] w obłuszczonego ziarnie s.m. stanowi 89,4 %. Wg Souci i wsp. [24] zawartość wody w otrębach owsianych wynosi 10,5 g/100 g produktu (s.m. – 89,5 %), natomiast Hahn i wsp. [15] podają wartość s.m. – 90,3 %, a Wood [27] 87,5 - 92 %. Lim i wsp. [20] i Souci i wsp. [24] wykazali zawartość suchej masy w bielmie na poziomie odpowiednio 89,7 i 90,6 %.

Tabela 1

Zawartość suchej masy w badanych odmianach owsa w zależności od frakcji.
Content of dry mass in the investigated cultivars of oats depending on the fraction.

Odmiana Cultivar	Sucha masa / Dry mass [%]			
	Otręby Bran	Bielmo Endosperm	Plewka Husk	Ziarno Whole grain
Akt	89,2	87,7	90,7	84,9
Arab	88,8	89,0	91,1	84,4
Bohun	89,4	88,2	91,3	88,9
Celer	88,6	88,5	91,4	90,2
Cwał	88,8	–	–	–
Deresz	–	–	91,7	88,6
Flamingsprofi	–	–	91,1	89,1
Furman	88,9	87,5	90,8	89,2
Jawor	89,5	88,7	90,8	88,6
Kasztan	–	–	91,7	83,0
Krezus	88,8	88,6	91,3	76,3
Polar	89,0	89,0	–	86,1
Rajtar	–	88,7	91,3	88,7
Sprinter	89,2	88,1	90,3	87,0
Średnia	89,0	88,4	91,1	86,5
NRI	r.n.	1,4	r.n.	r.n.

– nie oznaczono / not determined

Zawartość wody w ziarnie owsa uzależniona jest od warunków zewnętrznych, przede wszystkim od ilości opadów podczas wzrostu i dojrzewania rośliny. Jak zaobserwowali Warchalewski i wsp. [26], różnica zawartości wody w ziarniaku tej samej odmiany, w zależności od ilości opadów w czasie wzrostu rośliny, może wynosić około 1 %.

Zawartość białka ogółem była najmniejsza w plewce i wahała się od 2,7 % (Jawor) do 6,1 % (Furman). Różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami były statystycznie istotne. Natomiast w pełnym ziarnie, bielmie i otrębach nie zaobserwowano różnic statystycznie istotnych. Średnia zawartość białka ogółem w otrębach wynosiła 15,1 %, w bielmie 9,3 %, w plewce 4,8 % i w ziarnie 14,2 %. Zauważono, że otręby owsiane zawierają więcej białka ogółem niż bielmo w badanych odmianach. Sprinter i Krezus to odmiany zawierające najwięcej białka ogółem w poszczególnych frakcjach (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość białka w badanych odmianach owsa w zależności od frakcji
Content of protein in the investigated cultivars of oats depending on the fraction.

Odmiana Cultivar	Białko / Protein [%]			
	Otręby Bran	Bielmo Endosperm	Plewka Husk	Ziarno Whole grain
Akt	14,77	9,27	5,96	14,24
Arab	14,05	8,61	5,93	13,42
Bohun	15,43	9,15	5,05	14,16
Celer	15,52	9,21	3,62	14,85
Cwał	13,78	–	–	–
Deresz	–	–	4,20	13,81
Flamingsprofi	–	–	5,62	13,25
Furman	13,96	9,02	6,12	13,35
Jawor	14,79	9,16	2,68	13,86
Kasztan	–	–	5,95	13,75
Krezus	16,14	9,77	3,68	15,32
Polar	15,91	9,33	–	14,75
Rajtar	–	9,06	4,57	14,62
Sprinter	16,33	10,06	4,20	15,06
Średnia	15,1	9,3	4,8	14,2
NRI	r.n.	r.n.	3,87	r.n.

– nie oznaczono / not determined

Białko owsa jest cenniejsze i bogatsze w aminokwasy egzogenne w porównaniu z pozostałymi zbożami, a dodatkowo białko to charakteryzuje się wysoką wartością biologiczną [12]. Rozmieszczenie białka w owsie jest nierównomierne w poszczególnych częściach ziarna. Warstwa aleuronowa oraz zarodek są najbogatsze w białko. Warstwa aleuronowa teoretycznie należy do bielma, jednak struktura ziarna owsa sprawia, że często w procesie łuszczenia jest ona oddzielana wraz z okrywą owocownasienną [10]. Najnowsze badania Lutowskiej i wsp. [21] wykazały zawartość białka w owsie obłuszczonego na poziomie 11,4 - 15,3 %, natomiast Gleń [14] podaje wartości wyższe (12 - 16 %).

Według Souci i wsp. [24] oraz Berg i wsp. [6] zawartość białka w otrębach owsianych kształtuje się na poziomie 17,8 %, a wg Hahn i wsp. [15] jest to 15,5 %. Autora ten podaje, że zawartość białka w bielmie kształtowała się na poziomie 11 %, natomiast Lim i wsp. [20] piszą o wartości niższej (6,8 %).

Czynnikami determinującymi zawartość białka w ziarniaku owsa są uwarunkowania genetyczne. Warunki agrotechniczne wywierają mniejszy wpływ, a umiarkowane nawożenie azotowe powoduje zwiększenie zawartości białka w ziarniaku, nie wpływa natomiast na jego skład aminokwasowy [3].

Ziarno owsa zawiera co najmniej dwa - trzy razy więcej tłuszczu od większości innych zbóż. Otrzymane wyniki wskazują, że zawartość tłuszczu w badanych odmianach owsa kształtuje się na poziomie od 0,6 do 2,4 % w plewce, natomiast w pełnym ziarnie od 3,5 do 6,3 %. Różnice zawartości tego składnika były statystycznie istotne tylko w przypadku pełnego ziarna i otrąb. Istotnie większą zawartością lipidów w ziarnie w odniesieniu do odmiany Flamingsprofi charakteryzowały się odmiany Jawor, Polar i Arab, a w otrębach Jawor, Akt i Arab (tab. 3).

Liczni autorzy podają zawartość tłuszczu w ziarnie owsa na bardzo różnym poziomie. Gleń [14] wykazał, że jest to średnio ok. 7%, natomiast Pizło i wsp. [23] piszą o zawartości tłuszczu w przedziale 3,35 - 3,7% w zależności od odmiany.

Gąsiorowski [9] twierdzi, że plewka zawiera mało znaczącą ilość lipidów (poniżej 3%), natomiast Bartnik i Rothkaehl [2] podają, że jest to ok. 0,9%.

W badaniach innych autorów nad zawartością tłuszczu w otrębach owsianych wykazano, że składnik ten stanowi od 4,4 - 11,1% s.m. w zależności od odmiany [10, 27].

Owies w odróżnieniu od innych zbóż charakteryzuje się wysoką zawartością tłuszczu w bielmie, w którym odbywa się zarówno synteza, jak i magazynowanie dużej ilości lipidów. Zawartość tłuszczu wzrasta w miarę przesuwania się od bielma środkowego do jego peryferyjnych obszarów [9].

Uzyskane wyniki badań potwierdzają, że ziarniak owsa ma równomiernie rozłożone substancje lipidowe, średnia zawartość tłuszczu w otrębach i bielmie była zbliżona.

Na zawartość tłuszczu w ziarnie największy wpływ mają czynniki genetyczne, natomiast warunki zewnętrzne mają mniejsze znaczenie. Wśród warunków środowiskowych najistotniejsza jest temperatura powietrza w okresie wzrostu owsa, wywiera ona istotny wpływ na syntezę związków lipidowych w ziarnie [25].

Tabela 3

Zawartość tłuszczu w badanych odmianach owsa w zależności od frakcji.
Content of fat in the investigated cultivars of oats depending on the fraction.

Odmiana Cultivar	Tłuszcz / Fat [%]			
	Otręby Bran	Bielmo Endosperm	Plewka Husk	Ziarno Whole grain
Akt	5,6	5,1	2,4	5,3
Arab	5,6	4,8	1,4	5,7
Bohun	5,3	5,0	1,2	5,3
Celer	4,5	4,1	0,6	4,9
Cwał	4,6	–	–	–
Deresz	–	–	0,8	4,8
Flamingsprofi	–	–	1,6	3,5
Furman	4,4	3,7	1,2	4,6
Jawor	6,1	5,5	0,5	6,3
Kasztan	-	-	1,1	4,2
Krezus	4,6	4,1	1,2	4,7
Polar	5,4	5,1	–	5,9
Rajtar	–	3,8	0,8	4,3
Sprinter	4,1	3,7	0,9	4,2
Średnia	5,0	4,5	1,1	4,9
NRI	2,1	r.n.	r.n.	2,1

– nie oznaczono / not determined

Węglowodany, podobnie jak w innych zbożach, stanowią podstawową część suchej masy ziarna owsa. Ponieważ owies charakteryzuje się większą zawartością białka i tłuszczu, dlatego też, w porównaniu z innymi zbożami, jest uboższy w węglowodany. W grupie składników węglowodanowych dominuje skrobia, owies zawiera jej średnio 53 %, czyli około 10 % mniej niż w innych zbożach, ale jest ona lepiej przyswajalna. Oprócz skrobi, w mniejszych ilościach znajdują się dekstryny i cukry rozpuszczalne. W skład węglowodanów ogółem wchodzi również włókno pokarmowe, które stanowi znaczną ich część [7, 11].

Różnice pomiędzy uzyskanymi zawartościami węglowodanów ogółem, w przypadku żadnej z frakcji badanych odmian owsa, nie były statystycznie istotne. Największą zawartość tych składników stwierdzono w plewce (średnio 80,9 %). Zawartość węglowodanów w pełnym ziarnie i otrębach kształtowała się na zbliżonym poziomie (średnio 65,8 i 67,9 %), nieznacznie wyższa była zawartość węglowodanów w bielmie (74,3 %) (tab. 4).

Węglowodany ogółem stanowiły w owsie nieobłuszczone badane przez Idziak i Michalskiego [14] 70,6 % s.m., natomiast wg Gąsiorowskiego [11] nieobłuszczone ziarno zawiera 68,2 % tych składników w s.m. a owies obłuszczone 73,5 % w s.m. Souci i wsp. [22] podają, że węglowodany stanowią 64,7 % masy ziarna owsa obłuszczonego.

Tabela 4

Zawartość węglowodanów ogółem w badanych odmianach owsa w zależności od frakcji.
Content of total carbohydrates in the investigated cultivars of oats depending on the fraction.

Odmiana Cultivar	Węglowodany / Carbohydrates [%]			
	Otręby Bran	Bielmo Endosperm	Plewka Husk	Ziarno Whole grain
Akt	66,9	72,6	77,6	63,6
Arab	67,2	77,3	79,6	63,7
Bohun	66,7	73,3	80,7	67,8
Celer	66,6	74,7	82,6	69,2
Cwał	68,5	–	–	–
Deresz	–	–	81,9	68,6
Flamingsprofi	–	–	79,5	70,3
Furman	68,6	74,3	79,3	69,5
Jawor	66,6	73,5	83,0	66,8
Kasztan	–	–	82,4	63,3
Krezus	66,0	74,3	81,5	54,5
Polar	65,9	73,9	–	63,9
Rajtar	–	75,3	81,5	68,0
Sprinter	66,5	73,7	81,7	65,9
Średnia	67,0	74,3	80,9	65,8
NRI	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

– nie oznaczono / not determined

Bielmo stanowi główną masę ziarna i zawiera nagromadzony w nim materiał zapasowy, złożony głównie ze skrobi. W bielmie występuje jeden typ komórek, a każda z nich wypełniona jest całkowicie, charakterystycznymi dla danego zboża, ziarnami skrobi. Zawartość skrobi, odwrotnie niż w przypadku innych składników, wzrasta w miarę przesuwania się od zewnętrznych obszarów w stronę bielma środkowego, w którym obserwuje się największe ilości tego składnika. W bielmie występują mniejsze ilości włókna pokarmowego (należącego również do puli węglowodanów ogółem) niż w otrębach.

Odmiany Akt, Bohun, Jawor, Polar i Sprinter charakteryzowały się mniejszą zawartością węglowodanów w odniesieniu do wartości średniej, natomiast w odmianach Arab, Celer, Rajtar zawartość badanego składnika była większa.

Owies jest dobrym źródłem włókna pokarmowego. Najbogatsze w ten składnik jest całe nieobłuszczone ziarno, ponieważ zawiera plewkę, która składa się w większości z błonnika.

Wyniki uzyskane w tych badaniach nie wykazały różnic statystycznie istotnych pod względem zawartości włókna pokarmowego w badanych frakcjach owsa. Najwięcej błonnika znajdowało się w plewce, najmniej natomiast w bielmie (tab. 5).

Średnia zawartość błonnika w całym nieobłuszczonej ziarnie wynosi wg Gąsiorowskiego [12] około 32,5 %, natomiast wg Bartnikowskiej i wsp. [3] jest to zakres od 20 do 38 % s.m. Po obłuszczeniu zawartość błonnika w ziarnie owsa istotnie się zmniejsza i wynosi od 7,8 do 12,2 % s.m. [9, 19, 27]. Większą zawartość błonnika w obłuszczonej ziarnie owsa przedstawia Gibiński i wsp. [13]; badane przez nich odmiany zawierały od 12,0 do 14,1 % s.m. błonnika. Natomiast wg Souci i wsp. [24] owies obłuszczonej zawiera jedynie 5,6 % włókna pokarmowego. Wg AACCC (American Association of Cereal Chemists) otręby owsiane powinny zawierać nie mniej niż 16 % błonnika pokarmowego, w tym frakcja rozpuszczalna powinna stanowić co najmniej 1/3 masy błonnika ogółem [18]. W otrębach badanych przez Wood [27] zawartość błonnika pokarmowego ogółem wahała się w szerokich granicach i wynosiła od 12,5 do 24,0 % s.m. Frölich i Nyman [8] wskazują, że włókno pokarmowe stanowi 16,4 % otrąb owsianych.

Składniki mineralne we wszystkich zbożach, w tym również w owsie, rozmieszczone są nierównomiernie w poszczególnych częściach ziarna. Różnice zawartości związków mineralnych oznaczonych jako popiół w badanych odmianach i frakcjach owsa nie były statystycznie istotne. Stwierdzono największą zawartość tej sfrakcji w plewce, najmniej zaś w bielmie. W pełnym ziarnie i otrębach zawartości popiołu były zbliżone do siebie (tab. 6). Zdaniem Gąsiorowskiego [9] owies, obok prosa, należy do zbóż najbogatszych w składniki mineralne. Zawartość popiołu w obłuszczonej ziarnie waha się od 2 do 3,4 %, podobne wyniki podaje Bartnikowska i wsp. [4]. Twierdzą oni także, że zawartość popiołu w przetworach owsianych zależy od stopnia przemiału

(w sposób odwrotnie proporcjonalny), natomiast zawartość ta jest dodatnio skorelowana z zawartością rozpuszczalnych w wodzie składników włókna. Berg i wsp. [6] wykazali, że otręby zawierają 3,2 % popiołu, natomiast Wood [27] przedstawia, że ilość składników mineralnych w otrębach może wahać się w granicach od 1,1 do nawet 5,6 % s.m.

Tabela 5

Zawartość błonnika ogółem w badanych odmianach owsa w zależności od frakcji.

Content of total dietary fibre in the investigated cultivars of oats depending on the fraction.

Odmiana Cultivar	Błonnik / Dietary fibre [%]			
	Otręby Bran	Bielmo Endosperm	Plewka Husk	Ziarno Whole grain
Akt	17,2	9,0	31,1	13,7
Arab	16,9	7,4	34,9	14,2
Bohun	17,4	7,6	13,5	16,5
Celer	17,7	6,3	16,0	16,3
Cwał	16,5	–	–	14,9
Deresz	–	–	28,3	–
Flamingsprofi	–	–	30,6	14,8
Furman	18,5	7,8	12,3	13,7
Jawor	17,7	6,7	15,7	16,3
Kasztan	–	–	27,0	15,2
Krezus	18,4	7,3	21,9	15,6
Polar	17,1	7,8	–	15,0
Rajtar	–	7,2	16,3	16,2
Sprinter	16,9	8,8	23,9	14,4
Średnia	17,4	7,6	22,6	15,1
NRI	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

– nie oznaczono / not determined

Tabela 6

Zawartość związków mineralnych oznaczonych jako popiół w badanych odmianach owsa w zależności od frakcji.

Content of total ash in the investigated cultivars of oats depending on the fraction.

Odmiana Cultivar	Popiół / Ash [%]			
	Otręby Bran	Bielmo Endosperm	Plewka Husk	Ziarno Whole grain
Akt	2,0	0,7	4,7	1,8
Arab	2,0	0,7	4,2	1,6
Bohun	2,0	0,6	4,4	1,7
Celer	2,0	0,5	4,6	1,6
Cwał	2,0	–	–	–
Deresz	–	–	4,8	1,4
Flamingsprofi	–	–	4,4	1,6
Furman	2,0	0,5	4,1	1,7
Jawor	2,0	0,6	4,6	1,7
Kasztan	–	–	4,5	1,7
Krezus	2,2	0,5	4,9	1,8
Polar	1,9	0,6	–	1,7
Rajtar	–	0,5	4,4	1,7
Sprinter	2,3	0,6	4,2	1,8
Średnia	2,0	0,6	4,5	1,7
NRI	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

– nie oznaczono / not determined

Wnioski

1. Zawartość suchej masy w badanych frakcjach wybranych odmian owsa była największa w plewce, a najmniejsza w pełnym ziarnie.
2. Zawartość białka w pełnym ziarnie badanych odmian owsa kształtowała się na średnim poziomie 14,2 %, najwięcej zawierały go odmiany Sprinter, Krezus i Celer. Najmniej tego składnika zawierała plewka, a różnice zawartości białka pomiędzy poszczególnymi odmianami były statystycznie istotne.
3. Stwierdzono najwyższą zawartość tłuszczu w pełnym ziarnie owsa. Najwięcej tego składnika miały odmiany Jawor, Polar i Arab, najmniej zaś Kasztan, Sprinter i Flamingsprofi. Natomiast bielmo i otręby zawierały zbliżoną ilość tego składnika,

co może świadczyć o równomiernym rozłożeniu lipidów w ziarniaku badanych odmian owsa.

4. Zawartość węglowodanów ogółem była największa w plewce, co wiąże się z dużym udziałem błonnika pokarmowego w tej frakcji.
5. Największą zawartością związków mineralnych oznaczonych jako popiół charakteryzowała się plewka, najmniej tego składnika było w bielmie badanych odmian owsa.

Literatura

- [1] AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 17th edition. Gaithersburg 2002.
- [2] Bartnik M., Rothkaehl J.: Owies - zboże warte zainteresowania. *Przem. Spoż.*, 1997, 6, 17-38.
- [3] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa – niedocenione źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze. *Biuletyn IHiAR.*, 2000, 215, 209-219.
- [4] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa – niedocenione źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część II. Polisacharydy i włókno pokarmowe, składniki mineralne, witaminy. *Biuletyn IHiAR.*, 2000, 215, 223-237.
- [5] Bartnikowska E.: Przetwory z ziarna owsa jako źródło ważnych substancji prozdrowotnych w żywieniu człowieka. *Biuletyn IHiAR.*, 2003, 229, 235-244.
- [6] Berg A., Fischer S., Keul J.: Haferspeisekleie-ein Nahrstofflieferant mit physiologischer und therapeutischer Bedeutung. *Getreide, Mehl und Brot.*, 1992, 46, 116-119.
- [7] Ciołek A., Makarska E., Makarski B.: Zawartość wybranych składników żywieniowych w ziarnie owsa czarnego i żółtoziarnistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, 3 (58), 80-88.
- [8] Frölich W., Nyman M.: Minerals, phytate and dietary fiber in different fractions of oat grain. *J. Cer. Sci.*, 1988, 7, 73-82.
- [9] Gąsiorowski H.: Owies, chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1995.
- [10] Gąsiorowski H., Klockiewicz-Kamińska E., Chalcarz A., Górecka D.: Charakterystyka polskiego owsa. Część I. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 1997, 41 (4), 23-27.
- [11] Gąsiorowski H.: Współczesny pogląd na walory fizjologiczno – żywieniowe owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, 1(18) Supl., 193-195.
- [12] Gąsiorowski H.: Wartość fizjologiczno-żywnościowa owsa. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2003, 47 (3), 26-28.
- [13] Gibiński M., Gumul D., Korus J.: Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 4 (45) Supl., 49-58.
- [14] Gleń A.: Dobór odmiany a wartość technologiczna ziarna owsa. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2004, 48(10), 9-10.
- [15] Hahn J.D., Chung T.K., Baker D.H.: Nutritive value of oat flour and oat bran. *J. Anim. Sci.*, 1990, 68, 4253-4260.
- [16] Idziak R., Michalski T.: Skład chemiczny oraz wartość paszowa jęczmienia jarego i owsa uprawianych w mieszankach w zależności od azotu. *Annales UMCS Lublin, Sectio E.*, 2004, 59 (1), 75-82.
- [17] Kamińska B. Z., Koreleski J., Skraba B.: Efekt obluszczenia ziarna owsa oraz nawożenia uzupełnienia paszy preparatem enzymatycznym na wyniki odchowu brojlerów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, 1(18) Supl., 231-239.
- [18] Kiryluk J., Gąsiorowski H., Kowalewski W.: Otręby owsiane – produkt, który zdobywa świat. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 2004, 48 (6), 12-14.

- [19] Lasztity R.: Oat grain – a wonderful reservoir of natural nutrients and biologically active substances. *Food Rev. Int.* 1998, **14**(1); 99-119.
- [20] Lim W.J., Liang Y.T., Seib P.A., Rao C.S.: Isolation of Oat Starch from Oat Flour. *Cer. Chem.*, 1992, **69** (3), 233-236.
- [21] Lutowska M., Tyranowska M., Kiryluk J., Makowska A.: Cechy ziarna owsa jako surowca do produkcji otrąb owsianych. *Przeł. Zboż. Młyn.*, 2008, **8**, 19-21.
- [22] Pisulewska E., Witkiewicz R., Borowiec F.: Wpływ sposobu uprawy na plon oraz zawartość i skład kwasów tłuszczowych ziarna owsa nagoziarnistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1** (18), 240-245.
- [23] Pizło H., Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R.: Skład chemiczny nowych rodów owsa uprawianego w warunkach Beskidu Niskiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1** (18) Supl., 142-146.
- [24] Souci S.W., Fachmann W., Kraut H.: Food composition and nutrition tables 1989/90, 4th edition. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH, Stuttgart 1989.
- [25] Schipper H., Frey K., Hammond E.: Changes in fatty acid composition associated with recurrent selection for groat – oil content in oat. *Euphytica.*, 1991, **56**, 81-88.
- [26] Warchalewski J.R., Dolińska R., Zabielski J., Klockiewicz-Kamińska E.: Chemical composition and biological activity of oat seeds new lines in relation to agro-environmental factors in 1997 - 1999. *Technologia Alimentaria*, 2003, **2** (1), 5-20.
- [27] Wood P.J.: Oat bran. American Association of Cereal Chemist, St. Paul 1993.

BASIC CHEMICAL COMPOSITION OF SELECTED CULTIVARS OF OATS

S u m m a r y

The objective of the investigation study was to determine the content of nutrient components in the whole grain, husk, endosperm, and bran in different cultivars of oats. The content of dry mass, protein, fat, dietary fibre, total carbohydrates, and mineral compounds in the form of ash were measured. The basic chemical composition of the research material was determined using the AOAC standard methods. The investigation results received permit to state that both the whole grain and endosperm are a good source of the protein in the oat cultivars investigated. It was also found that the fat was regularly distributed in the caryopsis, and the similar contents of this component were found both in the whole grain, endosperm, and in the bran. The husk is the best source of carbohydrates, dietary fibre, and mineral components.

Key words: oats, chemical components, milling fractions ☒

EWA PIĄTKOWSKA, ROBERT WITKOWICZ, ELŻBIETA PISULEWSKA

WŁAŚCIWOŚCI ANTYOKSYDACYJNE WYBRANYCH ODMIAN OWSA SIEWNEGO

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena właściwości antyoksydacyjnych pełnego ziarna owsa, plewki, bielma i otrąb.

Materiałem badawczym było ziarno owsa siewnego następujących odmian: Akt, Arab, Bohun, Celer, Cwał, Deresz, Flamingsprofi, Furman, Jawor, Kasztan, Krezus, Polar oraz Rajtar. W badanych frakcjach młynarskich oznaczono sumę polifenoli metodą Folina-Ciocalteu'a. Wykonano także oznaczenie zdolności eliminowania wolnego rodnika ABTS•.

Największą zawartość polifenoli oznaczono w plewce badanych odmian owsa. Mniejsze ilości stwierdzono odpowiednio w otrębach, pełnym ziarnie i bielmie. Łączy się to w istotny sposób ze zdolnością wygaszania wolnego rodnika ABTS• przez poszczególne frakcje młynarskie badanego materiału.

Słowa kluczowe: owies, polifenole, właściwości antyoksydacyjne

Wprowadzenie

Liczne badania naukowe i epidemiologiczne wykazały, że czynniki żywieniowe odgrywają istotną rolę w zapobieganiu zmianom powodowanym przez działanie reaktywnych form tlenu (RFT) na organizm człowieka [6]. Bogatym źródłem przeciwutleniaczy są przede wszystkim warzywa i owoce. Jednakże znaczące ilości tych składników znajdują się w ciągle mało docenianych zbożach. Najliczniejszą grupę przeciwutleniaczy znajdujących się w produktach zbożowych stanowią polifenole, a wśród nich kwasy fenolowe [7, 9, 10].

Celem niniejszych badań było określenie zawartości polifenoli oraz aktywności antyoksydacyjnej w pełnym ziarnie owsa i plewce oraz we frakcjach młynarskich: bielmie i otrębach wybranych odmian owsa siewnego.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiło ziarno owsa siewnego następujących odmian: Akt (nieoplewiona), Arab, Bohun, Celer, Cwał, Deresz, Flamingsprofi, Furman, Jawor, Kasztan, Krezus, Polar (nieoplewiona), Rajtar, Sprinter pochodzące z doświadczeń prowadzonych w Polanowicach, ze zbiorów w 2007 r., należących do Małopolskiej Hodowli Roślin.

Plewkę usuwano w łuszczarce laboratoryjnej, następnie po doprowadzeniu do standardowej wilgotności część ziarna rozdzielano w młynku laboratoryjnym (Typ QG 109) na dwie frakcje: mąkę i otręby. Zebraną plewkę i pozostałe pełne ziarno mielono w zwykłym młynku laboratoryjnym.

Badane próbki (1 g) ekstrahowano 40 ml 0,08 M HCl w 80 % metanolu w temp. 18 - 22 °C przez 2 h. Następnie ekstrakt wirowano przy 1500 x g przez 15 min. Supernatant zachowywano, pozostałość ponownie ekstrahowano 40 ml 70 % acetonu przez kolejne 2 h. Po odwirowaniu (1500 x g, 15 min) płyn nad osadu łączono z poprzednim ekstraktem. Całość przechowywano w temp. -20 °C. W uzyskanych ekstraktach poziom polifenoli oznaczano metodą Poli-Swain i Hillis [14], z odczynnikiem Folin-Ciocalteu'a. Zawartość polifenoli wyrażano w mg kwasu chlorogenowego w 100 g produktu.

Zdolność uzyskanych ekstraktów do eliminacji wolnych rodników określano metodą Re i wsp. [12] z wykorzystaniem wolnego rodnika ABTS'. ABTS' rozpuszczano w roztworze nadsiarczanu potasu, a następnie rozcieńczano tak, aby jego absorbancja mierzona przy długości fali 734 nm wynosiła 0,740 - 0,750. Objętości 0,35 i 0,55 ml ekstraktów metanolowo-acetonowych uzupełniano do 1 ml mieszaniną aceton-metanol (1:1). Do tak przygotowanych ekstraktów dodawano 2 ml wolnych rodników ABTS' i całość inkubowano w temp. 30 °C przez 6 min. Następnie mierzono absorbancję przy długości fali 734 nm względem mieszaniny metanol - aceton (1:1). Zdolność do eliminacji wolnych rodników RSA [%] (Radical Scavenging Activity) obliczano z równania:

$$RSA = \frac{(E_1 - E_2) \times 100}{E_1},$$

gdzie:

E_1 – absorbancja wolnych rodników ABTS',

E_2 – absorbancja próbki odczytana po 6 min inkubacji

Wszystkie dane dotyczące badanych parametrów zostały poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem procedury analizy wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi weryfikowano, stosując test Tukey'a, $n = 4$.

Wyniki i dyskusja

Zawartość związków fenolowych w analizowanych ekstraktach przedstawiono w tab. 1. Stwierdzono, że największa zawartość tych związków biologicznie czynnych znajduje się w plewce badanych odmian owsa. Mniejszą ilość polifenoli zawierają otręby i pełne ziarno. Zarówno w pełnym ziarnie, jak i w plewce stwierdzono statystycznie istotne różnice odmianowe pod względem zawartości badanych związków. Natomiast poziom polifenoli w ekstraktach uzyskanych z otrąb i bielma badanych odmian nie różnił się istotnie między sobą. Do odmian zawierających najwięcej polifenoli w plewce należą odpowiednio: Arab, Bohun, Kasztan. Najwięcej polifenoli znajduje się w ziarnie odmian: Jawor, Rajtar, Krezus, w otrębach to odmiany: Arab, Krezus i Cwał, a w mące owsianej: Celer, Bohun oraz Krezus. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że proces przemiału powoduje wzrost zawartości polifenoli w otrębach owsianych w porównaniu z ziarnem. Przeprowadzane w ostatnich latach badania

Tabela 1

Zawartość polifenoli w ekstraktach owsianych [mg kwasu chlorogenowego/ 100 g produktu].
Content of polyphenols in oat extracts of chlorogenic acid [mg chlorogenic acid/ 100 g products].

Odmiana Cultivar	Fracje / Fractions			
	Całe ziarno Whole grain	Plewka Husk	Otręby Bran	Mąka Flour
Akt	155,7	283,5	188,2	177,2
Arab	166,2	457,4	207,2	181,9
Bohun	174,3	443,0	189,0	187,3
Celer	153,6	356,5	186,5	190,7
Cwał	208,9	243,9	200,8	168,3
Deresz	152,7	292,8	195,8	154,4
Flamingsprofi	187,3	238,0	173,0	125,7
Furman	142,2	222,8	159,1	137,5
Jawor	227,8	285,2	192,0	132,5
Kasztan	173,4	430,0	182,7	166,7
Krezus	217,7	302,1	201,7	185,6
Polar	165,4	216,5	192,4	166,7
Rajtar	223,2	295,8	200,4	163,7
Sprinter	196,6	314,3	190,3	160,8
Średnia	181,8	313,0	189,9	164,2
NRI	80,6	233,8	r.n.	r.n.

dowodzą, że wpływ przetwórstwa na aktywność przeciwutleniającą zbóż nie jest jednoznaczny. Zmniejszeniu zawartości naturalnych przeciwutleniaczy w produkcie może towarzyszyć zwiększenie ich aktywności przeciwutleniającej, ze względu na łatwiejszą dostępność pozostałych przeciwutleniaczy [7].

Kwasy fenolowe występują przede wszystkim w zewnętrznych warstwach ziarniaka, które przechodzą do otrąb podczas produkcji mąki. Całkowita zawartość kwasów fenolowych w ziarnach zbóż może dochodzić nawet do 500 mg/kg. Wołoch [15] stwierdziła, że otręby owsiane zawierają więcej polifenoli niż mąka. Emmons i Peterson [3] stwierdzili wyższą zawartość związków fenolowych w nieobłuszczonej ziarnie owsa w porównaniu z ziarnem obłuszczonej.

Tabela 2

Zdolność wygaszania wolnych rodników ABTS[•] przez ekstrakty owsiane z całego ziarna i z plewki [% RSA].

Scavenging ability of ABTS[•] free radicals by oat extracts of whole grain and husk [% RSA].

Odmiana Cultivar	Fracje / Fractions			
	Całe ziarno / Whole grain		Plewka / Husk	
	Obj. / Vol. 0,35 ml	Obj. / Vol. 0,55 ml	Obj. / Vol. 0,35 ml	Obj. / Vol. 0,55 ml
Akt	-	-	53,92	62,30
Arab	46,26	50,60	60,56	70,33
Bohun	52,20	57,01	56,46	66,44
Celer	45,08	48,53	-	-
Cwał	-	-	-	-
Deresz	-	-	-	-
Flamingsprofi	-	-	-	-
Furman	47,04	50,77	51,11	57,74
Jawor	47,24	51,26	-	-
Kasztan	45,36	49,69	57,12	63,88
Krezus	48,04	52,70	-	-
Polar	46,01	49,43	-	-
Rajtar	-	-	48,73	58,36
Sprinter	-	-	53,05	62,82
Średnia	47,2	51,2	54,4	63,1
NRI	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

- nie oznaczono / not determined

Wyniki licznych badań wskazują, że związki fenolowe mogą opóźnić fazę inicjacji lub przerywać łańcuch reakcji wolnorodnikowych. Mechanizm działania może być różny: (1) poprzez bezpośrednią reakcję z wolnymi rodnikami, (2) zmiatanie wolnych rodników, (3) nasilenie dysmutacji wolnych rodników do związków o mniejszej reaktywności, (4) chelatowanie metali prooksydacyjnych, bądź też poprzez (5) hamowanie lub wzmacnianie działania licznych enzymów [2, 8].

Polifenole dzięki zdolności przenoszenia protonów i elektronów nie tylko same ulegają utlenieniu, ale również poprzez powstające w wyniku utlenienia chinony pośredniczą w utlenianiu związków niereagujących bezpośrednio z tlenem.

Zdolność ekstraktów do eliminacji wolnych rodników ABTS[•] jako [% RSA] poszczególnych frakcji owsa przedstawiono w tab. 2 i 3.

Tabela 3

Zdolność wygaszania wolnych rodników ABTS[•] przez ekstrakty owsiane z otrąb i z mąki [% RSA].
Scavenging ability of ABTS[•] free radicals by oat extracts of bran and flour [% RSA].

Odmiana Cultivar	Fracje / Fractions			
	Otręby / Bran		Mąka / Flour	
	Obj. / Vol. 0,35ml	Obj. / Vol. 0,55 ml	Obj. / Vol. 0,35 ml	Obj. / Vol. 0,55 ml
Akt	-	-	41,13	45,42
Arab	-	-	48,52	46,54
Bohun	46,95	51,35	47,72	52,10
Celer	46,18	50,67	48,43	47,76
Cwał	-	-	-	-
Deresz	-	-	-	-
Flamingsprofi	-	-	-	-
Furman	46,69	52,64	42,79	44,70
Jawor	45,29	48,97	46,11	46,68
Kasztan	-	-	-	-
Krezus	-	-	43,13	45,31
Polar	-	-	46,52	49,16
Rajtar	45,66	48,95	41,32	43,43
Sprinter	48,43	53,01	48,66	49,66
Średnia	46,5	50,9	45,4	47,1
NRI	r.n	r.n.	r.n.	r.n.

- nie oznaczono / not determined

Zdolność eliminowania wolnego rodnika ABTS[•] badanych odmian i frakcji owsa nie była statystycznie istotnie zróżnicowana (tab. 2, 3). Można natomiast zaobserwować związek pomiędzy zdolnością eliminacji rodnika ABTS[•] przez badane ekstrakty a zawartością polifenoli. Podobne wyniki uzyskali Wołoch i wsp. [16]. Wykazali oni, że najsilniejsze właściwości antyoksydacyjne mają otręby owsiane, a potencjał redukcyjny, zdolność wygaszania wolnego rodnika DPPH[•] i całkowity potencjał redukcyjny w układzie β -karoten/kwas linolowy jest ściśle skorelowany z zawartością polifenoli w badanym materiale. Emmons i wsp. [4] także wykazali dodatnią korelację pomiędzy poziomem polifenoli a aktywnością antyoksydacyjną. Stwierdzili oni także, że zdolność kwasów fenolowych do eliminowania wolnego rodnika DPPH[•] jest uzależniona od miejsca i ilości grup hydroksylowych i metoksylowych. Odmiany różniły się również zawartością kwasów fenolowych występujących w plewce i obłuszczonej ziarnie owsa. Efektywność związków fenolowych w dużej mierze zależy od masy cząsteczkowej, struktury i stężenia. Do związków o wysokiej aktywności przeciwutleniającej należy np. kwas kawowy. Jest to związane z jego budową cząsteczkową, a mianowicie kwas ten zawiera dwie grupy –OH w konfiguracji –*orto*. Natomiast kwas galusowy zawiera trzy grupy hydroksylowe, co powoduje, że wykazuje on jeszcze wyższą aktywność przeciwutleniającą [13]. Aktywność przeciwutleniająca polifenoli jest zależna od: (1) budowy i polarności związku, (2) jego stabilności w środowisku reakcyjnym oraz (3) sposobu wyodrębnienia związków fenolowych z materiału roślinnego [11]. Ziarno owsa jest niezwykle bogate w kwasy fenolowe. Zawiera ono m.in.: kwas ferulowy, kawowy, kwas awenalumowy (i jego pochodne 3'-hydroksy- i 3'-metoksy). Kwasy fenolowe w owsie występują głównie w postaci estrów z glicerolem, długołańcuchowymi mono- i dialkoholami oraz ω -hydroksykwasami [10]. Wykazano także, że w owsie (i tylko w nim) występują awentramidy. Są to pochodne kwasów cynamonowych (*p*-kumarowego, ferulowego i kawowego) i kwasu antranilowego, 5-hydroksyantranilowego i 5-hydroksy-4-metoksyantranilowego. Grupa ta obejmuje około 20 - 25 różnych związków. Awentramidy Bp, Bf i Bc dominują w ziarnie owsa, osiągając sumaryczną zawartość do 300 mg/kg [5]. Aktywność przeciwutleniająca awentramidu Bf 3-krotnie przewyższa aktywność kwasu kawowego. Różnorodność budowy chemicznej tych związków wskazuje, że mogą one spełniać funkcje przeciwutleniaczy zarówno w układach polarnych, jak i niepolarnych [1].

Wnioski

1. Największą zawartością polifenoli charakteryzowała się plewka badanych odmian owsa.
2. W pełnym ziarnie najwięcej związków fenolowych zawierały odmiany Jawor, Krezus oraz Rajtar.

3. Zaobserwowano związek pomiędzy zawartością polifenoli w łusce a zdolnością zmiatania rodnika ABTS' (im wyższa zawartość polifenoli tym wyższa zdolność zmiatania rodnika ABTS').

Literatura


- [1] Bratt K., Sunnerheim K., Bryngelsson S., Fagerlund A., Engman L., Andersson R.E., Dimberg L.H.: Avenanthramides in oats (*Avena sativa* L.) and structure-antioxidant activity relationships. J. Agric. Food. Chem. 2003, 29, **51** (3), 594-600.
- [2] Duthie G.G., Brown K.M.: Reducing the risk of cardiovascular disease. In: Functional Food, ed. Israel Goldberg, Chapman And Hall, London 1994, pp 19-38.
- [3] Emmons Ch. L., Peterson D.M.: Antioxidant activity and phenolic contents of oat groats and hulls. Cer. Chem., 1999, **70**, 637-641.
- [4] Emmons C.L., Peterson D.M., Paul G.L.: Antioxidant capacity of oats (*Avena sativa* L.) extracts.2. *In vitro* antioxidant activity and content of phenolic and tocol antioxidant. J. Agric. Food Chem. 1999, **47** (12), 4894-4898.
- [5] Emmons C.L., Peterson D.M.: Antioxidant activity and phenolic content of oat as affected by cultivar and location. Crop Sci., 2001, **41**, 1676-1681.
- [6] Gibiński M., Gumul D., Korus J.: Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2005, **4** (45), 49-60.
- [7] Grajek W., (pod red.): Przeciwtleniacze w żywności. Aspekty zdrowotne technologiczne molekularne analityczne. WNT, Warszawa 2007.
- [8] Halliwell B.: Oxidative stress, nutrition and health. Free Radic. Res. 1996, **25**, 57-74.
- [9] Marciniak A., Obuchowski W.: Prozdrowotne właściwości produktów zbożowych. Przegl. Piek. Cuk., 2007, **2**, 12-15.
- [10] Peterson D.M.: Oats antioxidants. J. Cer. Sci. 2001, **2**, 115-129.
- [11] Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G.: Structure-antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acid. Free Radic. Biol. Med., 1996, **20**, 933-956.
- [12] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med., 1999, **26** (9-10), 1231-7.
- [13] Rosicka-Kaczmarek J.: Polifenole jako naturalne antyoksydanty w żywności. Przegl. Piek. Cuk., 2004, **6**, 12-16.
- [14] Swain T., Hillis W.E.: The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food Agric., 1959, **10**, 63-68.
- [15] Wołoch R.: Zdolność eliminowania wolnych rodników przez ekstrakty uzyskane z frakcji młynarskich ziarna nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa. Biul. IHAR, 2003, **229**, 263-270.
- [16] Wołoch R., Pysz M., Biezanowska-Kopeć R.: Potencjał antyoksydacyjny owsa badany trzema różnymi metodami. Biul. IHAR, 2007, **243**, 109-117.

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF SELECTED CULTIVARS OF OATS**S u m m a r y**

The objective of the investigation study was to assess the antioxidant properties of the whole oat grains, husk, endosperm, and bran.

The investigation material was oat grain of the following cultivars: Arab, Bohun, Celer, Cwał, Deresz, Furman, Kasztan, Krezus, Polar, and Rajtar. The content of polyphenol in the milling fractions investigated was measured using a Folin-Ciocalteu method. Additionally, the ability to eliminate an ABTS• free radical was analyzed.

The highest polyphenol levels were found in the husk of the oat cultivars investigated. Smaller amounts were found in bran, whole grain, and endosperm, respectively. This is significantly correlated with the radical scavenging activity of individual milling fractions of the material investigated.

Key words: oats, polyphenols, antioxidant properties 

DANIELA DVONČOVÁ, MICHAELA HAVRLENTOVÁ, ANDREA HLINKOVÁ,
PETER HOZLÁR

EFFECT OF FERTILIZATION AND VARIETY ON THE β -GLUCAN CONTENT IN THE GRAIN OF OATS

Streszczenie

The object of the study was to investigate the influence fertilization on the β -glucan content of the common oats varieties (Vendelin, Zvolen) and the naked oats varieties (Detvan, Avenuda). The trial was established in the years 2007 and 2008 in the potato growing area in the centre of Slovakia in Vígľaš-Pstruša. The field treatments were realized in natural conditions without irrigation with four variants of fertilization. Nitrogen fertilization was applied before sowing and foliar application of selenium together with nitrogen was done in the growth phase at the end of stooling (BBCH 29). The amount of β -glucan in the samples was determined by using the β -glucan assay kit (Megazyme, Ltd. Ireland). The total average of β -glucan content in the experiment was 4.08 %. The naked oats varieties reached higher content of β -glucan, when we compare it with the common oats. The variety Avenuda reached highest of β -glucan content (5.20 %). The nitrogen fertilization together with selenium fertilization statistically significantly increased the content of this polysaccharides. The influence of a particular year was statistically significant in β -glucan content.

Słowa kluczowe: fertilization, nitrogen, selenium, oats, variety, β -glucan

Introduction

Soluble fiber when added to the daily diet, tends to lower serum low-density lipoprotein cholesterol and total blood cholesterol [3, 9] and this results in the reduction of the risk of coronary heart disease [8]. β -glucan is the main soluble component of barley and oat fiber. β -glucan is a collective term for high molecular weight polymers of glucose linked by $\beta(1-3)$ and $\beta(1-4)$ glycosidic bonds. This health-beneficial fiber was found in the cell walls of barley, oat, wheat, rye, maize, rice, sorghum and millet [11].

Ing. D. Dvončová, Ing. P. Hozlár, PhD, Plant Production Research Centre Piešťany, Research Institute of Plant Production, Research Breeding Station Vígľaš – Pstruša, 962 12 Detva, SR, RNDr. M. Havrlentová, PhD., Plant Production Research Centre Piešťany, Research Institute of Plant Production, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany, SR, Mgr A. Hlinková, University of Ss Cyril and Methodius in Trnava, Námestie J. Herdu 2, 917 01 Trnava, SR

With oat and barley grains, β -glucan is found mainly in the endosperm and the subaleurone layer [14, 18]. As compared to other cereals, barley and oat have relatively high level of β -glucan. Barley contains between 20 and 100 g β -glucan \cdot kg⁻¹ and oat contains between 25 and 66 g β -glucan \cdot kg⁻¹ [11]. Oat has been intensively studied as a source of dietary fiber for human diet. Heritability of β -glucan content was estimated to have ranged from 0.27 to 0.58. β -glucan content is affected by environmental factors including soil nitrogen level and precipitation. Although *genotype x environment* interaction is sometimes a significant source of variation for β -glucan content, the ranking of genotypes is generally consistent over environments. The development of oat cultivars with greater groat β -glucan contents should increase the nutritional and economic value of the oat crop [2].

The object of the study was to find out differences in β -glucan content of the common oats and naked oats varieties grown one location in two years with different variants of fertilization. The result of the investigation should be determination of the best of fertilization which provides (guarantee) considerable content of health-beneficial polysaccharides in grain growing oats.

Material and methods

The fertilization trial was established in the years 2007 and 2008 in the potato growing area in the centre of Slovakia in Vígľaš-Pstruša. The common oats varieties (Vendelin, Zvolen) and the naked oats varieties (Detvan, Avenuda) were sown in this experiment. The sowing was implemented in a sowing succession after red clover with the crop area of 10 m² in four repetitions and the sowing of 5.0 million germinant grains per 1 ha. The soil type is pseudogley with an acid soil reaction and the average supply of phosphorus and potassium. Its agrochemical parameters are shown in Tab. 1.

Respecting the content of inorganic nitrogen in soil, different doses of nitrogenous fertilization were applied together with selenium, with the identical phosphoric and potassium nourishment at the substituting fertilization level [10]. Phosphoric fertilization (in form of hypercorn 26 % P₂O₅) and potassium fertilization (in form of potassium salt 60 % K₂O) were applied unpeatedly in the autumn. Nitrogen in form of ammonium nitrate (27 % N) was applied before sowing on planned yield 4 t \cdot ha⁻¹. During vegetation period – at the end of the stooling period (BBCH 29) we foliarly applied nitrogen on the crop area (15 kg \cdot ha⁻¹) in form of DAM-390 and selenium in form of selenate sodium (Na₂SeO₄). Nourishment variants used in the experiment are shown in Tab. 2.

Table 1

Basic agrochemical soil parametres.

Soil Analysis	Content in the year 2007 parcel - Kostolisko I	Content in the year 2008 parcel - Tri duby E
pH _{KCl}	5.12	6.35
Nan [mg.kg ⁻¹]*	15.4*	14.2*
P [mg.kg ⁻¹]	55.9	72.5
K [mg.kg ⁻¹]	130.0	119.5
Mg [mg.kg ⁻¹]	226.0	242.5
Ca [mg.kg ⁻¹]	1625.0	2437.5
Humus [%]	1.03	1.52

pH_{KCl}-(potentiometrically in 1.0 M KCl extract); Nan- [numerically as the sum of N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻ (N-NH₄⁺ colorimetry, Nesslerovo reagent and N-NO₃⁻ colorimetry, acid phenol 2,4-disulphonic)]; P-(colorimetry, Mehlich II 2007; spectrophotometrically, Mehlich III - 2008); K-(Flame photometry, Mehlich II - 2007; flame emission spectrophotometry, Mehlich III - 2008); Ca-(Flame photometry, Mehlich II 2007; atomic spectrophotometry, Mehlich III - 2008); Mg-(atomic absorption spectrometry, Mehlich II - 2007; atomic spectrophotometry, Mehlich III - 2008); humus-(as oxidizing carbon, Tjurin);

* - the content of Nan in soil in spring just before the experiment

Table 2

Fertilization variants in the experimental in the year 2007 and 2008.

Variant	Fertilization	Real amount of fertilizer applied in 2007				Real amount of fertilizer applied in 2008			
		N	P	K	Se	N	P	K	Se
		kg·ha ⁻¹			g·ha ⁻¹	kg·ha ⁻¹			g·ha ⁻¹
1.	N ₀	-	24	96	-	-	12	96	-
2.	N ₁	47[AN]	24	96	-	54[AN]	12	96	-
3.	N ₂	35[AN]	24	96	-	40[AN]	12	96	-
4.	N ₁ +15	47[AN]+15[DAM390]*	24	96	-	54[AN]+15[DAM390]*	12	96	-
5.	N ₂ +15	35[AN]+15[DAM390]*	24	96	-	40[AN]+15[DAM390]*	12	96	-
6.	N ₁ +Se	47[AN]	24	96	5*	54[AN]	12	96	5*
7.	N ₂ +Se	35[AN]	24	96	5*	40[AN]	12	96	5*
8.	N ₁ +15+Se	47[AN]+15[DAM390]*	24	96	5*	54[AN]+15[DAM390]*	12	96	5*
9.	N ₂ +15+Se	35[AN]+15[DAM390]*	24	96	5*	40[AN]+15[DAM390]*	12	96	5*

N_{1,2} – nitrogen applied before sowing * – nitrogen and selenium applied during vegetation at the end of the stooling period 29 BBCH

AN-amonium nitrate

Table 3

The meteorological characteristic of experimental place in the year 2007 and 2008.

Specyfication	January	February	March	April	May	June	July
50 years average of temperature [1951-2000] [$^{\circ}$ C]	-3.80	-1.50	2.80	8.40	13.10	16.30	17.80
Average of temperature in 2007 [$^{\circ}$ C]	2.83	2.79	6.11	10.54	15.14	18.47	19.97
Average of temperature in 2008 [$^{\circ}$ C]	0.10	1.78	3.97	9.67	14.51	18.41	18.74
50 years average of precipitation [1954-2003] [mm]	28.10	28.50	29.80	46.70	63.90	85.20	75.60
Average of precipitation in 2007 [mm]	70.80	35.40	53.50	0.80	95.80	106.50	20.30
Average of precipitation in 2008 [mm]	29.90	19.90	49.60	36.30	64.20	59.40	117.50

The amount of β -glucan in the samples was determined by using enzymatic kit Mixed-linkage β -glucan assay procedure (McCleary Method) K-BGLU 04/06 (Megazyme International Ireland, Ltd) [12]. The results were statistically evaluated by Analysis of Variance in program KANRO.

Research and discussion

The growing conditions of oats strongly influence the content of β -glucan in his cell walls. The Ganssmann [4] set down the average content of β -glucan to 4.7 % in German oats varieties. Our analysis showed β -glucan content of oats ranging from 2.50 to 5.95 %.

All determined results of β -glucan content in analysed oats varieties' grain were analysed using the analysis of variance aiming at the determination of the influence of fertilization variants, the influence of variety and particular year on the content of β -glucan in the grain of oats. The results revealed that the content of β -glucan in the grain of oats was significantly influenced by fertilization, variety and the experimental year. The interactions of *fertilization x variety*, *fertilization x year* and *variety x year* were statistically significant. The interaction *variety x year* influences the content of β -glucan to the highest extent. Our results are identical with the results of Sgrulletta et al. [16], who states that the interaction *variety x year* significantly influenced the content of total β -glucanin in the group of naked oats from different countries of the world. Also Givens et al. [5] observed the influence of variety and agronomical and environmental factors on chemical content of naked and common oats varieties. They found out that the interaction *variety x year* simultaneously with the optimum amount of

nitrogen the most significantly influenced the chemical composition and nutrition value of oats.

All research varieties in their interaction *variety x year* had higher β -glucan content in the year 2008. Only Zvolen Variety showed significantly high increase, while with other varieties the increase was not significant.

In interaction *fertilization x year* the high content of β -glucan was reached in all variants of fertilization. Looking at varieties on average, only the variant without treatment (var.1) and variant 5 (N₂+15) increased significantly.

Table 4

The content of β -glucan in the oats grain.

Variant	Fertilization	Variety	Year 2007		Year 2008		Variety	Year 2007		Year 2008	
			Content of β -glucan					Content of β -glucan			
			Abs.	Rel.	Abs.	Rel.		Abs.	Rel.	Abs.	Rel.
1	0	Vendelin	3.31	100.0	3.49	100.0	Zvolen	3.06	100.0	3.22	100.0
2	N1	Vendelin	2.99	90.3	3.40	97.4	Zvolen	3.50	114.6	3.47	107.5
3	N2	Vendelin	3.56	107.8	3.18	91.0	Zvolen	2.53	82.9	3.63	112.7
4	N1+15	Vendelin	2.78	84.0	3.63	104.0	Zvolen	2.93	95.9	3.72	115.4
5	N2+15	Vendelin	2.75	83.2	3.23	92.7	Zvolen	3.00	98.2	3.88	120.3
6	N1+Se	Vendelin	3.77	114.1	3.22	92.3	Zvolen	3.74	122.4	3.92	121.7
7	N2+Se	Vendelin	3.42	103.5	2.99	85.6	Zvolen	3.66	119.9	3.82	118.4
8	N1+15+Se	Vendelin	3.58	108.2	3.67	105.2	Zvolen	3.25	106.3	4.45	137.9
9	N2+15+Se	Vendelin	3.52	106.6	3.41	97.7	Zvolen	3.26	106.5	3.62	112.2
Average			3.30	-	3.36	-		3.21	-	3.75	-
1	0	Detvan	4.14	100.0	4.51	100.0	Avenuda	4.42	100.0	5.57	100.0
2	N1	Detvan	4.10	99.2	4.52	100.2	Avenuda	4.89	110.7	5.14	92.3
3	N2	Detvan	4.10	99.0	3.97	87.9	Avenuda	5.06	114.7	5.37	96.4
4	N1+15	Detvan	4.40	106.2	4.14	91.8	Avenuda	5.94	134.5	4.93	88.6
5	N2+15	Detvan	4.07	98.4	4.41	97.7	Avenuda	4.66	105.5	4.98	89.4
6	N1+Se	Detvan	4.70	113.5	4.28	94.8	Avenuda	5.38	121.9	5.33	95.6
7	N2+Se	Detvan	4.16	100.6	4.57	101.3	Avenuda	5.95	134.8	5.42	97.4
8	N1+15+Se	Detvan	4.94	119.3	4.10	91.0	Avenuda	4.80	108.8	5.26	94.4
9	N2+15+Se	Detvan	4.39	106.0	4.59	101.7	Avenuda	5.62	127.3	4.81	86.3
Average			4.33	-	4.34	-		5.19	-	5.20	-

HD-p-0.05 content of β -glucan: fertilization 0.2839; variety 0.1567; year 0.0846; fertilization x variety 0.7023; fertilization x year 0.4515; variety x year 0.2615 HD-p-0.01 content of β -glucan: fertilization 0.3286; variety 0.1899; year 0.1111; fertilization x variety 0.7799; fertilization x year 0.5101; variety x year 0.3042

A lot of research papers have been written about nitrogen fertilization and its influence on the quality. The results of these studies reveal that nitrogen significantly influence contents of protein, β -glucan and fat of an oats grain [1, 7, 13, 15]. All variants of fertilization considering the average of years 2007 and 2008 influence the content of β -glucan of an oats grain. The influence was both positive and negative. The variants 3 and 5 showed negative influence, as lower nitrogen fertilization before sowing $35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (year 2007) and $40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (year 2008) was applied. On the other hand selenium application during vegetation (amount $5 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$) together with nitrogen fertilization increased β -glucan content in grain in all the variants (in average of years and varieties, variants 6, 7, 8, 9). The significant increase in β -glucan content was confirmed with the variants 6, 7 and 8 as compared to the controlled variant without treatment; the mentioned increase was ranging from 7.37 to 8.29 % (Fig. 1).

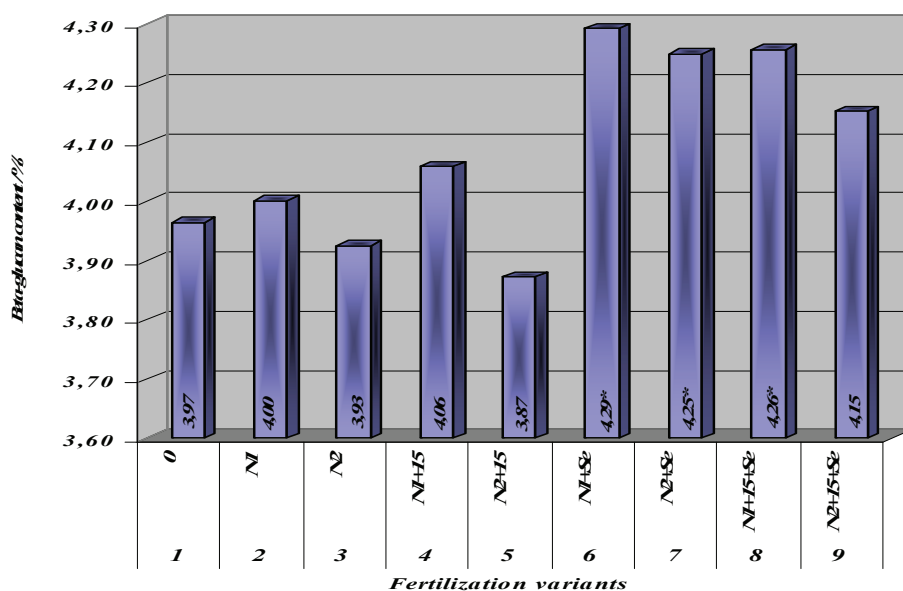


Fig. 1. The influence of fertilization on β -glucan content in oats grain in average of years and varieties.

Šterba and Moudrý [17] found out that naked oats genotypes have higher content of β -glucan as compared to the common oats genotypes and thus confirming that common oats has on average lower content of β -glucan. This information also confirms the results of our experiment because common oats varieties Vendelin and Zvolen (there were statistically insignificant differences in content of β -glucan between these common oats varieties) showed significantly lower β -glucan content in grain in comparison with naked oats varieties Detvan and Avenuda. The varieties of naked oats

showed statistically significantly high difference and the naked oats variety Avenuda itself reached (considering the average of years 2007 and 2008) the highest average β -glucan content of 5.20 % (Fig. 2).

As it has already been stated, the influence of genotype on β -glucan content is higher than the influence of environmental factors [6]; unlike the influence of a particular year, where Šterba and Moudrý [17] revealed statistically significant difference. Statistically significant difference of the two years' trial (2007 and 2008) was also confirmed in our experiment. The average content of β -glucan in experimental varieties in the year 2008 was significantly higher in comparison with the year 2007.

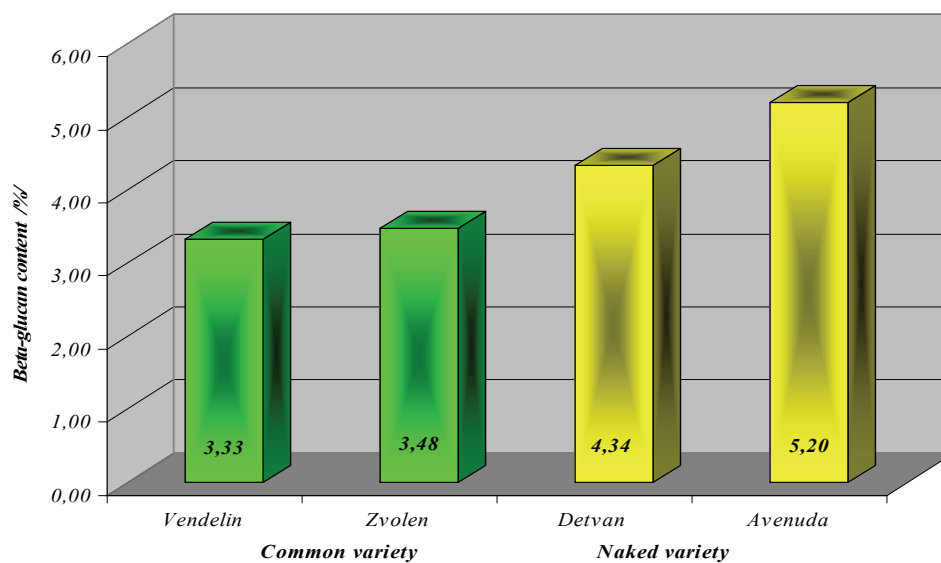


Fig. 2. The influence of variety on β -glucan content in grain in average of years (2007, 2008).

Conclusion

To sum up the results of the two-year field trial, in which we were observing the influence of fertilization on β -glucan content in the grain of common oats and naked oats, we have come up with the following conclusion:

- the total average of β -glucan content in the experiment was 4.08 %,
- naked oats varieties showed higher content of β -glucan if we compare it with the common oats,
- nitrogen fertilization combined with selenium fertilization statistically significantly increased the content of the observed polysaccharides,
- our results have shown and thus we can recommend optimum fertilization (considering β -glucan content) for common oats varieties the one, in which nitrogen

- was applied in higher amount before sowing and selenium was applied foliarly during vegetation with or without nitrogen (variants 6, 8),
- it is not possible to determine explicitly the most suitable variant of fertilization for naked oats from the gained results; but strong negative influence on β -glucan content in grain could be observed with the variant of fertilization with lower nitrogen amount applied before sowing together with nitrogen applied during vegetation ($15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$),
 - the influence of a particular year on β -glucan content was statistically significant.

References

- [1] Brunner B.R., Feed R.D.: Oat grain β -glucan content as affected by nitrogen level, location and year. *Crop Sci.*, 1994, **33**, 473-476.
- [2] Cervantes-Martinez C.T., Frey K.J., White P.J., Wesenberg D.M., Holland, J.B.: Selection for greater β -glucan content in oat grain. *Crop Sci.*, 2001 **41**, 1085-1091.
- [3] Davidson M.H., Dugan L.D., Burns J.H., Bova J., Story K., Drennan, K.B.: The hypocholesterolemic effects of beta-glucan in oatmeal and oat bran. *J. Am. Medic. Assoc.*, 1991, **265**, 1833-1839.
- [4] Ganssmann W.: Beta-glukan in Hafer und Haferprodukten. *Getreide, Brot und Mehl*, 1998, **52**, 341-345.
- [5] Givens D.I., Davies T.W., Laverick R.M.: Effect of variety, nitrogen fertiliser and various agronomic factors on the nutritive value of hulled and naked oats grain. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2004, **113**, 2004. 169-181.
- [6] Hietaniemi V., Saastamoinen M., Kangas A., Rantanen O., Kontturi M.: β -glucan, thiamine and selenium contents in oats cultivated in Finland. Ed. Agricultural Research Centre of Finland 2000.
- [7] Humphreys D.G., Mather D.E., Smith D.L.: Nitrogen-Fertilizer and seeding date induced changes in protein, oil and beta-glucan content in four oat cultivars. *J. Cereal Sci.*, 1994, **20**, 293-290.
- [8] Keogh G.F., Garth J.S., Mulvey T.B., Mcardle B.H., Coles, G.D., Monro J.A., Poppitt S.D.: Randomized controlled crossover study of the effect of a highly β -glucan-enriched barley on cardiovascular disease risk factors in mildly hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003, **78**, 711-718.
- [9] Kerckhoffs D.A., Hornstra G., Mensink R.P.: Cholesterol-lowering effect of β -glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when β -glucan is incorporated into bread and cookies. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2003, **78**, 221-227.
- [10] Kováčik P.: *Rozebory pôd, rastlín, hnojív a výpočet dávok živín k poľným a záhradným plodinám*. SPU, Katedra agrochémie a výživy rastlín, Nitra 1997. ISBN 80-7137-358-9.
- [11] Lee C.J., Horsley R.D., Manthey F.A., Schwarz P.B.: Comparisons of β -glucan content of barley and oat. *Cereal Chem.*, 1997, **74**, 571-575.
- [12] McCleary, B.V.: Megazyme: Mixed-linkage beta-glucan assay procedure (McCleary method). Bray Business Park, Bray 2006, pp. 1-15.
- [13] Michalík I., Užík M., Urmínská D., Žofajová A.: The effect of variety and nitrogen fertilization on protein content and composition of oat grain. *Agriculture*, 2007, **53**, 175-182.
- [14] Peterson D.M., Aman P.: Production responses and serum lipid concentration of broiler chickens fed diets based on oat barn and extracted oat barn with and without enzyme supplementation. *J. Sci. Food Agric.*, 1992, **58**, 569-576.
- [15] Rhymer C.: Effect of genotype, environment and nitrogen fertilization on oat processing quality. AACC 2000 Annual Meeting, November 5-9, 2000 Kansas city, Missouri, <http://www.aaccnet.org/meetings/2000/Abstracts/a00ma208.htm>

- [16] Sgrulletta D., de Stefanis E., Conciatori A., Longoni C., Redaelli R.: Characterisation for functional compounds of Italian oat genotypes. Proc. 7th Int. Oat Conf., Finland 2004, p. 151. ISBN 951-729-879-X
- [17] Šterba Z., Moudrý J.: Nutriční kvalita bezpluchého ovsa, Kvalita rostlinné produkce: Současnost a perspektivy směrem k EU, VÚRV, Praha-Ruzyně, 2003, pp. 93-98.
- [18] Wood P.J.: Oat β -glucan: Structure, location and properties, Webster, F. H. /ed/ Oats: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St Paul, Minnesota, 1986, pp. 121-152.



ELŻBIETA PISULEWSKA, ROBERT WITKOWICZ, AGNIESZKA KIDACKA

PLON, KOMPONENTY SKŁADOWE PLONU ORAZ CELNOŚĆ ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN OWSA SIEWNEGO

Streszczenie

W badaniach prowadzonych w latach 2006 - 2008 w Stacji Hodowli Roślin Polanowice porównano plon, komponenty składowe plonu oraz celność ziarna dziewięciu odmian hodowlanych owsa siewnego. Największe plony ziarna (8,48 t·ha⁻¹) uzyskano z badanych odmian w pierwszym (2006), a najmniejsze (5,64 t·ha⁻¹) w drugim (2007) roku prowadzenia doświadczeń. Istotny wpływ na wielkość plonu w poszczególnych sezonach wegetacyjnych miały komponenty składowe plonu, a przede wszystkim obsada wiech na jednostce powierzchni. W 2006 roku rośliny wykształciły 527 szt·m² wiech, zatem o 34 % więcej w porównaniu z 2007 rokiem i o 25 % więcej w odniesieniu do roku 2008. Liczba ziaren wykształconych w wiechach odmian oplewionych, w zależności od roku badań, wynosiła od 46,4 w 2006 r. do 59,6 szt. w wiesze w 2008 r. Stwierdzono także statystycznie istotne różnice udziału frakcji ziarna w zależności od roku prowadzenia doświadczeń. Najwięcej pośladu (o 6,3 % więcej w porównaniu z rokiem 2007) znajdowało się w próbkach z 2006 r., w którym uzyskano największe plony ziarna.

Z porównywanych odmian najwyżej plonowała odmiana Rajtar (średnia z trzech lat – 7,39 t·ha⁻¹), a najniżej nagoziarnista odmiana Polar (4,67 t·ha⁻¹). Istotny wpływ na uzyskane plony miała masa tysiąca ziaren, która w przypadku odmian oplewionych mieściła się w granicach 31,7 - 37,8 g, a odmiany nagoziarnistej Polar wynosiła 28,5 g. Największy udział plewki w ziarnie (32,4 %) stwierdzono w najwyżej plonującej odmianie Rajtar, a najwyższe źdźbła wykształcała odmiana Polar. Porównywane odmiany nie różniły się udziałem poszczególnych frakcji w plonie ziarna.

Słowa kluczowe: owies, plon ziarna, struktura plonu, wybrane odmiany, celność ziarna

Wprowadzenie

Główną przyczyną zmniejszenia powierzchni uprawy owsa był spadek liczby koni, dla których stanowił on podstawową paszę. Powierzchnia zasiewów owsa w Polsce systematycznie zmniejszała się z 2700 tys. ha na początku XX w., do 550 tys. ha w 2008 r., tj. około 6,9 % struktury zasiewów pięciu podstawowych zbóż wraz z mieszankami [1]. W niektórych regionach naszego kraju (województwa: lubelskie, małopolskie)

Prof. dr hab. E. Pisulewska, dr inż. R. Witkiewicz, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wyzd. Rolniczo-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, mgr inż. Agnieszka Kidacka, Małopolska Hodowla Roślin HBP, Polanowice

polskie, mazowieckie, podlaskie, pomorskie), owies nadal odgrywa istotną rolę w strukturze zasiewów. Związane jest to ze stosunkowo małymi wymaganiami termicznymi, dobrym wykorzystaniem zwiększonej ilości opadów, ale przede wszystkim z ważną rolą fitosanitarną w płodozmianach o dużym udziale zbóż.

Ukształtowanie terenu oraz przebieg warunków klimatycznych w województwie małopolskim (Małopolska uważana jest za najbardziej zróżnicowany region Polski) jest szczególnie korzystne do oceny nowych rodów i odmian owsa siewnego.

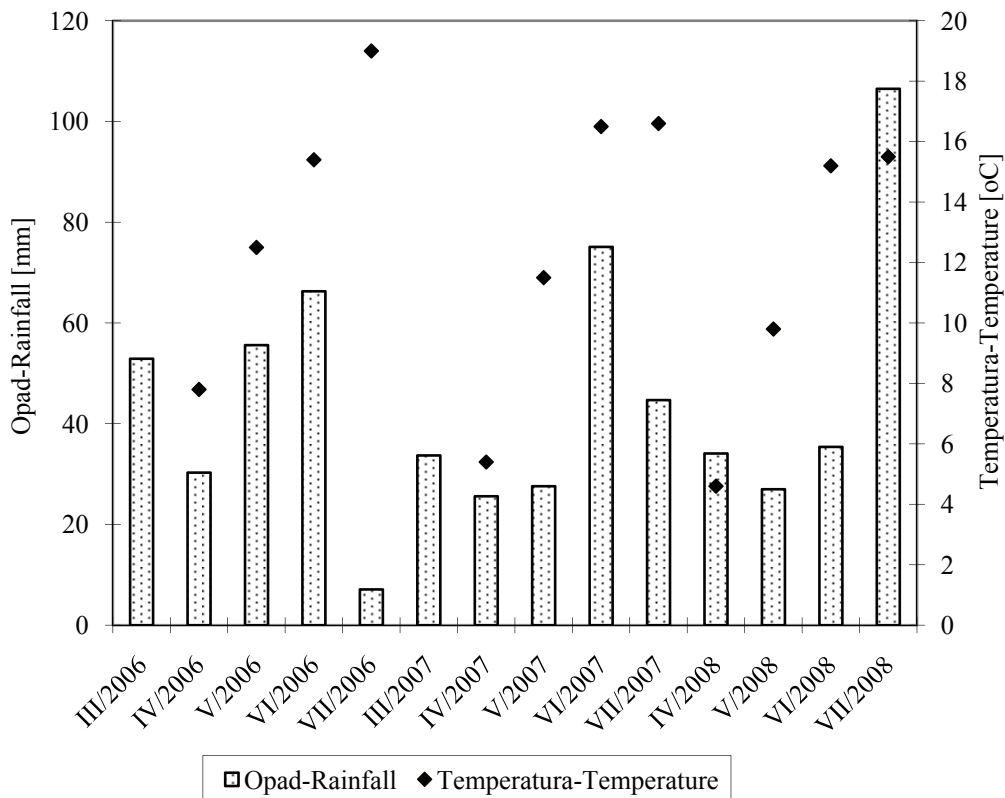
Celem pracy było porównanie plonowania, struktury plonu oraz celności ziarna dziewięciu odmian hodowlanych owsa siewnego.

Materiał i metody badań

Jednoczynnikowe doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2006 - 2008 na glebie klasy bonitacyjnej I, kompleksu rolniczej przydatności 2b, w Stacji Doświadczalnej Małopolskiej Hodowli Roślin Polanowice koło Krakowa. Owies wysiewano w siewie czystym w ilości zapewniającej 500 szt. ziaren/m². Przedplonem w latach 2006 i 2008 były buraki cukrowe, a w 2007 roku kukurydza. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 10 m². Czynnikiem badawczym było 8 odmian owsa oplewionego: Arab, Bohun, Celer, Cwał, Deresz, Furman, Krezus, Rajtar i 1 odmiana nagoziarnista Polar. Siew owsa w latach prowadzenia doświadczeń przeprowadzono w terminach: 14 kwietnia 2006 r., 26 marca 2007 r. i 28 marca 2008 r. Przed siewem ziarno zaprawiano zaprawą Maxi Star 025FS w ilości 200 ml na 100 kg w latach 2006 i 2007 oraz stosowano Baytan Universal 0,94 FS w dawce 400 ml/100 kg. Nawożenie w ilości 18,34 kg·ha⁻¹ N, 60 kg·ha⁻¹P₂O₅ oraz 90 kg·ha⁻¹K₂O stosowano w dwóch terminach: 12 dni przed siewem Hydroplon 6-14-26 oraz około 2 tygodnie po wschodach 34 % saletrę amonową. Wschody roślin w poszczególnych latach następowały w terminach: 22.04.2006 r., 13.04.2007 r., 11.04.2008 r. W czasie wegetacji w fazie strzelania w źdźbło zastosowano chemiczną ochronę łanu w postaci oprysku preparatem Chwastox Turbo, w dawce 2 l·ha⁻¹. Jednofazowy zbiór kombajnem poletkowym przeprowadzono w terminach: 12. 08. 2006 r., 27. 07. 2007 r. i 06. 08. 2008 r.

Stosowana w doświadczeniach agrotechnika nie odbiegała od zasad przyjętych w uprawie owsa w siewie czystym. Komponenty plonu określano na próbkach z powierzchni 1 m², a udział poszczególnych frakcji ziarna na próbkach wielkości 1 kg, stosując sита o średnicy oczek: 2,8, 2,5 i 2,2. Uzyskane wyniki plonów ziarna, komponentów składowych plonu oraz zawartości plewki w ziarnie i udziału różnej wielkości ziarniaków w plonie poddano analizie wariancji, wykorzystując program STAT, a istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oceniano na poziomie P = 0,05.

Przebieg warunków pogodowych w latach prowadzenia doświadczeń polowych przedstawiono na rys 1.



Rys. 1. Przebieg warunków atmosferycznych w latach 2006 - 2008.

Fig. 1. Weather conditions during the years from 2006 to 2008.

Wyniki i dyskusja

Wszystkie badane w doświadczeniach odmiany owsa siewnego plonowały (tab. 1) powyżej wzorca ($5,72 \text{ t ha}^{-1}$) ustalonego dla lat 2006 - 2008 [1]. Z porównywanych odmian najwyżej plonowała odmiana Rajtar (średnia z trzech lat $7,39 \text{ t ha}^{-1}$), a następnie odmiany: Krezus, Cwał, Arab, Bohun, Furman i Deresz. Odmiany nagoziarniste plonują zazwyczaj o 30 - 35 % mniej w porównaniu z odmianami oplewionymi [1]. Nagoziarnista odmiana Polar w omawianych doświadczeniach plonowała o 21 % poniżej wzorca. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono zależność pomiędzy liczbą wiech wykształconych przez poszczególne odmiany na jednostce powierzchni a przebiegiem warunków atmosferycznych w latach badań (rys. 2). Najmniejszą liczbę wiech, w omawianych trzyletnich doświadczeniach, wykształciły od-

miany Arab, Bohun, Celer, Deresz, Krezus, Polar i Rajtar w 2007 r., a jedynie w przypadku odmiany Cwał stwierdzono największą liczbę wiech we wspomnianym roku.

Tabela 1

Plon, obsada wiech oraz liczba ziaren w wieszce badanych odmian owsa siewnego w sezonach wegetacyjnych 2006 - 2008.

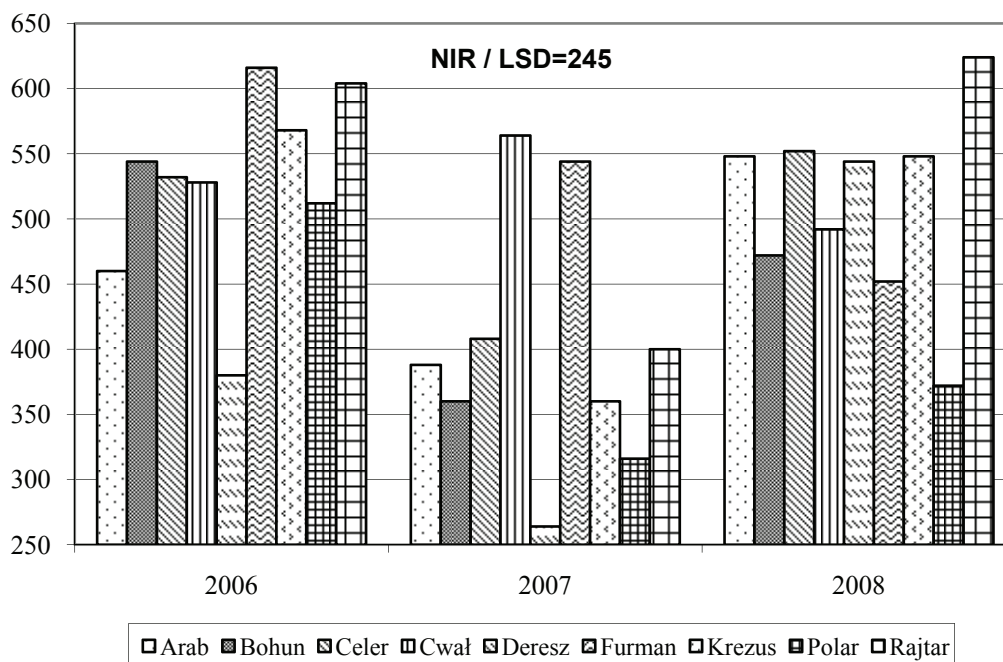
Yield, number of panicles, and number of grains per panicle of the oats cultivars analysed during the vegetation seasons from 2006 to 2008.

Czynnik eksperymentalny Experimental factor	Poziom czynnika Factor level	Plon ziarna Grain yield [t ha ⁻¹]	Obsada wiech Number of panicles	Liczba ziaren w wieszce Number of grains per panicle
Rok Year	2006	8,483	527	46,4
	2007	5,637	400	58,7
	2008	6,412	511	59,6
NIR / LSD		0,436	58	12,4
Odmiana Cultivar	Arab	7,227	465	58,3
	Bohun	7,152	458	58,0
	Celer	6,698	497	55,0
	Cwał	7,282	528	47,2
	Deresz	6,872	396	60,3
	Furman	6,955	537	52,3
	Krezus	7,352	492	55,5
	Polar	4,668	400	-
	Rajtar	7,393	543	52,3
NIR / LSD		1,003	r.n./ns	r.n./ns

Istotny wpływ na uzyskane plony miała masa tysiąca ziaren (tab. 2), która w odmianach oplewionych mieściła się w granicach 31,7 - 37,8 g, a w odmianie nagoziarnistej Polar wynosiła 28,5 g. Uzyskane w niniejszych badaniach wyniki są potwierdzeniem wielkości MTZ badanych odmian otrzymanych w doświadczeniach COBORU [1], w których różnice pomiędzy poszczególnymi odmianami oplewionymi mieściły się w granicach 32 - 37,5 g., a w przypadku odmiany Polar 26,4 g.

Największy udział plewki w ziarnie (32,4 %) stwierdzono w najwyższej plonującej odmianie Rajtar. Stwierdzono ponadto, że porównywane odmiany różniły się istotnie udziałem plewki w ziarnie w poszczególnych latach prowadzenia doświadczeń (rys. 3). Największy udział plewki w ziarnie odmian Arab, Bohun, Celer, Cwał i Rajtar odnotowano w 2008 r. (najwyższe temperatury w okresie wegetacji roślin), odmian Deresz i Krezus w 2007 r., a w przypadku odmian Furman i nagoziarnistej odmiany Polar

w 2006 r. Uzyskane wyniki są zatem w znacznej mierze potwierdzeniem teorii, że największy udział plewki w ziarnie występuje w latach o wyższych temperaturach powietrza.



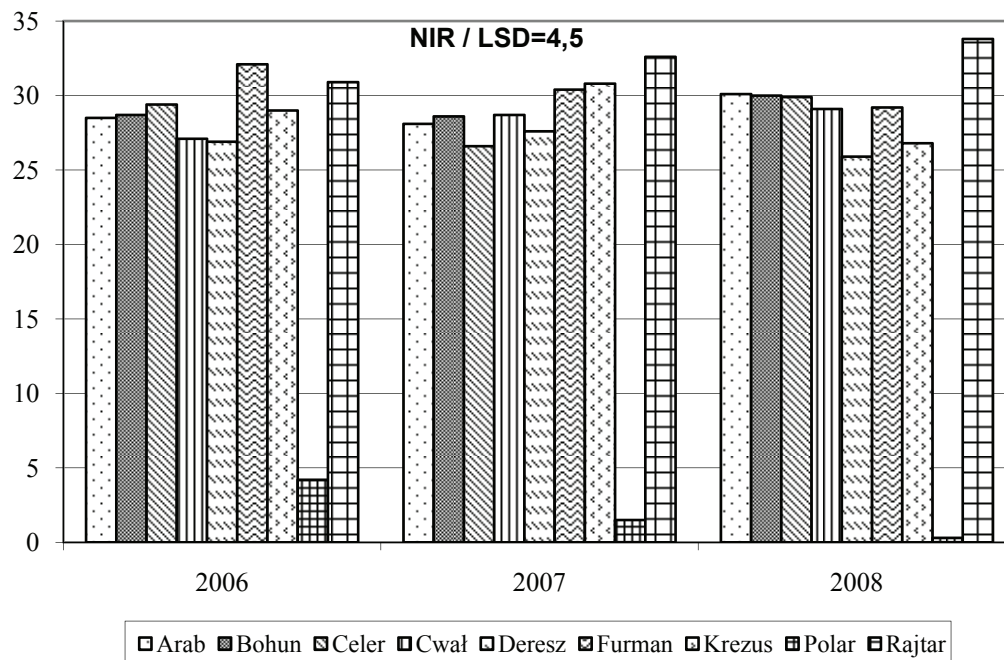
Rys. 2. Liczba wiech [szt.·m²].

Fig. 2. Number of panicles [pcs per square metre].

Najwyższe źdźbła wykształcała odmiana Polar, a uzyskane wyniki są zgodne z wynikami COBORU [1].

Porównywane odmiany nie różniły się udziałem poszczególnych frakcji (tab. 3) w plonie ziarna, stwierdzono natomiast istotne różnice udziału średnich ziarniaków w zależności od roku prowadzenia badań (rys. 4). Szczególną różnicę liczby wykształconych ziarniaków średnich w 2006 r., w porównaniu z latami 2007 i 2008 odnotowano w przypadku nagoziarnistej odmiany Polar oraz oplewionej odmiany Furman.

Badane odmiany różniły się także udziałem pośladu w całkowitym plonie ziarna w poszczególnych latach (rys. 5). Odmiany Arab, Bohun, Celer, Cwał i Rajtar największy udział pośladu zawierały w plonie z 2008 r., odmiany Deresz i Krezus w 2007 r., a odmiana Furman i nagoziarnista odmiana Polar w 2006 r. Zatem korzystny dla wzrostu, rozwoju i plonowania rozkład opadów oraz wysoka średnia temperatura powietrza w 2006 r. miały istotny wpływ na niewielką ilość pośladu w większości porównywanych odmian w pierwszym roku prowadzenia doświadczeń.



Rys. 3. Udział plewki [%].

Fig. 3. Content of glumes [%].

Tabela 2

Wysokość roślin, masa tysiąca ziaren oraz udział plewki w ziarnie badanych odmian owsa siewnego w trzech sezonach wegetacyjnych.

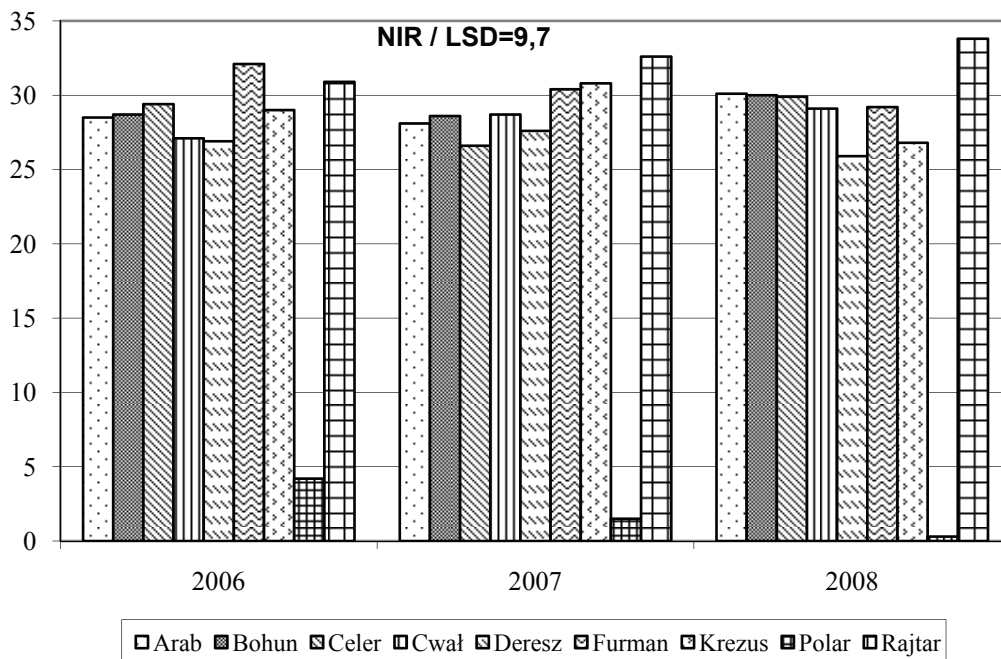
Height of plants, mass of 1000 grains, and content of husk in grain of oat cultivars analysed during three vegetation seasons.

Czynnik Factor	Poziom czynnika Factor level	Wysokość roślin Height of plant [cm]	MTZ MTG [g]	Udział plewki Content of husk in grain [%]
Rok Year	2006	105,8	33,17	26,3
	2007	82,2	35,47	26,1
	2008	86,8	33,79	26,1
NIR / LSD		5,4	1,82	r.n./ns
Odmiana Cultivar	Arab	93,1	37,87	28,9
	Bohun	89,9	31,75	29,1
	Celer	90,9	37,55	28,6
	Cwał	92,1	34,35	28,3
	Deresz	92,1	33,39	26,8
	Furman	91,5	35,47	30,1
	Krezus	89,5	33,41	28,8
	Polar	93,7	28,47	2,0
	Rajtar	91,7	35,06	32,4
NIR / LSD		13,1	5,84	4,49

Tabela 3

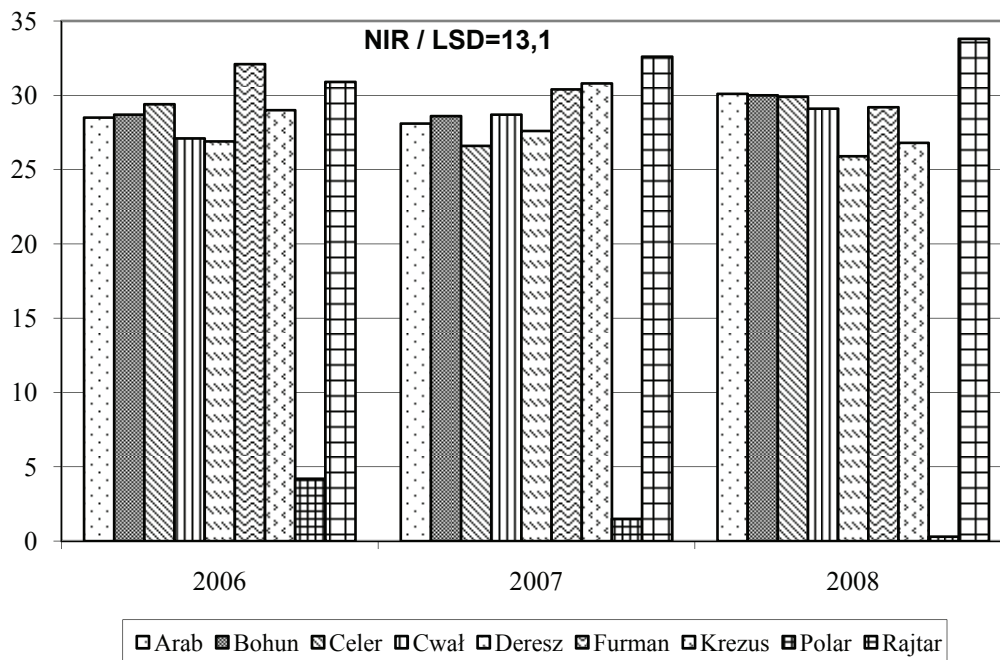
Udział frakcji ziarna w plonie.
Content of grain fraction in grain yield.

Czynnik Factor	Poziom czynnika Factor level	Udział frakcji ziarna [%] Content of grain fraction [%]			
		2,8	2,5	2,2	2,2
Rok Year	2006	32,7	10,0	47,3	10,0
	2007	26,3	14,3	55,7	3,7
	2008	-	-	-	-
NIR / LSD		r.n. / ns	1,9	6,8	2,6
Odmiana Cultivar	Arab	35,4	14,5	44,6	5,5
	Bohun	19,9	14,2	60,9	4,9
	Celer	36,4	12,2	47,2	4,2
	Cwał	24,7	12,7	59,5	3,1
	Deresz	24,8	12,5	54,9	7,7
	Furman	41,5	11,5	39,2	7,8
	Krezus	31,6	7,4	51,6	9,4
	Polar	27,1	12,6	45,9	14,4
Rajtar	23,9	11,7	59,7	4,6	
NIR / LSD		r.n. / ns	r.n. / ns	r.n. / ns	r.n. / ns



Rys. 4. Udział frakcji „średniej” ziarna owsa [%].

Fig. 4. Content of ‘medium’ fraction of oats grains [%].



Rys. 5. Udział poślądu [%].

Fig. 5. Content of offal [%].

Przebieg warunków atmosferycznych w latach prowadzenia doświadczeń wywarł istotny wpływ na plonowanie owsa. Porównując plony w poszczególnych latach badań stwierdzono, że największe plony ziarna ($8,48 \text{ t ha}^{-1}$) uzyskano w pierwszym (2006 r.), a najmniejsze ($5,64 \text{ t ha}^{-1}$) w drugim (2007 r.) roku prowadzenia doświadczeń (tab. 1). Owies jest gatunkiem wrażliwym na wielkość i rozkład opadów w sezonie wegetacyjnym [3, 4, 5, 6, 10]. W 2006 r. suma opadów była wprawdzie mniejsza odpowiednio o 14 i 43,7 mm od ilości opadów w latach 2007 i 2008, ale rozkład opadów w okresie wegetacyjnym 2006 r. był korzystniejszy dla wzrostu i rozwoju roślin. Szczególne znaczenie miały opady w maju 2006 r., które były wyższe odpowiednio o 28 i 28,6 mm w porównaniu z latami 2007 i 2008 (rys. 1). Na większe plony uzyskane w latach 2006 i 2008 w porównaniu z rokiem 2007 wpływ miał także zastosowany przedplon.

Różnice plonu ziarna w poszczególnych sezonach wegetacyjnych były efektem zmian obsady wiech na jednostce powierzchni. W 2006 r. rośliny wykształciły 527 szt m^2 wiech (tab. 1), zatem o 34 % więcej w porównaniu z 2007 r. i o 25 % więcej w odniesieniu do roku 2008. Największą MTZ miały ziarniaki w 2007 r. (tab. 2), w którym zanotowano największą sumę opadów w czerwcu ($75,2 \text{ mm}$) oraz w pierwszej dekadzie lipca ($44,7 \text{ mm}$), zatem w początku fazy wypełniania ziarna (rys. 1).

Uzyskane wyniki są potwierdzeniem tezy, że przebieg warunków meteorologicznych w okresie wegetacji jest odpowiedzialny w ponad 50 % za zmienność plonu [7], obsadę wiech na jednostce powierzchni oraz masę tysiąca ziaren [8].

Liczba ziaren wykształconych w wiekach odmian oplewionych, w zależności od roku badań, wynosiła od 46,4 w 2006 r. do 59,6 szt. w wiesze w 2008 r. (tab.1). Zgodnie z literaturą przedmiotu liczba ziaren jest na ogół odwrotnie proporcjonalna do liczby wiech na jednostce powierzchni [9]. Wyniki dotyczące porównywanych odmian w trzech sezonach wegetacyjnych potwierdzają tę zależność.

Przebieg warunków pogodowych i obsada wiech na jednostce powierzchni wywarły także istotny wpływ na wysokość roślin [10]. Najwyższe źdźbła wykształciły badane odmiany w pierwszym, 2006 r., w którym liczba wiech na jednostce powierzchni była największa, natomiast w dwóch pozostałych latach różnica ta nie była istotna (tab. 2).

Statystycznie istotne różnice stwierdzono także pod względem udziału poszczególnych frakcji ziarna w zależności od roku prowadzenia doświadczeń (tab. 3). Najwięcej dużych ziarniaków, ale także pośladu znajdowało się w plonie z 2006 r., w którym uzyskano największe plony ziarna. Natomiast średnich i małych ziarniaków było więcej w plonie z 2007 r.

Wnioski

1. Przebieg warunków pogodowych w trzech badanych sezonach wegetacyjnych miał istotny wpływ na plony ziarna, obsadę wiech na jednostce powierzchni, masę tysiąca ziaren, wysokość roślin oraz udział poszczególnych frakcji ziarna w plonie całkowitym.
2. Porównywane w doświadczeniach odmiany hodowlane Arab, Bohun, Celer, Cwał, Deresz, Furman, Krezus, Rajtar i nagoziarnista odmiana Polar różniły się istotnie plonem ziarna, wysokością roślin, masą tysiąca ziaren oraz udziałem plewki w ziarnie.
3. Udział poszczególnych frakcji ziarna w całkowitym plonie dziewięciu porównywanych odmian nie był statystycznie istotny.

Literatura


- [1] COBORU: Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze cz.1. Słupia Wielka 2009, ss. 44-50.
- [2] Klima K., Pisulewska E.: Kształtowanie się komponentów struktury plonu ziarna owsa, uprawianego w warunkach górskich w siewie czystym i mieszankach. Roczn. AR w Poznaniu Rol., 2000, CCCXXV, 39- 47.
- [3] McDonald G.: Effect of environment on oat yield and grain quality. Agrifood Res. Rep., 2004, 51, 114.

- [4] Michalski T., Idziak R., Menzel L.: Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18)** Supl., 46-52.
- [5] Pisulewska E., Lepiarczyk A., Gambuś F., Witkowicz R.: Plonowanie oraz skład mineralny brązowo i żółtoplewkowych form owsa. *Fragm. Agron.* 2009, **26 (1)**, 84-92.
- [6] Ścigalska B.: Plonowanie odmian owsa w zależności od gęstości siewu w warunkach regionu południowo-wschodniego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18)** Supl., 153-160.
- [7] Tamm I.: Influence of genotype and meteorological conditions on grain yield and quality of oat in Estonia. *Proc. 7th Int. Oat Conf.* 2004, pp. 45-50.
- [8] Witkowicz R., Pisulewska E., Poradowski R.: Plonowanie i elementy struktury plonu ziarna owsa nagoziarnistego odmiany Akt w różnych warunkach siedliska. *Acta Agrar. et Silv., ser. Agr.* 2007, **50**, 3-13.
- [9] Witkowicz R., Lepiarczyk A., Pisulewska E.: Ocena plonowania różnych form owsa. *Fragm. Agron.* 2009, **26 (2)**, 165-175.
- [10] Valentine J., Cowan S.: Environmental benefits and impact assessment of oats in the UK. *Agrifood Res. Rep.*, 2004, **51**, 217.

YIELD, YIELD COMPONENTS, AND ACCURACY OF GRAIN IN SELECTED CULTIVARS OF OATS

Summary

Under the investigation project, carried out in the years 2006 - 2008 at the Plant Breeding Station of Polanowice near Cracow, the yield, yield components, and accuracy of grain of nine husked cultivars of oats were compared. The highest yield of grain ($8.48 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) was obtained during the first year (2006), and the lowest yield ($5.64 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) during the second year (2007) of the experiment. The yield components had a significant effect on the yield level in individual vegetation seasons, and, first of all, the number of panicles per sq. meter. In 2006, the plants developed 527 panicles per sq. meter, i.e. 34 % more than in 2007, and 25 % more compared to 2008. Depending on the year of investigations, the number of grains per panicles of the husks cultivars ranged from 46.4 in 2006 to 59.6 in 2008. In addition, statistically significant differences were found in the content of grain fraction depending on the year of investigation. The highest amount of tailings (over 6.3 % more compared to 2007) was found in the specimens taken in 2006, which was the year of the highest grain yield. Amongst the oat cultivars under comparison, the Rajtar cultivar had the highest yield (the average of three years was $7.39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), and the Polar naked oat cultivar had the lowest yield ($4.67 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). The mass of 1000 grains had a significant effect on the yields achieved; as for the husked cultivars, it was from 31.7 to 37.8 g, and as for the Polar naked cultivar: 28.5 g. The highest content of husk in the grain (32.4 %) was found in the best yielding Rajtar cultivar, whereas the Polar cultivar developed the highest plants. The cultivars compared did not differ in the contents of individual fractions in the grain yield.

Key words: oats, grain yield, yield structure, selected cultivars, accuracy of grain 

KRZYSZTOF UKALSKI, TADEUSZ ŚMIAŁOWSKI, JOANNA UKALSKA

ANALIZA PLONOWANIA I STABILNOŚCI GENOTYPÓW OWSA ZA POMOCĄ METODY GRAFICZNEJ TYPU GGE

Streszczenie

W pracy wykonano analizę plonu rodów owsa oplewionego i nieoplewionego. Dane pochodziły z doświadczeń wstępnych przeprowadzonych w 2008 r. Badano 27 rodów owsa oplewionego i 2 wzorce w 6 miejscowościach oraz 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 wzorce w 5 miejscowościach. Do analizy plonu wykorzystano metodę graficzną biplotu typu GGE (na efekty GGE składają się efekty główne genotypów G oraz efekty interakcji genotypowo środowiskowej GEI). Na podstawie wykresów biplotu typu GGE scharakteryzowano genotypy oraz wskazano te o największym efekcie GGE w każdym środowisku. Spośród rodów owsa nieoplewionego we wszystkich badanych miejscowościach najwyżej plonowały i były dobrze adaptowalne: STH6264, CHD1368, a w przypadku owsa oplewionego: CHD1534, STH149, STH6038, STH12, KREZUS, POB3107. Zbadano stabilność genotypów typu dynamicznego tzn. wskazano genotypy, które nie wykazywały interakcji genotypowo środowiskowej GEI. Najbardziej stabilnymi rodami owsa nieoplewionego były: STH6294, CHD1408, CHD1438, CHD2567, CHD1368, a najmniej stabilnymi: STH108 i STH6315. Wśród rodów owsa oplewionego najbardziej stabilnymi były: CHD1156, CHD3833, STH12, CHD1193, zaś najmniej STH132 i POB3672. Określono genotyp idealny. Wśród rodów owsa nieoplewionego idealnym genotypem był STH6264, a w przypadku rodów owsa oplewionego STH12.

Słowa kluczowe: biplot, efekty GGE, interakcja genotypowo środowiskowa, owies nieoplewiony, owies oplewiony, stabilność

Wprowadzenie

Analiza plonu w wielu środowiskach przeprowadzana jest w celu wskazania najlepszych genotypów w programie hodowli roślin. Zadanie to nie jest łatwe z powodu występowania interakcji genotypowo-środowiskowej (ang. Genotypic Environmental Interaction - GEI) [1, 4, 7, 9, 25], zmniejszającej efektywność analizowania związku pomiędzy fenotypem (w tym przypadku plonem) a genotypem. Stosowanie średnich środowiskowych dla genotypów ma sens tylko wtedy, gdy wykluczy się istnienie efek-

Dr K. Ukalski, dr J. Ukalska, Katedra Ekonometrii i Statystyki, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, dr inż. T. Śmiałowski, Zakład Oceny Jakości i Metod Hodowli Zbóż, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Zawila 4, 30-423 Kraków

tów GEI. Zwykle jednak efekty GEI występują, a zastosowanie średnich środowiskowych nie pozwala na uwzględnienie informacji o różnym wpływie środowisk na plon genotypów [19]. Można rozróżnić dwa typy efektów GEI: typu niekrzyżowego i krzyżowego. Efekty typu niekrzyżowego występują, gdy genotypy charakteryzują się stałymi efektami środowiskowymi w miejscowościach E, a interakcja spowodowana jest różnicami wielkości reakcji (odpowiedzi na środowisko) średniej plonu genotypu na środowiska w miejscowościach [12, 18, 23]. Natomiast efekty GEI typu krzyżowego występują wówczas, gdy obserwowane są istotne zmiany średnich plonu genotypu, będące efektem zwiększonej zmienności efektów GEI w stosunku do efektów genotypowych G w środowiskach [2, 3]. W selekcji genotypów poprzez wiele środowisk hodowcy poszukują niekrzyżowego typu interakcji lub, najlepiej, braku GEI w przypadku badania ogólnej adaptacji genotypów. Natomiast krzyżowy typ efektów GEI jest pożądany w selekcji genotypów do szczególnych warunków środowiskowych [14, 15].

Do badania głównych efektów genotypowych G i środowiskowych E oraz efektów interakcji GEI stosowane są najczęściej addytywne modele analizy wariancji, które nie dostarczają jednak wystarczających informacji do określenia genotypów lub środowisk przyczyniających się do wzrostu wartości efektu interakcji GEI [16]. W tym celu Yan i wsp. [24] zaproponowali metodę graficzną biplot typu GGE [20, 21, 22, 25, 26], której podstawy stosowania zostały przedstawione przez Gabriela [5] oraz były opisywane wcześniej przez innych autorów np. przez Krzanowskiego [11]. Plon genotypów mierzony w różnych środowiskach jest sumą efektów: genotypowego (G), środowiskowego (E) i genotypowo-środowiskowego (GEI). Ze względu na to, że tylko efekty G i GEI mają znaczenie praktyczne, stosuje się określenie biplot typu GGE. Wykres tego typu jest konstruowany na podstawie analizy składowych głównych (PCA), a dokładniej na podstawie pierwszych dwóch składowych głównych (PCA1 i PCA2) wyznaczonych w tej metodzie [8].

Celem pracy było wyznaczenie wykresów biplot typu GGE, na podstawie których: przeprowadzono analizę stabilności genotypów, wskazano genotypy o największym efekcie GGE w poszczególnych środowiskach, scharakteryzowano genotypy poprzez wszystkie środowiska, znaleziono genotypy najbardziej zbliżone do genotypu idealnego.

Material i metody badań

Material badawczy stanowiły rody owsa oplewionego oraz nieoplewionego. Dane pochodziły z doświadczeń wstępnych przeprowadzonych w 2008 roku. Doświadczenia wstępne, zwane też zespołowymi, są końcowym etapem oceny polowo-laboratoryjnej rodów hodowlanych przed zgłoszeniem ich do państwowych badań rejestrowych dokonywanych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej k. Poznania. Polowe doświadczenia wstępne z rodami owsa oplewionego

i nieoplewionego założono na poletkach o powierzchni 10 m² w trzech powtórzeniach metodą bloków niekompletnych w 6 miejscowościach (dla owsa oplewionego) i 5 (dla owsa nieoplewionego). Stosowano siew mechaniczny o gęstości około 350 ziaren/m². Poletka doświadczalne zasilano nawozami stosownie do wymagań glebowych danej miejscowości. Stosowano również ochronę chemiczną (herbicydy i insektycydy) wymaganą w danej placówce.

Przebadano 27 rodów owsa oplewionego (CHD 1112/05, CHD 1156/05, CHD 1193/04, CHD 1263/04, CHD 1277/02, CHD 1329/05, CHD 1382/03, CHD 1534/04, CHD 2753/02, CHD 3757/02, CHD 3833/02, POB 3107/04, POB 3498/04, POB 3645/04, POB 3672/04, POB 5676/04, POB 5677/04, STH 116, STH 12, STH 132, STH 133, STH 149, STH 184, STH 297, STH 51, STH 5244, STH 6038) i 2 wzorce ('Deresz' i 'Krezus') w 6 miejscowościach (CHD – Kopaszewo, MAH – Małaszyn, POB – Polanowice, SOA – Sobiejuchy, STH – Strzelce, SKR – Skrzyszowice) oraz 12 rodów owsa nieoplewionego (CHD 1368/05, CHD 1377/05, CHD 1408/05, CHD 1438/05, CHD 2567/03, STH 108, STH 6264, STH 6294, STH 6296, STH 6315, STH 6345, STH 6351) i dwa wzorce ('Polar' i 'Deresz' forma oplewiona) w 5 podanych wyżej miejscowościach oprócz SKR – Skrzyszowice. Odmiana Deresz (forma oplewiona) została użyta jako wzorzec plenności dla rodów owsa nieoplewionego. Jest ona również punktem odniesienia do porównań plenności w obu seriach doświadczeń. W praktyce nie zakłada się doświadczeń polowych jednocześnie z rodami owsa oplewionego i nieoplewionego ze względu na duże różnice pomiędzy nimi.

Wykonano analizę wariancji (oddzielnie w przypadku owsa oplewionego i nieoplewionego) według modelu mieszanego, w którym efekty genotypowe G potraktowano jako stałe, a efekty środowiskowe E i efekty interakcji genotypowo-środowiskowej GE jako losowe.

Na podstawie średnich plonów genotypów z miejscowości (środowisk) wykonano analizę składowych głównych PCA, której wyniki wykorzystano przy tworzeniu wykresów biplot typu GGE.

Zastosowano metodę AEC (Average Environment Coordination Method) [20, 22], polegającą na wyznaczeniu punktu średniego środowiska E (średnia wartość plonu wszystkich genotypów poprzez środowiska) na podstawie wartości średnich pierwszych dwóch składowych głównych PCA1 i PCA2. Następnie, przez punkt E i środek układu wykresu biplot, przeprowadza się prostą, która służy jako oś odciętych dla AEC. Strzałka w punkcie E wskazuje kierunek osi odciętych AEC. Prowadząc, z pozycji genotypów, linię prostopadłą do osi odciętych AEC, można ustalić średnie wartości plonów genotypów poprzez środowiska.

Zastosowane w pracy analizy statystyczne oraz prezentowane w pracy wykresy wykonano przy użyciu pakietu SAS, za pomocą procedur: PRINCOMP i GPLOT [10, 13, 17].

Wyniki i dyskusja

Na podstawie analizy wariancji plonu badanych rodów owsa oplewionego (tab. 1) stwierdzono istotny wpływ wszystkich efektów przyjętego modelu. 93,9 % całkowitej zmienności plonu (G+E+GEI) zostało wyjaśnione przez efekt środowiska (miejscowości), podczas gdy efekt genotypowy (G) i efekt interakcji genotypowo - środowiskowej (GEI) wyjaśniły pozostałe 6,10 %, z czego 1,80 % (G) oraz 4,30 % (GEI). Wyniki analizy wariancji plonu rodów owsa nieoplewionego (tab. 2) wskazują, że na plon istotnie wpływał efekt miejscowości (p-value < 0,0001), który wyjaśnił 87,41 % całkowitej zmienności, podczas gdy efekt genotypowy (G) i efekt interakcji genotypowo-środowiskowej (GEI), również istotne, wyjaśniły odpowiednio tylko 8,80 % oraz 3,79 % całkowitej zmienności plonu. Najczęściej w tego typu doświadczeniach w wielu środowiskach efekty E, G i GEI wyjaśniają odpowiednio 80, 10 i 10 % całkowitej zmienności plonu [6].

Tabela 1

Zestawienie wyników analizy wariancji plonu 27 rodów owsa oplewionego i 2 wzorców w 6 miejscowościach.

Comparison of the variation analysis results of yield data ref. to 27 covered grain oat genotypes and 2 standards tested across 6 environments.

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square	p-value	[% całkowitej zmienności] (G+E+GEI) [% of total variation]
Miejscowość (środowisko) E Environment	5	32682,43	<0,0001	93,90
Bloki w miejscowości Blocks in one environment	102	109,45	–	–
Genotypy G / G genotype	28	111,63	<0,0001	1,80
Interakcja GEI GEI interaction	140	53,50	<0,0001	4,30
Błąd / Error	246	23,87	–	–

Tabela 2

Zestawienie wyników analizy wariancji plonu 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 wzorców w 5 miejscowościach.

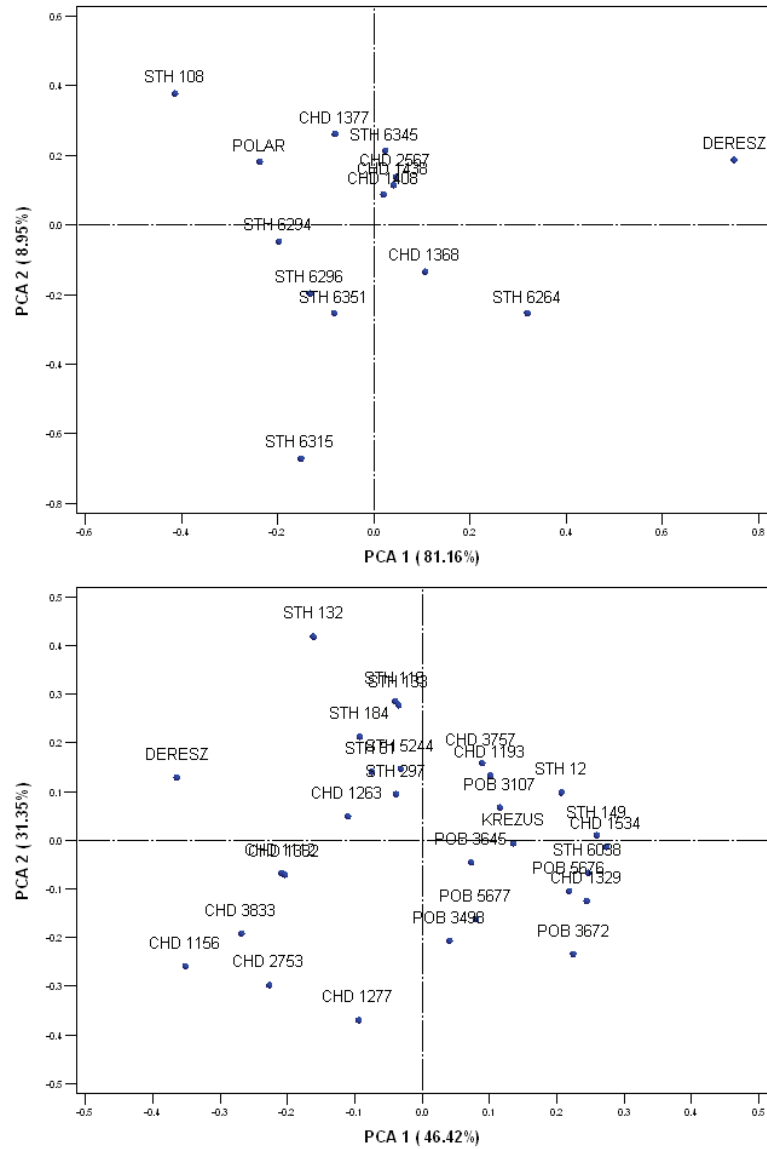
Comparison of the variance analysis results of yield data ref. to 12 naked grain oat genotypes and 2 standards tested across 5 environments.

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square	p-value	[% całkowitej zmienności] (G+E+GEI) [% of total variation]
Miejscowość (środowisko) E Environment	4	10128,45	<0,0001	87,41
Bloki w miejscowości Blocks in one environment	55	49,52	–	–
Genotypy G / G genotype	13	313,73	<0,0001	8,80
Interakcja GEI GEI interaction	52	33,78	<0,0001	3,79
Błąd / Error	85	8,36	–	–

Analiza dwóch pierwszych składowych głównych wykonana na średnich wartościach plonów genotypów owsa oplewionego z miejscowości pozwoliła na następujący podział efektów GGE przez metodę graficzną biplot typu GGE: pierwsza składowa główna PCA1 wyjaśnia 46,42 % zmienności GGE, a druga PCA2 31,35 %. W przypadku rodów owsa nieoplewionego uzyskano odpowiednio 81,16 % (PCA1) i 8,95 % (PCA2).

Rozmieszczenie genotypów w układzie dwóch pierwszych składowych głównych przedstawiono na rys. 1. Na górnym wykresie (rys. 1) przedstawiono położenie rodów owsa nieoplewionego, a na dolnym rodów owsa oplewionego.

Obiekty o wartościach PCA1>0 są charakteryzowane jako wysoko plonujące, natomiast o wartościach PCA2 bliskich 0 jako dobrze adaptujące się. Spośród 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 odmian (wzorców) wysoko plonującymi i dobrze adaptującymi się w badanych środowiskach były: STH6264, CHD1368 (pominięto położenie odmiany Deresz jako formy oplewionej, która pełniła rolę punktu odniesienia do porównań plenności w obu seriach doświadczeniach), natomiast spośród badanych 27 rodów i 2 odmian (wzorców) owsa oplewionego były: CHD1534, STH149, STH6038, STH12, KREZUS, POB3107.



Rys. 1. Biplot typu GGE wykonany na wartościach składowych głównych dla genotypów. Górny wykres dla 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 wzorców, a dolny dla 27 rodów owsa oplewionego i 2 wzorców.

Fig. 1. GGE bi-plot based on principal components for genotypes. Upper chart: for 12 naked grain oat genotypes and 2 standards; bottom chart: for 27 covered grain oat genotypes and 2 standards.

Kolejnym zagadnieniem związanym z metodą biplot GGE jest poszukiwanie genotypów o największym efekcie GGE w każdym środowisku. Na wykresie tworzący

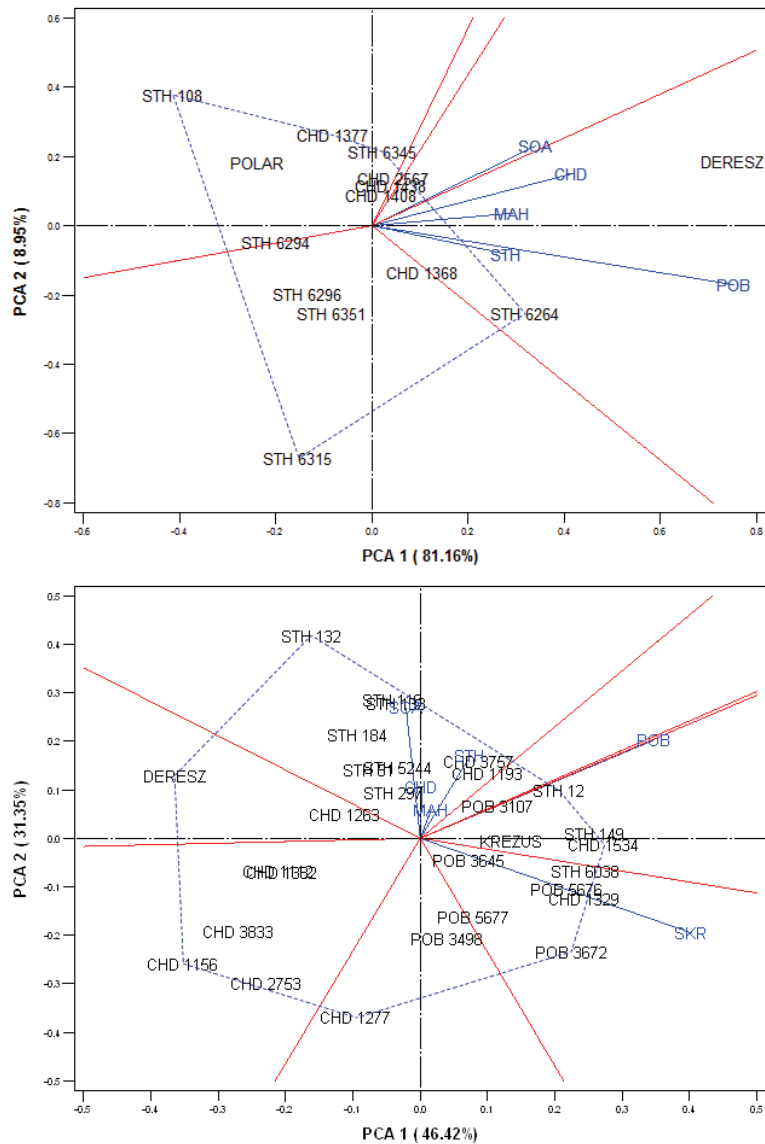
jest wielokąt, który powstaje przez połączenie pozycji obiektów (genotypów), położonych najdalej od środka układu wykresu biplot. Wszystkie pozostałe obiekty zawarte są w utworzonym wielokącie. Linie tworzące obszary są liniami prostopadłymi do boków wielokąta lub ich przedłużeń. W powstałych obszarach można również obserwować położenie miejscowości, co umożliwi badanie tzw. mega-środowisk na danym obszarze [6, 21, 24].

Na rys. 2. (górny wykres), 12 rodów owsa nieoplewionego, 2 odmiany (wzorce) i 5 miejscowości zostało rozlokowanych w 5 obszarach. W tym przypadku nie brano pod uwagę odmiany Deresz jako formy oplewionej. Najciekawszym uzyskanym obszarem jest sektor, w którym znalazły się prawie wszystkie miejscowości (środowiska). Wysokim (najczęściej największym) średnim plonem w 4 miejscowościach (CHD – Kopaszewo, POB – Polanowice, MAH – Małaszyn, STH – Strzelce) charakteryzował się ród STH6264. Wśród rodów owsa nieoplewionego wysoko plonujących i dobrze adaptujących się, pozostał również CHD1368, znajdujący się na granicy omawianego obszaru. W celu uproszczenia wniosków, można go również dołączyć do obszaru poprzedniego obiektu. Piąta miejscowość – Sobiejuchy (SOA) – znalazła się w obszarze, w którym były rody: CHD2567, CHD1438, CHD1408. Są to rody, które plonowały na średnim poziomie w 5 środowiskach, ale w miejscowości Sobiejuchy charakteryzowały się największymi średnimi plonami.

Na rys. 2 (dolny wykres), 27 rodów owsa oplewionego, 2 odmiany (wzorce) i 6 miejscowości zostało rozlokowanych w 7 obszarach. Miejscowości znalazły się w 3 sektorach. W obszarze utworzonym przez ród STH132 znalazły się: Sobiejuchy (SOA), Strzelce (STH), Kopaszewo (CHD), Małaszyn (MAH). Zatem najlepiej plonującym rodem w tych środowiskach był STH132, ale wysoko plonującymi były również rody (w kolejności malejącej): STH116, STH133, STH184, CHD3757, STH5244, STH51, CHD1193, STH297. W obszarze, w którym najwyższe plony osiągnął CHD1534 znalazła się miejscowość Polanowice (POB). W tym środowisku wysokie plony osiągnęły także (w kolejności malejącej): STH149, STH12, KREZUS, POB3107. W trzecim obszarze utworzonym przez ród POB3672 była miejscowość Skrzyszowice (SKR), w której wysokim plonem charakteryzowały się, oprócz POB3672, rody (w kolejności malejącej): STH6038, CHD1329, POB5676, POB5677, POB3645.

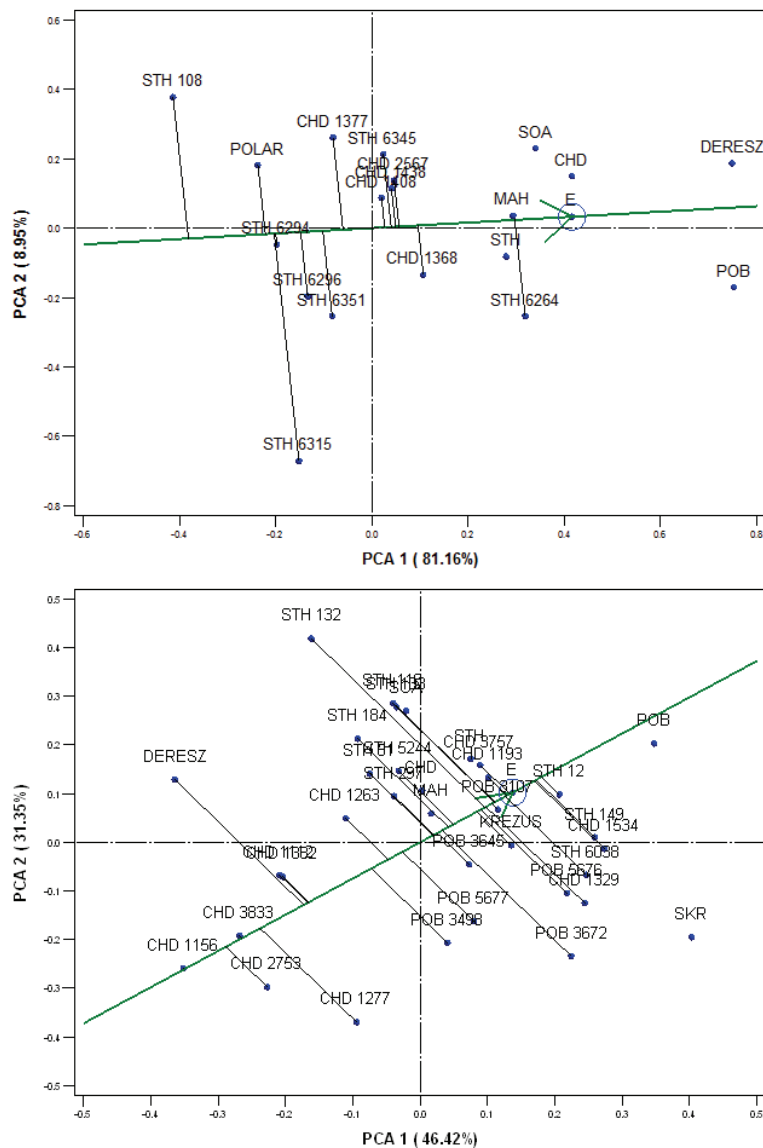
Rys. 3 umożliwia określenie stabilności genotypów i wielkości średnich (poprzez miejscowości) plonów tych genotypów. W tym celu wykorzystano opisaną w metodyce metodę AEC. Spośród 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 odmian (wzorców) (rys. 3, górny wykres) żaden genotyp nie plonował powyżej średniej wartości plonu, oprócz będącej wzorcem odmiany Deresz. Natomiast największe średnie plony osiągnęły (w kolejności malejącej): STH6264, CHD1368, CHD2567. Wśród 27 rodów i 2 wzorców owsa oplewionego (rys. 3, dolny wykres) większe

średnie plony od punktu średniego środowiska E osiągnęły (w kolejności malejącej):
STH12, STH149, CHD1534.



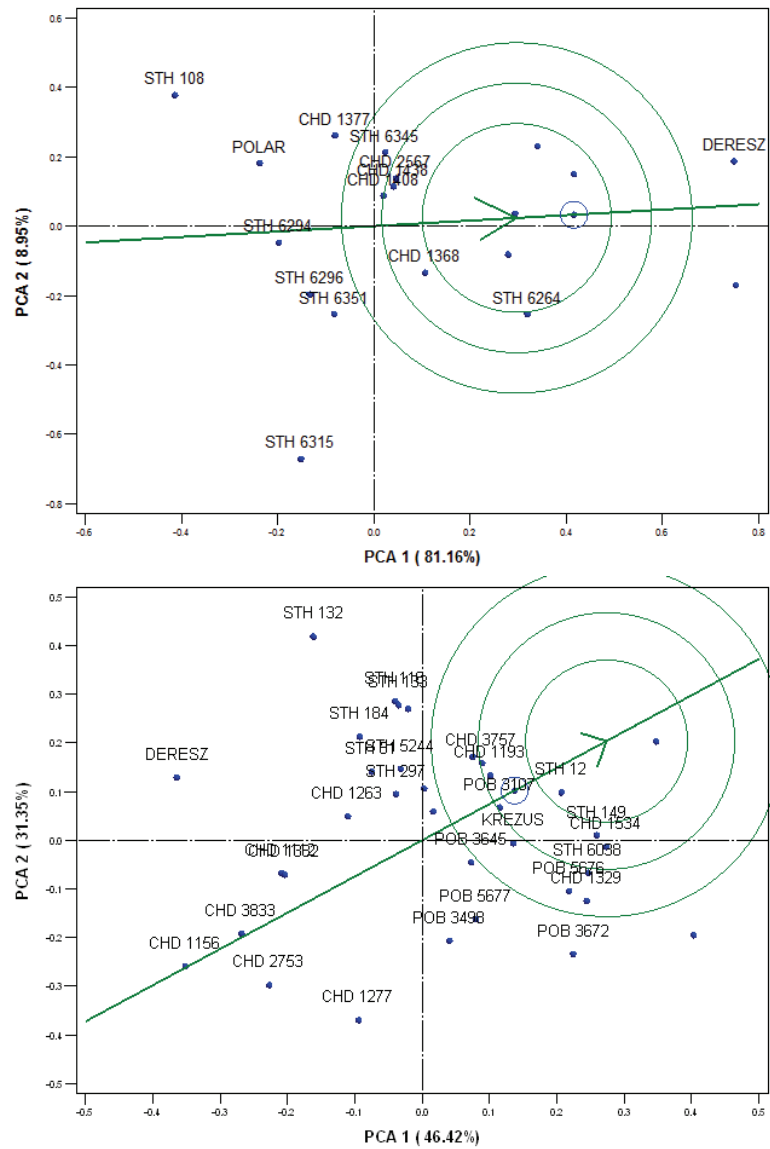
Rys. 2. Wielokąt na biplocie typu GGE wykonany na wartościach składowych głównych dla genotypów i miejscowości (środowisk). Górny wykres dla 12 rodów owsa nieoplewionego, 1 wzorca i 5 miejscowości, a dolny dla 27 rodów owsa oplewionego, 2 wzorców i 6 miejscowości.

Fig. 2. Polygon views of the GGE bi-plot based on principal components for genotypes and environments. Upper chart: for 12 naked grain oat genotypes, 1 standard and 5 environments; bottom chart: for 27 covered grain oat genotypes, 2 standards and 6 environments.



Rys. 3. Widok AEC na biplotie typu GGE wykonany na wartościach składowych głównych dla genotypów i miejscowości (środowisk). Górny wykres dla 12 rodów owsa nieoplewionego, 2 wzorców i 5 miejscowości, a dolny dla 27 rodów owsa oplewionego, 2 wzorców i 6 miejscowości. E jest „średnim środowiskiem”.

Fig. 3. Average Environment Coordination (AEC) views of the GGE bi-plot based on principal components for genotypes and environments. Upper chart: for 12 naked grain oat genotypes, 2 standards and 5 environments; bottom chart: for 27 covered grain oat genotypes, 2 standards and 6 environments. E is the “average environment”.



Rys. 4. Porównanie genotypów z genotypem idealnym. Prawy wykres dla 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 wzorców, a lewy dla 27 rodów owsa oplewionego i 2 wzorców.

Fig. 4. A comparison between genotypes and the ideal genotype. Right chart: for 12 naked grain oat genotypes and 2 standards; left chart: for 27 covered grain oat genotypes and 2 standards.

Długość poprowadzonych linii prostopadłych do osi odciętych AEC pozwala określić stabilność genotypów typu dynamicznego, czyli pokazać, które genotypy nie wykazują interakcji genotypowo-środowiskowej GEI. Najbardziej stabilnymi

dynamicznie rodami owsa nieoplewionego (rys. 3, górny wykres) były: STH6294, CHD1408, CHD1438, CHD2567, CHD1368, natomiast rody STH108 i STH6315 były najmniej stabilne. Wśród 27 rodów i 2 wzorców owsa oplewionego (rys. 3, dolny wykres) najbardziej stabilnymi dynamicznie były: CHD1156, CHD3833, KREZUS, STH12, CHD1193. U rodów STH132, POB3672 oraz genotypu Deresz bardzo duży wpływ na wielkość plonu miała interakcja genotypowo-środowiskowa GEI.

Tzw. genotyp idealny powinien charakteryzować się największymi średnimi wartościami plonu i wykazywać się dobrą stabilnością w badanych środowiskach, gdyż obie te cechy są jednakowo ważne [20]. Na linii AEC (zerowa wartość efektu interakcji genotypowo-środowiskowej GEI) tworzony jest wektor, którego długość jest określona przez obiekty najlepiej plonujące (rys. 4). Koniec wektora wyznaczający położenie genotypu idealnego jest środkiem okręgów o różnych długościach promieni, które mają wskazywać genotypy najbardziej zbliżone do genotypu idealnego. Spośród rodów owsa nieoplewionego (rys. 4, górny wykres) w pierwszym okręgu znalazł się genotyp STH6264, czyli był to idealny genotyp w znaczeniu uzyskiwania wysokich średnich plonów i dobrej stabilności w badanych środowiskach. W drugim okręgu były rody: CHD1368, CHD1408, CHD1438, CHD2567, zatem można je uznać również za rody o pożądanym własnościach plonu i stabilności.

Wśród badanych rodów owsa oplewionego (rys. 4, dolny wykres) idealnym genotypem był ród STH12. W drugim okręgu znalazły się obiekty zbliżone do genotypu idealnego: CHD1193, POB3107, STH149, CHD1534, STH6038.

Wnioski

1. Analiza wariancji obu grup: 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 odmian (wzorców) oraz 27 rodów i 2 odmian (wzorców) owsa oplewionego wskazały istotność wszystkich efektów modeli i odpowiedni ich udział w wyjaśnianiu całkowitej zmienności plonu (G+E+GEI).
2. Pierwsze dwie składowe główne uzyskane na podstawie średnich wartości plonu rodów w badanych środowiskach wyjaśniały 78 % całkowitej zmienności plonu 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 odmian (wzorców) w 6 miejscowościach oraz 90 % 27 rodów i 2 odmian (wzorców) owsa oplewionego w 5 miejscowościach.
3. Spośród 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 odmian (wzorców) we wszystkich badanych miejscowościach najwyżej plonują i są dobrze adaptowalne: Deresz (wzorzec, forma oplewiona), STH6264 i CHD1368. Natomiast do grupy dobrze adaptowalnych, ale plonujących na średnim poziomie, należą: CHD2567, CHD1438, CHD1408. W przypadku 27 rodów i 2 odmian (wzorców) owsa oplewionego wyróżniono 3 grupy miejscowości, dla których znaleziono najwyżej plonujące i dobrze adaptowalne rody. Pierwszą grupę (obszar), utworzoną przez najlepiej plonujący ród STH132 tworzą: Sobiejuchy (SOA), Strzelce (STH),

- Kopaszewo (CHD), Małaszyn (MAH). W tych środowiskach wysoko plonują także rody (w kolejności malejącej): STH116, STH133, STH184, CHD3757, STH5244, STH51, CHD1193, STH297. Drugi obszar, określony przez ród CHD1534 stanowią Polanowice (POB), w których najlepsze, poza CHD1534, plony osiągają (w kolejności malejącej): STH149, STH12, KREZUS, POB3107. Trzeci obszar z miejscowością Skrzyszowice (SKR) został utworzony przez najlepiej plonujący ród POB3672, w którym wysokie plony osiągają także rody (w kolejności malejącej): STH6038, CHD1329, POB5676, POB5677, POB3645.
4. Badanie stabilności genotypów typu dynamicznego (genotypy nie wykazujące interakcji genotypowo-środowiskowej GEI) pozwoliło w grupie 12 rodów owsa nieoplewionego wskazać najbardziej stabilne: STH6294, CHD1408, CHD1438, CHD2567, CHD1368 i najmniej stabilne: STH108 i STH6315. Wśród 27 rodów owsa oplewionego najbardziej stabilnymi są: CHD1156, CHD3833, STH12, CHD1193, zaś najmniej STH132 i POB3672.
 5. W przypadku 12 rodów owsa nieoplewionego i 2 wzorców, idealnym genotypem, w znaczeniu uzyskiwania wysokich średnich plonów i dobrej stabilności w badanych środowiskach, jest STH6264. Natomiast rodami pożądanymi są: CHD1368, CHD1408, CHD1438, CHD2567. Wśród 27 rodów owsa oplewionego i 2 wzorców idealnym genotypem jest STH12, a pożądanymi: CHD1193, POB3107, STH149, CHD1534, STH6038.

Literatura

- [1] Annicchiarico P.: Genotype X Environment Interactions – Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations. Plant Production and Protection Paper 174, FAO, Rome 2002.
- [2] Atlin G.N., McRae K.B., Lu X.: Genotype X region interaction for two-row barley yield in Canada. *Crop Sci.*, 2000, **40**, 1-6.
- [3] Atlin G.N., Baker R.J., McRae K.B., Lu X.: Selection response in subdivided target regions. *Crop Sci.*, 2000, **40**, 7-13.
- [4] Baker R.J.: Genotype-environment interactions. (<http://homepage.usask.ca/~rjb609/gxe.html>) 2002.
- [5] Gabriel K.R.: The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 1971, **58**, 453-467.
- [6] Gauch G.H., Zobel R.W.: Interpreting mega-environments and targeting genotypes. *Crop Sci.*, 1997, **37**, 311-326.
- [7] Hill J., Becker H.C., Tigerstedt P.M.A.: Quantitative and ecological aspects of plant breeding. Chapman and Hall, London 1998.
- [8] Jankowski P., Zieliński A., Mądry W.: Analiza interakcji genotyp-środowisko dla pszenicy ozimej z wykorzystaniem metody graficznej biplot typu GGE. Część I. *Metodyka. Biuletyn IHAR*, 2006, **240/241**, 51-60.
- [9] Kang M. S.: Genotype-environment interactions: Progress and prospects. In: M.S. Kang (Ed), *Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding*, CAB International Wallingford, UK 2002, pp. 221-243.

- [10] Khattree R., Naik D.N.: Multivariate data reduction and discrimination with SAS software. SAS Institute Inc., Cary, NC 2000.
- [11] Krzanowski W.: Principles of multivariate analysis. A user's perspective. Clarendon Press, Oxford 1988.
- [12] Lin C.S., Binns M.R.: Concepts and methods for analyzing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breeding Reviews*, 1994, **12**, 271-297.
- [13] Littell R.C., Milliken G.A., Stroup W.W., Wolfinger R.D.: SAS system for mixed models. SAS Institute Inc., Cary, NC 1996.
- [14] Matus-Cadiz M.A., Hucl P., Perron C.E., Tyler R.T.: Genotype \times environment interaction for grain color in hard white spring wheat. *Crop Sci.*, 2003, **43**, 219-226.
- [15] Mądry W., Talbot M., Ukalski K., Drzazga T., Iwańska M.: Podstawy teoretyczne znaczenia efektów genotypowych i interakcji w hodowli roślin na przykładzie pszenicy ozimej. *Biuletyn IHAR*, 2006, **240/241**, 13-32.
- [16] Samonte S.O.P. B., Wilson L.T., McClung A.M., Medley J.C.: Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analysis. *Crop Sci.*, 2005, **45**, 2414-2424.
- [17] SAS/STAT User's Guide, Version 9.1. SAS Institute, Cary NC 2004.
- [18] Simmonds N.W., Smartt J.: Principles of Crop Improvement. Blackwell Science, Oxford 1999.
- [19] Voltas J., Eeuwijk F., Igartua E., Garcia del Moral L.F., Molina-Cano J.L., Romagosa I.: Genotype by environment interaction and adaptation in barley breeding: basic concepts and methods of analysis. In: *Barley science recent advances from molecular biology to agronomy of yield and quality* (Eds.: G.A. Slaver, J.L. Molina-Cano, R. Savin, J.L. Araus and I. Romagosa). The Haworth Press, NY 2002, pp. 205-241.
- [20] Yan W.: Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data. *Agron. J.*, 2002, **94**, 990-996.
- [21] Yan W., Cornelius P.L., Crossa J., Hunt L.A.: Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. *Crop Sci.*, 2001, **41**, 656-663.
- [22] Yan W., Hunt L.A.: Interpretation of genotype \times environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Sci.*, 2001, **41**, 19-25.
- [23] Yan W., Hunt L. A., Johnson P., Stewart G., Lu X.: On-farm strip trials vs. Replicated performance trials for cultivar evaluation. *Crop Sci.*, 2002, **42**, 385-392.
- [24] Yan W., Hunt L.A., Sheng Q., Szlavnic Z.: Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci.*, 2000, **40**, 597-605.
- [25] Yan W., Kang M.S.: GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, genetics and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL 2003.
- [26] Yan W., Rajcan I.: Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.*, 2002, **42**, 11-20.

YIELD AND STABILITY ANALYSIS OF OAT GENOTYPES USING GRAPHICAL GGE METHOD

Summary

Under this study, a yield analysis of covered grain and naked grain oat strains was carried out. The data originated from the preliminary trial experiments accomplished in 2008. There were examined: 27 covered grain oat genotypes and 2 standards in 6 environments, and 12 naked grain oat genotypes and 2 standards in 5 environments. A graphical bi-plot method of GGE type was applied to the yield analysis

(the GGE effects comprise a sum of main effects of G genotypes and the effects of GEI genotypic environmental interaction). Based on the GGE bi-plots, the genotypes were characterized and those showing the highest GGE effect in each environment were pointed out. From among the naked grain oat strains in all the environments studied, STH6264 and CHD1368 had the highest yield and were well adaptable, and as for the covered grain oat strains: CHD1534, STH149, STH6038, STH12, KREZUS, POB3107. A dynamic concept of stability was studied, i.e. those oat genotypes were identified, which did not show any genotypic environment interaction. The most stable naked grain oat strains were: STH6294, CHD1408, CHD1438, CHD2567, CHD1368 and the most unstable: STH108 and STH6315. The most stable covered grain oat strains were: CHD1156, CHD3833, STH12, CHD1193 and the most unstable STH132 and POB3672. An ideal genotype was determined. Among the naked grain oat strains, STH6264 was the most ideal genotype, whereas among the covered grain genotypes: STH12.

Key words: bi-plot, covered grain oats, genotypic environmental interaction, GGE effects, naked grain oats, stability ☒

KAZIMIERZ KLIMA, TEOFIL ŁABZA

PLONOWANIE I EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA UPRAWY OWSA W SIEWIE CZYSTYM I MIESZANYM W SYSTEMIE EKOLOGICZNYM I KONWENCJONALNYM

Streszczenie

W dwuczynnikowym doświadczeniu polowym badano plonowanie i efektywność ekonomiczną uprawy owsa w siewie czystym oraz w mieszankach z jęczmieniem jarym i pszenżytem jarym. Zboża uprawiano w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. W wyniku badań stwierdzono, że plony owsa i jego mieszanek z innymi zbożami uzyskane w systemie ekologicznym były o 12 % mniejsze w porównaniu z systemem konwencjonalnym.

Owies uprawiany w siewie czystym wydał mniejszy plon w stosunku do jego uprawy w mieszance z jęczmieniem jarym. Zaniechanie stosowania nawozów sztucznych i pestycydów spowodowało blisko 5-krotne zmniejszenie wartości kosztów bezpośrednich. Mimo mniejszej wartości produkcji uzyskanej z uprawy w systemie ekologicznym, dochód osobisty był 4-krotnie większy niż z upraw prowadzonych w systemie konwencjonalnym.

Słowa kluczowe: owies, rolnictwo ekologiczne, rolnictwo konwencjonalne, mieszanki zbożowe, efektywność ekonomiczna

Wstęp

Owies postrzegany jest jako gatunek powtarzalnie plonujący na glebach kompleksów żytnich i górskich oraz w warunkach ekstensywnego gospodarowania [13]. Dlatego jest on preferowany do uprawy w siewach czystych i mieszanych według zasad rolnictwa ekologicznego [3]. W dotychczasowej literaturze dotyczącej uprawy roli i roślin zgodnie ze wskazaniami systemu ekologicznego brak jest wyników badań wynikających ze ścisłego doświadczenia polowego, a dotyczących efektywności ekonomicznej uprawy owsa. Stało się to asumptem do podjęcia badań w tym zakresie.

Celem badań było określenie plonowania i efektywności ekonomicznej uprawy owsa w siewie czystym i mieszanek owsa z jęczmieniem jarym i pszenżytem jarym w systemie konwencjonalnym i ekologicznym.

Material i metody badań

Przedmiotem badań było dwuczynnikowe doświadczenie polowe realizowane w latach 2006 - 2009 w Górskiej Stacji Doświadczalnej Katedry Agrotechniki i Ekologii Rolniczej zlokalizowanej w Czynnej k. Krynicy. Stacja położona jest w południowo-zachodniej części Beskidu Niskiego na wysokości 545 m n.p.m.

Doświadczenie założono metodą podbloków losowanych w 12 powtórzeniach. Powierzchnia jednego poletka wynosiła 22 m². Czynnikiem pierwszym były dwa systemy rolnicze: konwencjonalny i ekologiczny. Czynnikiem drugim był siew czysty owsa odmiany Borowiak oraz mieszanek zbożowych z udziałem tego gatunku: 110 kg owsa (325 ziaren m⁻²) + 85 kg/ha jęczmienia jarego (205 ziaren m⁻²) odmiany Boss; 110 kg/ha owsa (325 ziaren m⁻²) + 100 kg/ha pszenżyta jarego (284 ziaren m⁻²) odmiany Wanad; 73 kg/ha owsa (216 ziaren m⁻²) + 67 kg/ha pszenżyta jarego (189 ziaren m⁻²) + 57 kg/ha jęczmienia jarego (137 ziaren m⁻²). Zboża uprawiano w ogniwie płodozmianowym: ziemniaki na oborniku (33 t ha⁻¹ obornika), zboża jare i mieszanki zbożowe; mieszanki zbożowo-strączkowe. W systemie ekologicznym nie stosowano nawozów i pestycydów sztucznie syntetyzowanych. W celu ograniczenia zachwaszczenia stosowano bronowanie zasiewów zbóż. Natomiast w systemie konwencjonalnym stosowano nawozy sztuczne i pestycydy. Przed orką przedzimową zastosowano wyliczoną dawkę 78 kg ha⁻¹ P₂O₅ oraz 67 kg ha⁻¹ K₂O. Ogólną dawkę azotu wynoszącą 72 kg ha⁻¹ N podzielono na przedsewną i pogłówną. W końcu fazy krzewienia zastosowano Granstar w dawce 24 g ha⁻¹ w celu zwalczania chwastów.

Wyliczenia wskaźnika efektywności ekonomicznej, nadwyżki bezpośredniej, dochodu rolniczego i dochodu osobistego dokonano wg standardów Unii Europejskiej [1]. Do kosztów bezpośrednich zaliczono koszty nawozów, pestycydów i ziarna siewnego zużytych w doświadczeniu. Koszty pośrednie obejmowały koszty zabiegów uprawowych i usług, których wartość przyjęto za Zalewskim i wsp. [14].

Ceny poszczególnych środków przyjęto z 2009 r. [4]. Koszty uprawy zbóż obliczano biorąc pod uwagę okres od zbioru przedplonu do zbioru rośliny następczej. Przez wzgląd na utrudnione warunki gospodarowania (uprawa na stoku) koszty eksploatacji sprzętu uprawowego poddano weryfikacji, przyjmując wydajność eksploatacyjną $K_{0,7}$ w odniesieniu do warunków eksploatacji trudnej [10]. Wartość rynkową wyprodukowanego ziarna określono na podstawie cen skupu w 2009 roku [4].

Doświadczenie założono na glebie brunatnej wytworzonej ze zwiertzeliny skał fliszowych o składzie granulometrycznym gliny średniej szkieletowej. Zawartość w glebie przyswajalnych form fosforu i potasu była średnia, pH w KCl 5,4, zawartość

węgla organicznego 1,64 %. Glebę zaliczono do 12 kompleksu owsianoziemniaczanego-górskiego, V klasy bonitacyjnej.

Tabela 1

Miesięczny rozkład opadów w okresie wegetacji zbóż w latach 2006 – 2009 [mm].

Monthly distribution of precipitation during the vegetation period of cereals in the years 2006 - 2009 [mm].

Lata Years	Miesiące Months					Suma opadów Total precipitation	
	IV	V	VI	VII	VIII	IV-VIII	I-XII
2006	59,3	111,6	239,1	228,0	97,4	530,2	790,7
2007	25,8	60,0	94,2	54,6	58,0	292,6	930,5
2008	46,8	40,3	39,7	185,1	60,6	372,5	857,6
2009	15,5	123,7	153,3	96,2	60?	448?	
1981 - 2002	62,0	99,6	118,6	111,2	91,0	482,3	838,9

Biorąc pod uwagę miesięczne sumy opadów oraz kryteria opracowane przez Kaczorowską [5] sezony wegetacyjne 2006 i 2009 r. zaliczono do przeciętnych (tab. 1), sezon 2008 r. do suchych, zaś sezon 2007 r. do bardzo suchych. Sumy i rozkład opadów w sezonie wegetacyjnym 2009 r. były najbardziej zbliżone do optymalnych dla owsa uprawianego w warunkach górskich, a określonych przez Klimę i Pisulewską [9].

Wyniki badań opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji. Istotność średnich różnic obiektowych testowano z wykorzystaniem procedury porównań wielokrotnych z wykorzystaniem testu Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Średni plon owsa i mieszanek z udziałem tego gatunku uprawianych w systemie ekologicznym był o 12 % mniejszy w porównaniu z uprawą w systemie konwencjonalnym (tab. 2). Uzyskany rezultat jest potwierdzeniem wyników badań prowadzonych przez Borówczaka i wsp. [2], którzy wykazali zmniejszenie plonów zbóż z upraw ekologicznych średnio o 40 % w porównaniu z wydajnością w systemie konwencjonalnym.

Owies uprawiany w czystym siewie wydał mniejszy plon w porównaniu z mieszanką tego gatunku z jęczmieniem jarym i mieszanką trójgatunkową. Na pozytywne oddziaływanie jęczmienia jarego i owsa w mieszankach skutkujące większym plonem w stosunku do siewów czystych przynajmniej jednego z tych gatunków zwraca uwagę wielu autorów [6, 7]. Mniejszy plon mieszanki owsa z pszenżytem jarym niż owsa

z jęczmieniem jarym mógł być spowodowany konkurencyjnością o promieniowanie słoneczne owsa i pszenżyta jarego. Innym objawem niekorzystnego sąsiedztwa owsa i pszenżyta jarego jest większe zapotrzebowanie na wodę występujące u tych zbóż w tych samych okresach sezonu wegetacyjnego. Mogło to spowodować konkurencyjne, a nie suplementarne wykorzystanie dostępnych zasobów wodnych. Takie przyczyny mniejszych plonów mieszanki owsa z pszenżytem jarym zauważa Szarek [12].

Tabela 2

Plon ziarna owsa i mieszanek zbożowych w zależności od systemu uprawy [$t \cdot ha^{-1}$].
Yield of oats grain and cereal mixtures depending of the tillage system [$t \cdot ha^{-1}$].

Obiekt Object	System rolniczy Farming system		\bar{x}
	konwencjonalny conventional	ekologiczny organic	
Owies / Oats	3,55	3,03	3,29
Owies + jęczmień jary / Oats + spring barley	4,09	3,86	3,97
Owies + pszenżyto jare / Oats + spring triticale	3,78	3,15	3,47
Owies + pszenżyto jare + jęczmień jary Oats + spring triticale + spring barley	3,81	3,55	3,68
\bar{x}	3,81	3,39	3,60
NIR /LSD _{0,05} dla systemu uprawy / for farming system	0,19		
NIR /LSD _{0,05} dla siewów czystych i mieszanek / for pure sowing and mixed sowing			0,25

Nie stosowanie nawozów sztucznych i pestycydów w uprawie owsa i jego mieszanek zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego spowodowało zmniejszenie wartości produkcji o 12 % (tab. 3). W warunkach uprawy bez nawożenia mineralnego zanotowano blisko 5-krotne zmniejszenie kosztów bezpośrednich. Efektem tego było uzyskanie większego dochodu rolniczego o 436 zł oraz większego wskaźnika opłacalności w systemie uprawy ekologicznej. Podobne wyniki otrzymali Jończyk i Kopiński [7]. Po dodaniu do dochodu rolniczego płatności bezpośredniej oraz dopłaty ekologicznej okazało się, że w tym systemie dochód osobisty uzyskany z uprawy owsa i jego mieszanek był blisko 4-krotnie większy w porównaniu z systemem konwencjonalnym. Uzyskane efekty produkcyjne upraw prowadzonych systemem ekologicznym w warunkach górskich Beskidu Niskiego są potwierdzeniem wyników otrzymanych z upraw w tym samym systemie, ale warunkach nizinnych [11].

Tabela 3

Wartość produkcji oraz wskaźniki oceny ekonomicznej siewów czystych i mieszanych.
Production Value and indices of economic efficiency for pure sowing and mixed sowing.

Wyszczególnienie Specification	Wartość produkcji Production value [zł·ha ⁻¹]		Koszty bezpo- średnie Direct costs [zł·ha ⁻¹]		Koszty ogółem Total costs [zł·ha ⁻¹]		Nadwyżka bezpo- średnia Direct surplus [zł·ha ⁻¹]		Dochód rolniczy Agricultural in- come [zł·ha ⁻¹]		Dochód osobisty Personal income [zł·ha ⁻¹]		Wskaźnik opłacalności Economic efficiency index [%]		Graniczny poziom plonu Limiting level of yielding [t·ha ⁻¹]	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
Owies / Oats	1964,6	1675,8	698,5	134,8	1952,7	1254,4	1058,0	1180,0	11,9	421,4	620,5	1869,9	100	133	3,53	2,26
Owies + jęczmień jary Oats + spring barley	1779,1	1544,2	680,4	117,6	1934,6	1237,2	1098,7	1561,5	-155,5	307,0	453,1	1755,6	92	124	4,59	2,84
Owies + pszenżyto jare Oats + spring triticale	1644,3	1370,2	692,2	131,4	1946,4	1251,0	952,1	1238,8	-302,1	131,4	306,5	1580,0	84	110	4,47	2,87
Owies + jęczmień jary + pszenżyto jare Oats + spring barley + spring triticale	1657,3	1544,2	696,1	136,3	1950,3	1255,9	961,2	1407,9	-293,0	136,3	315,6	1584,9	85	109	4,48	3,23
\bar{x}	1761,3	1533,6	691,8	130,0	1946,0	1249,6	1017,5	1347,0	-187,6	249,0	423,9	1697,6	90	119	4,27	2,80

Objaśnienia: Explanatory notes:

K - system konwencjonalny / conventional system; E - system ekologiczny / organic system.

Wnioski

1. Plony owsa i jego mieszanek z innymi zbożami uzyskane w systemie ekologicznym były o 12 % mniejsze w porównaniu z systemem konwencjonalnym.
2. Owies uprawiany w siewie czystym wydał mniejszy plon w stosunku do jego uprawy w mieszance z jęczmieniem jarym.
3. W warunkach uprawy owsa w siewie czystym i w mieszankach bez stosowania nawozów sztucznych i pestycydów wartość kosztów bezpośrednich była blisko 5-krotnie mniejsza w porównaniu z uprawą w systemie konwencjonalnym.
4. Mimo mniejszej wartości produkcji uzyskanej z uprawy w systemie ekologicznym, dochód osobisty był 4-krotnie większy niż z upraw prowadzonych w systemie konwencjonalnym.
5. W systemie konwencjonalnym owies i jego mieszanki z jęczmieniem jarym wytwarzały większy plon ziarna, ale efekt ekonomiczny był korzystniejszy w warunkach systemu ekologicznego

Literatura

- [1] Bednarz B., Ciukaj J., Pobereźnik B., Pisarz A., Tomasiak I.: Kalkulacje produkcji rolniczej. Wyd. MODR Karniowice 2008, s. 57.
- [2] Borówczak F., Grześ S., Rębasz K.: Wpływ deszczowania i systemu uprawy na plon, elementy plonowania i jakość materiałów siewnych pszenicy ozimej i jęczmienia jarego. *Res. Applic. Agric. Engine.*, 2003, **48 (3)**, 38-42.
- [3] Cyrkler-Degulis M., Bulińska-Radomska Z.: Przydatność starych i aktualnych odmian owsa do uprawy w gospodarstwach ekologicznych. *Res. Applic. Agric. Engine.*, 2007, **52 (3)**, 27-31.
- [4] Doradca. Małopolski Informator Rolniczy. Wyd. MODR Karniowice 2009, **10**, 37.
- [5] Idziak R.: Reakcja jęczmienia jarego i owsa oraz ich mieszanek na nawożenie azotem. *Fragm. Agron.*, 2005, **1(85)**, 397-405.
- [6] Jedel P.E., Helm H.J., Burnett P.A.: Yield, quality and stress tolerance of barley mixtures in cereal. *J. Plant Sci.*, 1998, **78**, 429-436.
- [7] Jończyk K., Kopiński J.: Ocena organizacyjno-ekonomiczna gospodarstwa w okresie przekształcenia z systemu produkcji konwencjonalnej na ekologiczny. *Res. Applic. Agric. Engine.*, 2009, **54 (3)**, 103-107.
- [8] Kaczorowska Z.: Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Prace Geogr. IG PAN*, 1962, **33**, 1-107.
- [9] Klima K., Pisulewska E.: Reakcja owsa oplewionego i nieoplewionego na warunki opadowo-termiczne w terenach górskich. *Acta Agroph.*, 2004, **3 (2)**, 271-280.
- [10] Musiał W., Zajac T.: Ocena wybranych aspektów uprawy zbóż na terenach górzystych (na przykładzie gminy Stryszawa). *Prob. Zag. Ziem Gór.*, 2002, **48**, 227-237.
- [11] Prokopowicz J., Jankowska-Huflejt H.: Ocena ekonomiczna gospodarstw ekologicznych badanych w latach 2004-2008, z uwzględnieniem subwencji UE. *Res. Applic. Agric. Engine.*, 2009, **54 (4)**, 55-61.
- [12] Szarek K.: Konkurencja zbóż jarych uprawianych w mieszankach i siewach czystych w zależności od gęstości siewu. *Acta Agraria et. Silv.*, ser. *Agraria*, 2009, **23**, 45-51.

- [13] Ścigalska B.: 1999. Plonowanie odmian owsa w zależności od gęstości siewu w warunkach regionu południowo-wschodniego. *Zywność. Technologia. Jakość*, 1999, **1(18)**, 153-165.
- [14] Zaleski A., Mieczkowski J., Oleksiak T., Pawlak J., Pruszyński S., Talarek M., Zalewski A., Mieszowska L.: Rynek środków produkcji i usług dla rolnictwa. Analizy rynkowe. Wyd. IERiGŻ Warszawa, 2009, **35**, s. 31.

YIELDING AND ECONOMIC EFFICIENCY OF OATS CROPS ULTIVATED USING PURE AND MIXED SOWING STANDS IN ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMING SYSTEMS

S u m m a r y

In a two factor field experiment, the yielding level and economic efficiency were studied of oats cultivated using pure sowing stands and mixed stands of oats, spring barley, and spring triticale. The cereals studied were cultivated using an organic and a conventional farming system. Based on the research accomplished, it was found that the achieved yielding levels of oats and its mixtures with other cereals cultivated using the organic system were by 12% lower compared to the conventional farming system.

The crop yield of oats cultivated in pure sowing stands was lower than the crop yield obtained from the mixed oats and spring barley stands. The direct costs of tillage were almost 5 times lower when the use of artificial fertilizers and pesticides was abandoned. Despite the lower production value gained from the organic system, the personal income obtained from this farming system was, on average, 4 times higher than the personal income from the conventional farming system.

Key words: oats, organic farming, conventional farming, mixtures of cereals, economic efficiency ☒

TADEUSZ ZAJĄC, ANDRZEJ OLEKSY GRZEGORZ PIŃCZUK,
ROBERT WITKOWICZ

PORÓWNANIE PLONOWANIA I CECH MORFOLOGICZNYCH ROŚLIN OWSA OPLEWIONEGO UPRAWIANEGO W SIEWIE CZYSTYM I MIESZANYM NA TERENIE POWIATU SANOCKIEGO

Streszczenie

W badaniach podjętych na terenie trzech gmin: Sanok, Zarszyn i Besko, w powiecie sanockim, analizowano w latach 2007 i 2008 produktywność owsa i jego mieszanki z jęczmieniem. Ocenie poddano komponenty struktury plonu oraz wybrane cechy morfologiczne roślin mające związek z plonowaniem. W każdym roku pobierano próby z 30 pól, charakterystycznych dla siewu czystego owsa i mieszanki. Plon ziarna z uprawy owsa w siewie i w mieszance nie różnił się w sposób statystycznie istotny. Obsada pędów generatywnych w mieszance była wyższa w porównaniu z siewem czystego owsa i zależała od miejsca uprawy (gminy). Owies uprawiany w mieszance charakteryzował się korzystniejszym wskaźnikiem plonowania z uwagi na krótszą słomę. Długość wiechy nie była uzależniona od sposobu uprawy. Liczba ziaren z wiechy owsa i masa 1000 ziaren były determinowane współdziałaniem zachodzącym pomiędzy sposobem siewu i sezonami wegetacyjnymi. Większa liczba ziaren w wieszce owsa uprawianego w siewie mieszanym wystąpiła w roku 2008, powodując spadek masy 1000 ziaren. Sposób siewu nie wpływał istotnie na masę pojedynczego źdźbła, wiechy i osadki. Na te cechy silne oddziaływanie miały lata wegetacji, co potwierdza znaną wrażliwość owsa na przebieg pogody.

Słowa kluczowe: owies, plon ziarna, mieszanka jara, cechy morfologiczne

Wprowadzenie

W warunkach produkcyjnych polskiego rolnictwa owies, podobnie jak inne jare formy zbóż – jęczmień czy pszenica, plonuje na niższym poziomie w porównaniu ze zbożami ozimymi. Taki układ wyników produkcyjnych decyduje o znacznie mniejszej powierzchni uprawy owsa w odniesieniu do pozostałych gatunków zbóż, odznaczających się wyższym potencjałem produkcyjnym. Areał owsa, uprawianego w siewie czystym, utrzymuje się w kraju na stałym poziomie, a równocześnie znacznie wzrasta

Prof. dr hab. T. Zajac, dr inż. A. Oleksy, dr inż. R. Witkowicz, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, mgr inż. G. Pińczuk, Instytut Rolnictwa, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. J. Grodka w Sanoku

areal mieszanek zbożowych, zestawionych głównie ze zbóż jarych, wśród których występuje zazwyczaj owies [1, 8, 9, 16]. W badaniach Wanic i wsp. [16] jara mieszanka zbożowa (jęczmień + owies) uprawiana w zmianowaniu z 75 % udziałem zbóż zareagowała spadkiem plonowania, jednak wyraźnie mniejszym w porównaniu z reakcją wykazaną przez owies i jęczmień jary uprawiane w siewie czystym. Stwierdzono, że mieszanki są bardziej tolerancyjne na gorsze warunki agrotechniczne i siedliskowe – w tym opadowe w porównaniu z uprawą zbóż w zasiewach czysto gatunkowych [5, 8]. Nie upowszechniły się na większą skalę w kraju zasiewy mieszane odmian owsa, co jest uwarunkowane mniejszym wzrostem plonowania niż u innych gatunków zbóż [2]. Jednak bezpośrednie porównanie wielkości plonów ziarna owsa, zbieranych w doświadczeniach i z pól produkcyjnych wskazuje na wielką rozbieżność wyników, ponieważ poziom plonowania uzyskiwanego w warunkach doświadczalnych jest przeszło dwukrotnie wyższy od osiąganego w warunkach produkcyjnych. Uważa się, że dla terenów podgórskich najbardziej odpowiednie są wczesne, żółtoplewkowe odmiany owsa [19]. Liczne badania wskazują na dużą wrażliwość tego gatunku na przebieg pogody w czasie wegetacji [6, 11, 15, 19]. Pisulewska i wsp. [11] podają, że w okresie wegetacji, przypadającym w roku o mniejszej sumie opadów, plon ziarna odmian o żółtej lub brązowej plewce był istotnie mniejszy, z uwagi na mniejsze zagęszczenie wiech oraz niższe wartości komponentów struktury plonu ziarna, takich jak liczba ziaren w wieszce i masa 1000 ziaren, wykształcających się później, w trakcie ontogenezy. W chłodniejszym i zarazem wilgotniejszym klimacie terenów Europy północnej, owies wysoko plonuje o ile poprzez dobór odmian i wysokie nawożenie azotem utrzymywana jest trwałość ulistnienia łąnu, który to wskaźnik fizjologiczny jest dodatnio skorelowany z plonem pojedynczej wiechy [10]. Lanini i wsp. [3] polecają uprawę owsa w warunkach północnych stanów USA jako dobrą roślinę ochronną dla lucerny. W terenach podgórskich południowej Polski powszechnie wykorzystywane są czyste zasiewy owsa, jako rośliny ochronnej dla wsiewek roślin motylkowatych, głównie koniczyny czerwonej, a także traw i mieszanek motylkowo-trawiastych [4]. Obecnie wprowadzane są do uprawy odmiany odznaczające się równocześnie nagoziarnistością i krótką słomą, co powinno poprawić jakość pastewną ziarna z jednej strony, a z drugiej zwiększyć plonowanie i odporność łąnu na wyleganie [12, 14]. Badania terenowe nad plonowaniem owsa w różnych regionach fizjograficznych były w kraju sporadycznie podejmowane, poza rejestracją zdrowotności, wylegania i plonowania, pomijały analizę większego zespołu cech morfologicznych roślin owsa, wiążących się z produktywnością. Szczegółowo struktura plonu ziarna owsa była badana w doświadczeniach poletkowych, natomiast rzadziej w tego typu badaniach prowadzono pomiary biometryczne roślin, mające związek z produktywnością osobnika i łąnu w warunkach produkcyjnych. Na ogół nie podejmowano pomiarów cech morfologicznych roślin owsa w terenie podgórskim, adekwatnym do uprawy tego gatunku, z wyjątkiem pracy Zają-

ca i wsp. [20], bazującej na danych z lat 1981 - 1997 i z 4 miejscowości, oraz Witkowiec i wsp. [18].

Celem podjętych badań terenowych było określenie produktywności owsa uprawianego w siewie czystym i mieszanym z jęczmieniem. Ocenie poddano komponenty struktury plonu oraz cechy morfologiczne roślin mające związek z plonowaniem łąnu.

Material i metody badań

Do badań pobrano rośliny owsa w fazie dojrzałości pełnej z pól produkcyjnych trzech gmin powiatu sanockiego (nazwy gmin podano w tabelach 1, 3 i 4), leżących na długości 30 km wzdłuż drogi krajowej nr 28. W każdym roku pobierano próby z 30 pól owsa uprawianego w siewie czystym i 30 pól z siewem mieszanym owsa z jęczmieniem. Wytypowane pola musiały spełniać trzy kryteria: wysiew ziarna siewnikiem rzędowym, pełne przedsiewne i pogłównie nawożenie mineralne NPK oraz stosowanie herbicydów. Na każdym polu z owsem uprawianym w siewie czystym liczono wiechy na powierzchni 1 m² w pięciu miejscach, usytuowanych wzdłuż przekątnej pola, a następnie z tych miejsc pobierano losowo próby roślin liczące 10 wiech. W przypadku mieszanek ustalano obsadę wiech owsa i kłosów jęczmienia jarego oraz pobierano analogiczne liczebnie próby obydwu gatunków. Zebrane próby suszono w pomieszczeniach laboratorium Instytutu Rolnictwa PWSZ w Sanoku. Na pojedynczych źdźbłach owsa dokonywano pomiarów długości wiechy i długości słomy, które po zsumowaniu stanowiły wysokość rośliny. Określano również masę źdźbła i wiechy (ziarno + masa osadki wiechy), które po dodaniu dawały masę pędu. W wieszce obliczano liczbę ziaren oraz ich masę, a te oznaczenia umożliwiły wyliczenie masy 1000 ziaren. Obliczano także współczynnik plonowania, informujący o udziale plonu ziarna w plonie suchej masy nadziemnych części roślin łąnu. Plon ziarna z 1 m² wyliczano w na podstawie obsady wiech (siew czysty) oraz wiech i kłosów (mieszanka).

Tabela 1

Porównanie warunków siedliskowych w trzech gminach powiatu sanockiego.

Comparison of soil and site conditions in three municipalities in the district of Sanok.

Gmina District	Udział klas bonitacji gleb [%] Percent Content of Soil Quality Classes [%]			Warunki klimatyczne Climatic conditions		
	IIIa+b	IVa+b	V+VI	A*	B	C
Sanok	23	52	24	7,7	737-912	209
Zarszyn	34	48	17	7,0	740	205
Besko	26	50	24	7,0	700-800	205

*A - średnia roczna temperatura powietrza [°C] / Mean annual air temperature [°C], B - roczna suma opadów [mm] / Total rainfall per annum [mm], C - długość okresu wegetacji w dniach / length of vegetation period in days.

Do statystycznej oceny uzyskanych wyników zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji według modelu mieszanego, w którym gminy stanowiły czynnik stały, a lata losowy. Istotność różnic oceniano testem Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Warunki glebowe i klimatyczne terenu badań podano w tab. 1. Uwzględnione w badaniach gminy charakteryzowały się zbliżonymi warunkami glebowymi, opisanymi przez udział najpopularniejszych klas bonitacji, wśród których dominowały gleby zaliczone do klasy IVa i IVb. Gleby tej klasy to odpowiednie warunki do uprawy owsa lub jego mieszanek z jęczmieniem jarym. We wszystkich gminach roczna suma opadów w wieloleciu przekraczała 700 mm, co świadczy o dostatku wody dla roślin uprawnych w czasie wegetacji, a niekiedy rysuje się nadmiar opadów (tab. 2). Przykładem takiego rozwoju sytuacji klimatycznej są miesiące – sierpień w roku 2007 i lipiec 2008 r., w których sumy opadów były znacznie większe w porównaniu z sumami z wielolecia i wynosiły odpowiednio: 149,9 i 223,8 mm. Analiza warunków pogodowych wskazuje raczej na nadmiar opadów na obszarze gmin powiatu sanockiego w trakcie wegetacji owsa, a szczególnie wyraźny odnotowano w obydwu latach badań w czasie fazy dojrzewania zasiewów owsa i mieszanek. Bardzo małą sumę opadów odnotowano w kwietniu 2007 r., kiedy zarysował się wyraźny niedobór wody skutkujący słabszym plonowaniem w wyniku zmniejszonej obsady pędów generatywnych, która miała charakter tendencji, ponieważ nie została udowodniona statystycznie (tab. 3).

Tabela 2

Przebieg warunków pogodowych w sezonach wegetacyjnych 2007 - 2008.
Course of weather conditions during the vegetation periods in 2007 – 2008.

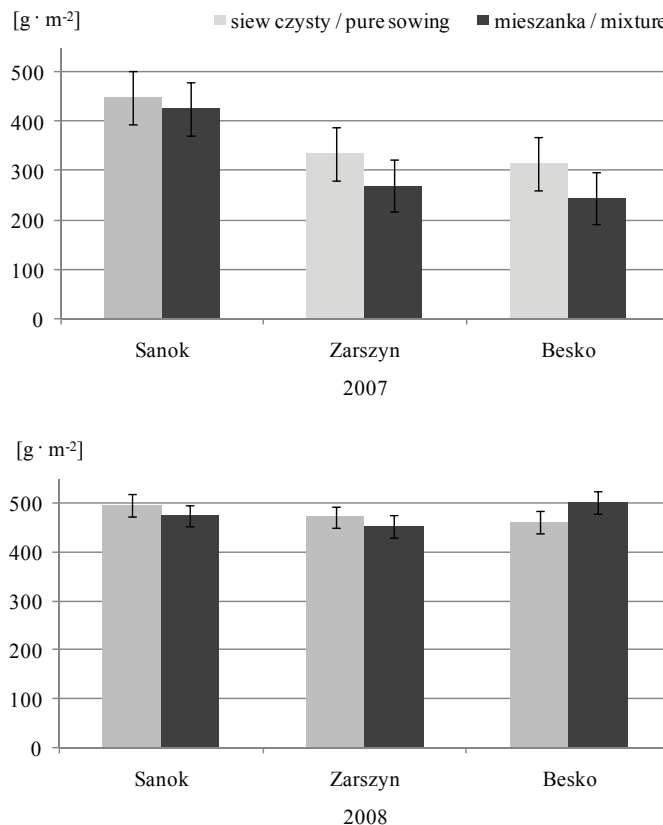
Lata / Years	Miesiąc / Month					
	IV	V	VI	VII	VIII	IV-VIII
Temperatura powietrza [°C] / Air temperature [°C]						
2007	8,1	14,8	17,7	18,7	18,1	-
2008	8,1	12,6	16,7	17,1	17,8	-
Wielolecie / Multi-year period	8,4	13,2	16,1	18,1	17,4	-
Suma opadów [mm] / Total rainfall [(mm)]						
2007	19,6	50,0	103,9	102,1	149,9	425,5
2008	81,5	58,7	47,0	223,8	77,2	488,2
Wielolecie / Multi-year period	66,8	74,1	100,6	143,6	88,8	473,7

Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że uprawa owsa w siewie czystym w porównaniu z uprawą tego gatunku w mieszance z jęczmieniem jarym umożliwiła uzyskanie plonów nieznacznie różniących się, ale w sposób statystycznie nieistotny (rys. 1). Jedynie w gminie Besko w roku 2008 zasiewy mieszane dały większy plon w stosunku do owsa uprawianego w czystym siewie. Wynik ten świadczy o lokalnym występowaniu nadproduktywności siewów mieszanych zbóż jarych, złożonych z owsa i jęczmienia, a jej pojawienie się należy przyjąć jako dowód świadczący o racjonalnym postępowaniu praktyki rolniczej w tym terenie, odnośnie stosowania takiego rozwiązania agrotechnicznego. Nowiński [7] podaje, że w krajach Europy zachodniej uprawia się w czystym siewie formę ozimą owsa, ponieważ trudno dla niej dobrać zboże towarzyszące, z uwagi na niezgodność terminu dojrzewania tych zbóż – pszenicy i jęczmienia. Dlatego w analizowanych warunkach klimatycznych i agrotechnicznych nie podejmuje się wysiewu mieszanek z udziałem formy ozimej owsa. Obok odmian owsa o tradycyjnym zabarwieniu plewki, czyli żółtej lub białej, badane są nowe rody posiadające brunatną barwę plewki, których plonowanie pozostaje na poziomie odmian żółtoplewkowych [11].

Długość wiechy owsa istotnie różnicowały lata wegetacji, w roku 2008 rośliny owsa wykształciły znacznie dłuższe kwiatostany, zwłaszcza w warunkach siewu mieszanego. Wzrost długości wiech spowodował zwiększenie się liczby ziaren z kwiatostanu, co jednak nie zmniejszyło ich masy. Liczba ziaren z wiechy owsa i masa 1000 ziaren były determinowane współdziałaniem zachodzącym pomiędzy sposobem siewu i sezonami wegetacyjnymi. Masa 1000 ziaren miała stosunkowo niską wartość, oscylującą wokół 30 g, co należy uznać za typowe dla tego gatunku, zwłaszcza że miejscem wegetacji była rolnicza przestrzeń produkcyjna średniej jakości, położona na obszarze powiatu sanockiego, która to jednostka administracyjna znajduje się na terenie Dołów Jasielsko-Sanockich. Podobne tendencje w badaniach Boligłowy i Znój [1] ujawniły się w mieszance owsa z jęczmieniem, gdzie zanotowano istotny wzrost liczby ziaren w wieszce owsa. Konsekwencją tego było zwiększenie plonu ziarna z jednostki powierzchni.

Rośliny owsa pochodzące z siewu mieszanego charakteryzowały się mniejszą długością źdźbła, natomiast długość wykształconych wiech nie była uzależniona od sposobu uprawy. Taki układ wyników znamionuje wystąpienie zmniejszonej konkurencji międzygatunkowej w mieszance owsa z jęczmieniem jarym, w wyniku której owies miał stały dostęp do światła, bez konieczności nadmiernego wydłużania źdźbeł. Przebieg ontogenezy owsa w mieszance sprawił, że wskaźnik plonowania owsa był korzystniejszy za sprawą krótszej słomy. Taka adaptacja rozwojowa jednego gatunku w mieszance sprawia, że zwiększa się odporność łanu na wyleganie oraz jęczmień nie



Rys. 1. Porównanie plonowania owsa w siewie czystym i mieszanym w gminach i latach wegetacji.
 Fig. 1. Comparison of yielding of oats cultivated as pure sowing and in mixed stands in individual districts and vegetation periods.

jest wyraźnie odcinany od dostępu światła, co ma znamiona koegzystencji roślin zbożowych w tak zestawionej fitocenozie. Obsada pędów generatywnych w mieszance była większa w porównaniu z siewem czystego owsa, zapewne za sprawą lepiej krzewiącego się jęczmienia i zależała od sposobu siewu i miejsca uprawy. Jednak analiza zagęszczenia pędów kłosonośnych wykazała, że uzyskana obsada pozostaje na średnim poziomie, znacznie niższym od osiąganego w warunkach doświadczeń polowego z owsem. W badaniach Pisulewskiej i wsp. [11] wysokie plony ziarna uzyskał ród owsa o brązowej plewce 'CHD 2833', mający duży potencjał produkcyjny – 7,09 t · ha⁻¹, który wykształcił 505 wiech na 1 m². Dobre plonowanie tych genotypów rokuje wprowadzeniem ich do praktyki rolniczej. W ramach wcześniejszych badań wykazano, że dla produktywności owsa, uprawianego na terenach podgórskich woj. małopolskiego (Wielopole i Nawojowa koło Nowego Sącza, Jodłownik, Lubień, Łapanów, Ludźmierz

i Łopuszna) odznaczających się średnimi warunkami glebowymi i korzystnymi opadowymi w stosunku do wymagań tego gatunku, pierwszoplanowe znaczenie ma zagęszczenie wiech na jednostce powierzchni [13, 18, 20]. Michalski i wsp. [6] nie stwierdzili istotnego wpływu sumy opadów i średniej temperatury w okresie kwiecień-lipiec na plonowanie owsa w warunkach klimatycznych Wielkopolski. Natomiast przedstawione badania wskazują, że plonowanie owsa w dużym stopniu determinował rozkład opadów i temperatury. Większe plony owsa oraz mieszanki uzyskano w roku 2008, w którym odnotowano większą sumę opadów w okresie od kwietnia do sierpnia, a wysokie opady wystąpiły w kwietniu i lipcu. Podobne obserwacje poczynili Witkowiec i wsp. [17], pracując na szerszym materiale odmianowym owsa. Stwierdzili oni, że wyższe plony ziarna owsa uzyskuje się w sezonach wegetacyjnych w pełni zaspokajających potrzeby opadowe tego

Tabela 3

Średnie wartości wybranych cech owsa w zależności od gminy, sposobu siewu i lat wegetacji.
Mean values of the selected traits of oats depending on the district, method of sowing, and vegetation period

Lata Years	Miejscowość/siedziba gminy Locality/seat of the district administration						Średnio dla: Averagely for:		
	Sanok		Zarszyn		Besko		sposobu siewu method of sowing		lat years
	A*	B*	A	B	A	B	A	B	
Długość wiechy / Panicle length [cm]									
2007	13,1	12,9	11,5	10,8	13,1	11,0	12,6	11,5	12,1
2008	13,9	17,7	13,7	13,9	14,6	14,5	14,1	15,4	14,7
\bar{x}	13,5	15,3	12,6	12,4	13,9	12,7	r.n. ⁴ / ns		-
\bar{x}^1	14,4		12,5		13,3		13,4	13,5	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	1,19 ¹						r.n. ² / ns		0,77 ³
Długość słomy / Length of straw culm [cm]									
2007	71,9	57,4	69,2	55,7	69,7	59,4	70,2	57,5	63,9
2008	77,5	67,9	73,5	73,1	75,9	84,8	75,7	75,3	75,5
\bar{x}	74,7	62,7	71,4	64,4	72,8	72,1	4,33 ⁴		-
\bar{x}^1	68,7		67,9		72,4		72,9	66,4	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	2,67 ¹						2,27 ²		1,73 ³

c.d. Tab. 3

Wysokość roślin / Height of plants [cm]									
2007	85,0	70,3	80,7	66,5	2,8	70,3	82,8	69,0	75,9
2008	91,4	85,6	87,3	87,0	90,6	99,3	89,8	90,6	90,2
\bar{x}	88,2	77,9	84,0	76,8	86,7	84,8	5,13 ⁴		-
\bar{x}^1	83,1		80,4		85,7		86,3	79,8	
NIR _{0,05} -LSD _{0,05}	3,17 ¹						2,69 ²		2,05 ³
Liczba ziarniaków z wiechy / Number of grains per panicle									
2007	40,4	31,1	34,0	23,8	33,2	22,3	35,9	25,7	30,8
2008	34,6	55,0	37,3	44,8	48,0	48,1	40,0	49,3	44,6
\bar{x}	37,5	43,1	35,7	34,3	40,6	35,2	7,54 ⁴		-
\bar{x}^1	40,3		35,0		37,9		37,9	37,5	
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						r.n. ² / ns		3,01 ³
Masa tysiąca ziarniaków / Weight pf 1000 grains [g]									
2007	27,1	28,7	28,1	32,9	29,5	31,1	28,2	30,9	29,6
2008	33,4	28,4	32,8	28,5	31,6	30,4	32,6	29,1	30,9
\bar{x}	30,2	28,6	30,5	30,7	30,5	30,8	2,32 ⁴		-
\bar{x}^1	29,4		30,6		30,7		30,4	30,0	
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						r.n. ² / ns		r.n. ³ - ns
Liczba wiech i kłosów / Number of panicles and spikes [szt. m ⁻²]									
2007	388	484	350	374	323	333	354	397	375
2008	439	420	383	450	328	417	383	429	406
\bar{x}	413	452	366	412	326	375	r.n. ⁴ / ns		-
\bar{x}^1	433		389		350		369	413	
NIR _{0,05} /LSD _{0,05}	48,1 ¹						33,3 ²		r.n. ³ / ns

Objaśnienia: / Explanatory notes:

*A – siew czysty / pure sowing, B – mieszanka / mixture;

NIR_{0,05} / LSD_{0,05} dla / for: gmin¹ / districts; sposobu siewu² / method of sowing; lat³ / years; współdziałania sposobów siewu x lata⁴ / group effect of sowing methods x years; \bar{x}^1 średnio dla miejscowości / averagely for the locality.

gatunku w kwietniu i maju, kiedy ustala się obsada wiech i ich cechy morfologiczne, korzystnie wpływające na produktywność kwiatostanów.

Szczegółowe pomiary cech plonotwórczych owsa wykazały, że sposób siewu nie wpływał istotnie na masę pojedynczego źdźbła, wiechy i osadki, czyli składowych masy pojedynczego pędu. Na wartości tych cech – determinujących produktywność

roślin i łanu silne oddziaływanie miały lata wegetacji, co potwierdza znaną wrażliwość owsa na przebieg pogody, który był korzystniejszy w roku 2008.

T a b e l a 4

Średnie wartości cech owsa w zależności od gminy, sposobu siewu i lat wegetacji.

Average trait values of oats depending on the district, method of sowing, and years of vegetation period.

Lata Years	Miejscowość/siedziba gminy Locality/Seat of the district administration						Średnio dla: Averagely for:		
	Sanok		Zarszyn		Besko		sposobu siewu method of sowing		lat years
	A*	B*	A	B	A	B	A	B	
Masa źdźbła / Weight of culm [g]									
2007	1,04	0,74	1,24	0,57	0,87	0,56	1,05	0,62	0,84
2008	1,12	1,49	1,16	1,26	1,42	1,44	1,23	1,40	1,31
\bar{x}	1,08	1,11	1,20	0,92	1,15	1,00	r.n. ⁴ / ns		-
\bar{x}^1	1,09		1,06		1,07		1,14	1,02	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						r.n. ² / ns		r.n. ³ / ns
Masa wiechy / Weight of panicle [g]									
2007	1,36	1,10	1,16	0,85	1,17	0,79	1,23	0,91	1,07
2008	1,32	2,05	1,41	1,47	1,75	1,66	1,49	1,73	1,61
\bar{x}	1,34	1,58	1,29	1,16	1,46	1,23	0,285 ⁴		-
\bar{x}^1	1,46		1,22		1,35		1,36	1,32	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						r.n. ² / ns		0,114 ³
Masa ziarniaków z wiechy / Weight of grains per panicle [g]									
2007	1,14	0,97	0,95	0,74	0,99	0,71	1,03	0,81	0,92
2008	1,15	1,71	1,25	1,28	1,52	1,49	1,31	1,49	1,40
\bar{x}	1,14	1,34	1,10	1,01	1,25	1,10	0,249 ⁴		-
\bar{x}^1	1,24		1,06		1,18		1,17	1,15	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						r.n. ² / ns		0,099 ³
Masa osadki wiechy / Weight of panicle rachis [g]									
2007	0,22	0,13	0,21	0,135	0,19	0,08	0,21	0,12	0,16
2008	0,17	0,34	0,17	0,189	0,24	0,18	0,19	0,24	0,21
\bar{x}	0,19	0,24	0,19	0,162	0,21	0,13	0,057 ⁴		-
\bar{x}^1	0,22		0,18		0,17		0,20	0,18	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						r.n. ² / ns		0,023 ³

c.d. Tab. 4

Masa pędu / Weight of shoot [g]									
2007	2,40	1,84	2,40	1,42	2,05	1,35	2,28	1,54	1,91
2008	2,43	3,53	2,58	2,73	3,17	3,10	2,73	3,12	2,92
\bar{x}	2,42	2,69	2,49	2,07	2,61	2,23	r.n. ⁴ / ns		-
\bar{x}^1	2,55		2,28		2,42		2,50	2,33	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						r.n. ² / ns		0,454 ³
Wskaźnik plonowania / Crop yield Index									
2007	0,47	0,51	0,48	0,51	0,48	0,50	0,48	0,51	0,49
2008	0,46	0,45	0,47	0,46	0,46	0,47	0,47	0,46	0,46
\bar{x}	0,47	0,48	0,47	0,49	0,47	0,49	0,016 ⁴		-
\bar{x}^1	0,48		0,48		0,48		0,47	0,49	
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	r.n. ¹ / ns						0,008 ²		0,006 ³

Objaśnienia jak pod tab. 1 / Explanatory notes as in Tab. 1.

Wnioski

1. Uprawy owsa w siewie czystym oraz mieszanym z jęczmieniem jarym nie różniły plonów ziarna (różnice statystycznie nieistotne). Jednak owies uprawiany w mieszance charakteryzował się korzystniejszym wskaźnikiem plonowania z uwagi na krótszą słomę.
2. Obsada pędów generatywnych zależała od miejsca uprawy oraz sposobu siewu. W siewach mieszanych uzyskiwano większą liczbę pędów generatywnych na jednostce powierzchni.
3. Owies w siewach mieszanych wykształcał krótsze źdźbła, natomiast na długość wiechy nie miały wpływu sposoby uprawy.
4. Liczba ziaren z wiechy owsa i masa 1000 ziaren były determinowane współdziałaniem zachodzącym pomiędzy sposobem siewu i sezonami wegetacyjnymi. Większą liczbę ziaren w wieszce owsa uprawianego w siewie mieszanym stwierdzono w roku 2008. Konsekwencją wzrostu liczby ziaren było zmniejszenie masy 1000 ziaren.
5. Sposób siewu nie wpływał istotnie na masę pojedynczego źdźbła, wiechy i osadki. Na cechy te silne oddziaływanie miały lata wegetacji.

Literatura

- [1] Boligłowa E., Znój K.: Wpływ nachylenia stoku na zdrowotność i plonowanie owsa w siewie czystym i w mieszanym. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 221-227.
- [2] Budzyński W.: Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne – przegląd wyników badań krajowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18)** Supl., 11-25.
- [3] Lanini W.T., Orloff S.B., Vargas R.N., Orr J.P., Marble V.L., Grattan S.R.: Oat companion crop seeding rate effect on alfalfa establishment, yield, and weed control. *Agron. J.*, 1991, **83**, 330-333.
- [4] Micek P., Zajęc T, Borowiec F.: Skład chemiczny i wartość pokarmowa zielonki i kiszonki z owsa uprawianego jako roślina ochronna. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 349-357.
- [5] Michalski T., Idziak R.: Plonowanie owsa rosnącego w mieszankach i w siewie czystym w zależności od nawożenia azotowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18)** Supl., 38-45.
- [6] Michalski T., Idziak R., Menzel L.: Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1(18)** Supl., 46-52.
- [7] Nowiński M.: Dzieje zbóż. W: *Dzieje upraw i roślin uprawnych*. PWRiL, Warszawa 1970, ss. 154-211.
- [8] Noworolnik K.: Uprawa mieszanek zbożowych w Polsce na tle warunków przyrodniczych. *Wię Jutra*, 2008, **4 (117)**, 22-23.
- [9] Noworolnik K., Leszczyńska D.: Konkurencyjność owsa względem jęczmienia w siewie mieszanym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18)** Supl., 126-130.
- [10] Peltonen-Sainio P., Forsman K., Poutala T.: Crop management effects on pre- and post- anthesis changes in leaf area index and leaf area duration and their contribution to grain yield and yield components in spring cereals. *J. Agron. & Crop Sci.*, 1997, **179**, 47-61.
- [11] Pisulewska E., Lepiarczyk A., Gambuś F., Witkowiez R.: Plonowanie oraz skład mineralny brązowo i żółtoplewkowych form owsa. *Fragm. Agron.*, 2009, **26 (1)**, 84-92.
- [12] Podolska G., Nita Z., Mikos M.: Plonowanie i skład chemiczny ziarna nagoziarnistej formy owsa karłowego (STH 5630) w zależności od gęstości siewu i nawożenia azotem. *Fragm. Agron.*, 2009, **26 (1)**, 100-107.
- [13] Szarek K., Klima K.: Porównanie plonowania i elementów struktury plonu owsa uprawianego w różnych warunkach klimatyczno-glebowych. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 173-183.
- [14] Szempliński W.: Plonowanie nagich i oplewionych form owsa i jęczmienia jarego w siewie czystym i mieszanym. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 147-156.
- [15] Ścigalska B.: Plonowanie odmian owsa w zależności od gęstości siewu w warunkach regionu południowo-wschodniego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18)** Supl., 153-160.
- [16] Wanic M., Nowicki J., Bielski S.: Rola mieszanki zbożowej w stabilizacji plonowania zbóż w zmianowaniu. *Pam. Puł.*, 1999, **114**, 349-355.
- [17] Witkowiez R., Lepiarczyk A., Pisulewska E.: Ocena plonowania różnych form owsa. *Fragm. Agron.*, 2009, **26 (2)**, 165-175.
- [18] Witkowiez R., Pisulewska E., Poradowski R.: Plonowanie i elementy struktury plonu ziarna owsa nagoziarnistego odmiany Akt w różnych warunkach siedliska. *Acta Agrar. Silv.*, 2007, **50** ser. Agr., 3-13.
- [19] Zajęc T., Szafrąński W., Królikowski J.: Porównanie plonowania odmian i wczesnych rodów owsa w warunkach podgórskich i górskich. *Probl. Zagospodarowania Ziem Górskich*, 1997, **43**, 165-171.
- [20] Zajęc T., Szafrąński W., Witkowiez R., Oleksy A.: Indywidualny udział komponentów struktury plonu w kształtowaniu wysokości plonu ziarna owsa w różnych warunkach siedliskowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1(18)** Supl., 174-180.

COMPARISON OF YIELDING AND MORPHOLOGICAL TRAITS OF HUSKED OATS GROWN IN THE DISTRICT OF SANOK USING PURE SOWING AND MIXED STANDS

S u m m a r y

Under the research project conducted in the years 2007 - 2008, the productivity of oats and its mixture with barley were investigated in three districts (gminas): Sanok, Zarszyn, and Besko. The evaluation performed comprised the components of yield structure and those selected morphological traits of the plants, which were related with the crop yield of the plants. Each year, the samples being characteristic for pure sowing and mixed stands were taken from 30 experimental fields included in the project. The grain yields of oats grown using pure sowing and mixed stands did not differ statistically significantly. The generative shoot density of mixed plants was higher if compared with the pure sowing and depended on the location of fields. The oats grown using mixed stands was characterized by a more advantageous crop yield index owing to shorter straw. The panicle length did not depend on the cultivation method. The number of seeds per oat panicle and the weight of 1000 grains were determined by the group effect of the methods of sowing applied and the vegetation periods. A higher number of grains in one panicle of oats grown in mixed stands was reported in 2008 and caused the weight of 1000 grains to drop. The sowing method did not significantly impact the weight of a single culm, panicle, and rachis. The morphological traits of the plants were strongly impacted by the vegetation seasons; consequently, this confirms the known sensitivity of oats to the course of weather conditions.

Key words: oats, grain yield, spring mixture, morphological traits ☒

DANUTA BURACZYŃSKA

PORÓWNANIE PLONOWANIA I ZAWARTOŚCI BIAŁKA MIESZANEK OWSA OPLEWIONEGO I ŁUBINU WĄSKOLISTNEGO

Streszczenie

Celem badań (2004 - 2006) było określenie plonu nasion, słomy, resztek poźniwnych i białka ogólnego mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym, w zależności od udziału tych gatunków, i ich porównanie z odpowiednimi wskaźnikami wymienionych roślin z siewów czystych [-]. Eksperyment polowy założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach, w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach. Czynnikiem doświadczenia był udział (w % siewu czystego) owsa (100, 75, 50, 25, 0) i łubinu wąskolistnego (0, 25, 50, 75, 100) w mieszance. Spośród porównywanych mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym największy plon nasion, słomy, resztek poźniwnych i białka ogólnego uzyskano z mieszanki o udziale komponentów 75 % + 25 %. Plony tej mieszanki były zbliżone do poziomów plonów owsa z siewu czystego. Zmniejszanie udziału owsa w mieszance z łubinem wąskolistnym powodowało istotny spadek plonu nasion, słomy i resztek poźniwnych, a wzrost zawartości białka ogólnego w nasionach i słomie mieszanek. Udział ziarna owsa w strukturze plonu mieszanek wynosił 88,8 - 96,0 %. Uprawa mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym pozwala otrzymać istotnie większy plon nasion, słomy, resztek poźniwnych i białka ogólnego niż czysty zasiew łubinu wąskolistnego.

Słowa kluczowe: owies, łubin wąskolistny, mieszanka, plon, białko ogólne

Wprowadzenie

Siewy mieszane poszerzają genetyczną różnorodność roślin w łanie i w związku z tym pozwalają lepiej wykorzystać przestrzeń produkcyjną, zwiększyć zdrowotność roślin oraz produktywność [13]. Mieszanki na ogół wykazują wyższą tolerancję na warunki glebowe, stanowisko w płodozmianie i poziom agrotechniki. Dzięki temu znajdują zastosowanie na glebach lżejszych, mozaikowato zmiennych i przy niskonakładowej agrotechnice. W takich warunkach wykazują zwykle większe i bardziej stabilne plonowanie niż jednogatunkowe zasiewy roślin będących komponentami mieszanek [11, 15]. Dobre plonowanie mieszanek zbożowo-strączkowych (wartościowe źródło pasz treściwych) i wysoka wartość przedplonowa dla zbóż skłaniają do ich uprawy

[2, 3, 12, 16]. Udział nasion roślin strączkowych w plonie mieszanek podnosi zawartość i plon białka, przez co pasza treściwa uzyskiwana z mieszanek zbożowo-strączkowych jest efektywnie wykorzystywana przez zwierzęta [2, 25, 27]. Jednak odmienne wymagania siedliskowe roślin zbożowych i strączkowych oraz konkurencja międzygatunkowa w łanie sprawiają, że występuje znaczne zróżnicowanie efektów ich uprawy zależnie od warunków środowiskowych i składu gatunkowo-ilościowego mieszanek. Skutkiem tego jest często niski i zmienny w latach lub na różnych polach udział nasion komponentu strączkowego w plonie mieszanek [10, 12, 20]. Popularnym komponentem mieszanek zbożowo-strączkowych jest owies [4, 8-12, 14, 16, 19-22, 26, 27]. W badaniach Kotwicy i Rudnickiego [10], zrealizowanych na glebie kompleksu żytniego dobrego, mieszanki łubinu żółtego lub wąskolistnego z udziałem owsa, w ocenie uwzględniającej sześć cech (plon mieszanki, wierność plonu mieszanki w latach, plon łubinu w mieszance, wierność plonu łubinu w latach, wyleganie mieszanki, zachwaszczenie) prezentowały mniejsze walory niż mieszanki z pszenżytem jarym. Głównymi przyczynami niższych ocen mieszanek z udziałem owsa były: niższy poziom plonu nasion mieszanki, małe plony nasion łubinu oraz duża ich zmienność w latach. Dużą przydatność mieszanek owsa (200 ziaren na 1 m²) z łubinem wąskolistnym (50 nasion na 1 m²) do uprawy na glebie lekkiej, typu płowego, klasy bonitacyjnej IVb, stwierdzili Kotecki i wsp. [9], podkreślając znaczenie doboru odmian łubinu do mieszanek ze zbożami. Na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego najlepszymi, pod względem plonu nasion i jego wierności w latach oraz struktury gatunkowej plonu, okazały się mieszanki: pszenżyta jarego lub jęczmienia jarego albo żyta jarego z łubinem żółtym. Niższe od średnich były oceny mieszanek owsa z łubinami (żółtym, wąskolistnym) wysiewanych w gęstości 350 ziaren + 75 nasion na 1 m². Najmniej walorów wykazały natomiast mieszanki: żyta z łubinem wąskolistnym i jęczmienia z łubinem wąskolistnym [22].

Celem zrealizowanych badań było określenie plonu nasion, słomy, resztek poźniwnych i białka ogólnego mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym, w zależności od udziału tych gatunków, w porównaniu z odpowiednimi wskaźnikami wymienionych roślin z siewów czystych.

Material i metody badań

Badania polowe przeprowadzono w latach 2004 - 2006 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach, na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, zaliczonej do kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IVb. Gleba charakteryzowała się obojętnym odczynem oraz średnią zasobnością w przyswajalny fosfor, potas i magnez. Doświadczenie założono w stanowisku po pszenżycie ozimym, w układzie losowych bloków, w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletka do zbioru wynosiła 20 m². Czynnikiem badawczym był różny udział (w % siewu czystego ga-

tunków) owsa (100, 75, 50, 25, 0) i łubinu wąskolistnego (0, 25, 50, 75, 100) w mieszankach. Udział gatunków w mieszance ustalono w stosunku do liczby wysianych nasion w siewie czystym, tj. 400 ziaren owsa i 100 nasion łubinu wąskolistnego na 1 m².

Jesienią stosowano nawozy fosforowe i potasowe w ilości 17,5 kg P·ha⁻¹ i 49,8 kg K·ha⁻¹. Wiosną przed siewem nasion wysiewano nawozy azotowe w dawce 30 kg N·ha⁻¹ na wszystkich obiektach, z wyjątkiem poletek z łubinem wąskolistnym w siewie czystym. W fazie strzelania w źdźbło owsa zastosowano 50 kg N·ha⁻¹ pod owies i 30 kg N·ha⁻¹ pod mieszankę owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 75 % + 25 %. Nasiona roślin wysiewano w pierwszej dekadzie kwietnia. Do siewu użyto owies odmiany Cwał i łubin wąskolistny odmiany Zeus. Zasięwy odchwaszczano mechanicznie, wykonując dwukrotne bronowanie przed wschodami roślin i jednokrotne po nich. Zbiór roślin, uprawianych na nasiona, przeprowadzono jednoetapowo, w dojrzałości pełnej.

Podczas zbioru na każdym obiekcie określono plon nasion i słomy, który przeliczono do stałej wilgotności wynoszącej 14 %. W pobranych średnich próbach nasion i słomy oznaczano zawartość suchej masy (metodą suszarkowo-wagową), a w niej zawartość białka ogólnego (metodą Kjeldahla, N % x 6,25). Ponadto w próbach nasion mieszanek określano masę nasion obu gatunków. Dwa, trzy dni po zbiorze roślin pobierano metodą dołków [1] z powierzchni 0,25 m² i głębokości 0,30 m resztki poźniwne (ścierń, ściółkę, korzenie). Obliczano udział owsa w plonie nasion mieszanek, współczynnik plonowania oraz plon białka ogólnego nasion i słomy. Współczynnik plonowania obliczono jako stosunek plonu nasion do plonu nasion łącznie ze słomą.

Dane eksperymentalne opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic między wartościami średnimi szacowna testem Tukey'a na poziomie $\alpha = 0,05$.

Temperatura powietrza oraz ilość opadów w okresie od kwietnia do sierpnia w latach badań (2004 - 2006) były zróżnicowane i niekiedy odbiegały od przeciętnych (tab. 1). Sezony 2005 i 2006 były ciepłe, a średnia temperatura powietrza przewyższała średnią wieloletnią odpowiednio o 0,8 i 1,7 °C. Ilość i rozkład opadów w miesiącach wiosenno-letnich 2004 r., podobnie jak i średnia temperatura powietrza, były najbardziej zbliżone do wielolecia. W 2005 r. nadmiar opadów, w odniesieniu do średniej wieloletniej, odnotowano w maju (o 10,4 mm) i lipcu (15,9 mm), a niedobór w kwietniu, czerwcu i sierpniu (odpowiednio o 17,1; 25,2 i 14,4 mm). Mała ilość opadów w okresie od kwietnia do lipca 2006 r. (49,0 % normy wieloletniej) i znaczny ich nadmiar w sierpniu (380,6 % normy wieloletniej) oraz wyższa od średniej z wielolecia temperatura powietrza nie sprzyjały rozwojowi owsa i łubinu wąskolistnego.

Tabela 1

Średnia temperatura powietrza i suma opadów według notowań Stacji Meteorologicznej w Zawadach.
Mean air temperature and total rainfall according to reports registered at the Meteorological Station in Zawady.

Rok Year	Miesiąc / Month					\bar{X}
	IV	V	VI	VII	VIII	
Temperatura / Temperature [°C]						
2004	8,0	11,6	15,4	17,5	18,9	14,3
2005	8,6	13,0	15,9	20,2	17,5	15,0
2006	8,4	13,6	17,2	22,3	18,0	15,9
\bar{X} z lat \bar{X} for 1951 - 1990	7,2	13,2	16,2	17,6	16,9	14,2
Opady / Rainfall [mm]						Suma / Sum
2004	35,9	97,0	52,8	49,0	66,7	301,4
2005	12,3	64,7	44,1	86,5	45,4	253,0
2006	29,8	39,6	24,0	16,2	227,6	337,2
\bar{X} z lat \bar{X} for 1951 - 1990	29,4	54,3	69,3	70,6	59,8	283,4

Wyniki i dyskusja

W warunkach glebowo-klimatycznych zrealizowanego eksperymentu plon nasion mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym różnicowały warunki pogodowe i udział komponentów w mieszance (tab. 2). Istotnie największy plon nasion uzyskano w 2004 r., a najmniejszy w 2006 r., o małej ilości opadów i wysokiej temperaturze w okresie od kwietnia do lipca. Różnica plonu nasion między tymi skrajnymi latami wynosiła średnio $2,24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Oddziaływanie warunków opadowo-termicznych na plon nasion mieszanek zbożowo-strączkowych wykazali także inni autorzy [3, 7, 17, 25]. W badaniach własnych plon nasion mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [%]: 75 + 25, 50 + 50, 25 + 75 był istotnie większy (odpowiednio o $2,97$; $2,35$ i $1,97 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) od plonu nasion łubinu wąskolistnego z siewu czystego. Z porównywanych mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym istotnie największy plon nasion zebrano z mieszanki o udziale komponentów 75 + 25 % i był on porównywalny z plonem ziarna owsa z siewu czystego. Również z badań innych autorów [8, 9, 11, 12, 25] wynika, że plon nasion mieszanek zbożowo-strączkowych z udziałem owsa jest większy od plonu nasion rośliny strączkowych z siewu czystego, a mniejszy lub zbliżony do plonu ziarna

Tabela 2

Plon nasion i słomy mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [$t \cdot ha^{-1}$].
Yield of seeds and straw of the mixtures of oats & narrow-leaved lupine [$t \cdot ha^{-1}$].

Obiekt Object	Nasiona / Seeds				Słoma / Straw			
	Rok / Year			\bar{X}	Rok / Year			\bar{X}
	2004	2005	2006		2004	2005	2006	
I	5,75 ^a	4,40 ^a	3,42 ^a	4,52 ^A	5,92 ^a	6,08 ^a	5,58 ^a	5,86 ^A
II	5,66 ^a	4,22 ^a	3,05 ^b	4,31 ^A	5,95 ^a	6,17 ^a	5,18 ^a	5,77 ^A
III	4,95 ^b	3,66 ^b	2,46 ^c	3,69 ^B	5,44 ^b	5,57 ^b	4,35 ^b	5,12 ^B
IV	4,78 ^b	3,15 ^c	2,00 ^d	3,31 ^C	5,40 ^b	4,94 ^c	3,70 ^c	4,68 ^C
V	1,80 ^c	1,41 ^d	0,82 ^e	1,34 ^D	3,53 ^c	3,31 ^d	2,85 ^d	3,23 ^D
\bar{X}	4,59 ^A	3,37 ^B	2,35 ^C	–	5,25 ^A	5,21 ^A	4,33 ^B	–

Objaśnienia: / Explanatory notes:

I – 100 % owies / 100 % oats ,

II – 75 % owies + 25 % łubin wąskolistny / 75 % oats + 25 % narrow-leaved lupine;

III – 50 % owies + 50 % łubin wąskolistny / 50 % oats + 50 % narrow-leaved lupine;

IV – 25 % owies + 75 % łubin wąskolistny / 25 % oats + 75 % narrow-leaved lupine;

V – 100 % łubin wąskolistny / 100 % narrow-leaved lupine.

Wartości średnie oznaczone tymi samymi wielkimi literami w wierszu dla lat, w kolumnie dla obiektów oraz mały literami w kolumnie dla interakcji nie różnią się statystycznie istotnie / Mean values denoted by the same capital letters in the row ref. to the years and in the column ref. to the objects, and denoted by small letters in the column ref. to the interaction, do not differ statistically significantly.

owsa. Rudnicki i Kotwica [22] na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego z uprawy owsa wysiewanego w gęstości 350 ziaren na $1 m^2$ uzyskali $4,34 t \cdot ha^{-1}$ ziarna, natomiast z mieszanki złożonej z owsa (350 ziaren na $1 m^2$) i łubinu wąskolistnego (75 nasion na $1 m^2$) - $3,95 t \cdot ha^{-1}$ nasion, a z czystego zasiewu łubinu wąskolistnego (75 nasion na $1 m^2$) - $1,11 t \cdot ha^{-1}$ nasion. Zdaniem tych autorów zboża jare (jęczmień, owies, pszenżyto, żyto), a także łubin żółty i wąskolistny, w mieszankach plonują gorzej niż w siewach czystych, ale plony mieszanek są zdecydowanie większe od średnich plonów odpowiednich zbóż i łubinów z siewów czystych. W przeprowadzonym doświadczeniu zmniejszanie udziału owsa z 75 do 50% i z 50 do 25% w mieszance z łubinem wąskolistnym powodowało istotny spadek plonu nasion mieszanki odpowiednio o 0,62 i $0,38 t \cdot ha^{-1}$. Podobnie w badaniach Koteckiego [8] plon mieszanki owsa z peluszką, na glebie średniej, jak i lekkiej, zmniejszał się w miarę zmniejszania udziału owsa, a zwiększania peluszki. Z eksperymentu Rudnickiego i Gałęzewskiego [20] zrealizowanego na glebie kompleksu żytniego dobrego wynika, że zwiększanie gęstości siewu owsa w mieszankach z łubinem żółtym sprzyja lepszemu plonowaniu tych mieszanek, ale powoduje wyraźne zmniejszanie się udziału nasion łubinu w strukturze plonu mie-

szanek i zwiększenie zmienności tej cechy w latach. W badaniach wyżej wymienionych autorów najczęściej walorów agrotechniczno-użytkowych (oceniano: plon ziarna owsa w mieszance, wierność plonu owsa, plon nasion łubinu, wierność plonu łubinu) wykazały mieszanki owsa z łubinem żółtym o znacznie zróżnicowanej gęstości siewu obu gatunków (140 ziaren owsa i 75 - 100 nasion łubinu na 1 m²). Tylko w takich mieszankach udział nasion łubinu przekraczał 12 % w plonie końcowym. Z interakcji lat z udziałem komponentów w mieszance wynika, że w 2004 r., o dość korzystnych warunkach opadowo-termicznych w okresie wegetacyjnym, zmniejszenie udziału owsa z 50 do 25 % w mieszance z łubinem wąskolistnym nie różnicowało plonu nasion mieszanki. Natomiast w 2004 r., odznaczającym się znacznym niedoborem opadów w okresie wiosenno-letnim, plon nasion mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 75 + 25 % był istotnie mniejszy od plonu ziarna owsa z siewu czystego.

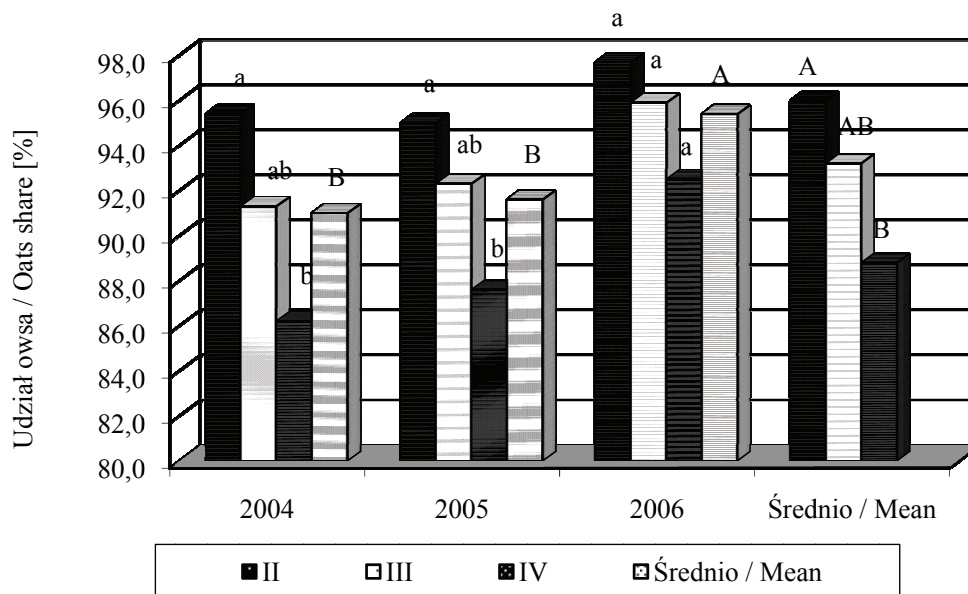
Plon nasion łubinu wąskolistnego w obecności owsa był mały, znacznie mniejszy niż spodziewany ze względu na ilość wysiewu oraz podlegał dużej zmienności w latach badań, a także pod wpływem składu ilościowego mieszanki. W 2006 r. był około czterokrotnie mniejszy niż w 2004 r. (tab. 3). Wraz ze zwiększaniem udziału owsa, a zmniejszaniem udziału łubinu wąskolistnego w wysiewanej mieszance następowała redukcja plonu nasion łubinu wąskolistnego osiągając w skrajnych przypadkach poziom 0,07 t·ha⁻¹. Uzyskane wyniki badań są zbieżne z rezultatami doświadczeń innych autorów [10, 20, 21], którzy wykazali silne ograniczenie plonowania łubinu wąskolistnego i żółtego w mieszankach z owsem i przez to niewielki udział nasion łubinu w plonie mieszanek, tym mniejszy w im mniejszym zagęszczeniu wysiewano łubin.

Tabela 3

Struktura plonu nasion mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [t·ha⁻¹].
Seed yield structure of oats/narrow-leaved lupine mixtures [t·ha⁻¹].

Obiekt Object	Rok / Year						\bar{x}	
	2004		2005		2006			
	owies oats	łubin lupine	owies oats	łubin lupine	owies oats	łubin lupine	owies oats	łubin lupine
I	5,75	–	4,40	–	3,42	–	4,52	–
II	5,40	0,26	4,01	0,21	2,98	0,07	4,13	0,18
III	4,52	0,43	3,38	0,28	2,36	0,10	3,42	0,27
IV	4,12	0,66	2,76	0,39	1,85	0,15	2,91	0,40
V	–	1,80	–	1,41	–	0,82	–	1,34

Oznaczenia obiektów jak w tab. 2. / The objects are denoted as in Tab. 2.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

Oznaczenia obiektów jak w tab. 2. / The objects are denoted as in Tab. 2.

Wartości średnie oznaczone tymi samymi wielkimi literami dla lat, jak i obiektów oraz małymi literami dla interakcji nie różnią się statystycznie istotnie / Mean values denoted by the same capital letters and ref. to the years and objects, and by the small letters ref. to the interaction do not differ statistically significantly.

Rys. 1. Udział owsa w plonie nasion mieszanek z łubinem wąskolistnym [%].

Fig. 1. Content proportion of oats in the seed yield of the mixture with narrow-leaved lupine [%].

Udział ziarna owsa w strukturze plonu nasion mieszanek w latach badań wahał się od 91,0 % w 2004 r. do 95,4 % w 2006 r., a w zależności od gęstości siewu komponentów od 88,8 do 96,0 % i był tym większy im mniej opadów było w okresie wegetacyjnym oraz im więcej owsa, a mniej łubinu wąskolistnego wysiewano w mieszance (rys. 1). Takie wyniki dowodzą, że w warunkach glebowo-klimatycznych omawianego doświadczenia o poziomie plonu nasion mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym decydował w głównej mierze plon owsa. W eksperymencie Kotwicy i Rudnickiego [10] udział ziarna owsa w plonie mieszanek z łubinem wąskolistnym, wysiewanych na gęstość 350 ziaren + 50 nasion i 350 ziaren + 75 nasion na 1 m², wynosił 93,9 i 91,8 %. Natomiast rezultaty doświadczeń Koteckiego i wsp. [9] wskazują na mniejszy udział ziarna owsa (69,4 %) w plonie mieszanki z łubinem wąskolistnym, wysiewanej na glebie lekkiej, typu pługowego, klasy IV b, w ilości 200 ziaren owsa + 50 nasion łubinu na 1 m². Zdaniem Kotwicy i Rudnickiego [10] w warunkach gleb kompleksu żytniego dobrego wielkość plonu mieszanek zbóż jarych z łubinem zależy przeważnie od kom-

ponentu zbożowego, a gatunek łubinu (żółty, wąskolistny) oraz gęstość siewu łubinu nie mają znaczącego wpływu na całkowity plon mieszanek. W łanie mieszanek zbożowo-strączkowych zachodzi bowiem konkurencja wewnątrzgatunkowa i międzygatunkowa. Silniejszymi konkurentami są zwykle rośliny zbożowe, a ich dominacja ujawnia się w słabszym rozwoju i wypadaniu z łanu roślin strączkowych [6, 19, 22]. Zjawiska wewnątrzgatunkowej i międzygatunkowej konkurencji czy sposób konwersji promieniowania w biomasę są determinowane przez specyficzne właściwości fizjologiczne gatunków, a nawet odmian uprawnych, a także przez różne, współdziałające czynniki siedliskowe, jak gleba, jej jakość i uwilgotnienie, warunki agrotechniczne np. poziom nawożenia azotem, gęstość siewu itp. [6, 18]. Rośliny łubinu żółtego zdecydowanie nie tolerują obecności roślin owsa w warunkach niedoboru wilgoci w glebie, przegrywając konkurencję z owsem o wodę i bardzo silnie ograniczają swój wzrost, redukując kilkakrotnie wszystkie organy w stosunku do korzystnych warunków wodnych. Ta negatywna reakcja łubinu żółtego jest tym silniejsza, z im większą liczbą roślin owsa konkuruje on o wodę [4].

Tabela 4

Plon suchej masy resztek poźniwnych mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [$t \cdot ha^{-1}$].
Dry matter yield of crop residues of oats/narrow-leaved lupine mixtures [$t \cdot ha^{-1}$].

Obiekt Object	Rok / Year			\bar{X}
	2004	2005	2006	
I	4,54 ^a	4,73 ^a	3,76 ^a	4,34 ^A
II	4,43 ^a	4,61 ^a	3,36 ^b	4,13 ^A
III	3,80 ^b	4,10 ^b	2,89 ^c	3,60 ^B
IV	3,71 ^b	3,52 ^c	2,31 ^d	3,18 ^C
V	1,44 ^c	1,68 ^d	1,26 ^e	1,46 ^D
\bar{X}	3,58 ^A	3,73 ^A	2,72 ^B	–

Objaśnienia jak w tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Plon słomy (tab. 2) i suchej masy resztek poźniwnych (tab. 4) mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym w 2004 i 2005 r. kształtował się na zbliżonym poziomie. Natomiast w 2006 r., w którym w większości miesięcy okresu wegetacyjnego odnotowano niedobór opadów w odniesieniu do miesięcznej sumy wieloletniej, plon słomy i resztek poźniwnych był istotnie najmniejszy. Z mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [%]: 75 + 25, 50 + 50, 25 + 75 zebrano istotnie większy plon słomy (odpowiednio o 2,54; 1,89; 1,45 $t \cdot ha^{-1}$) niż z łubinu wąskolistnego z siewu czystego. Mieszanki, w porównaniu z łubinem wąskolistnym, pozostawiły także istotnie więcej resztek poźniwnych (od 1,72 do 2,67 $t \cdot ha^{-1}$). Plon słomy i suchej masy resztek poźniwnych mie-

szanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 75 + 25 %, podobnie jak plon nasion, nie różnił się istotnie od plonów owsa. Natomiast w badaniach Koteckiego i wsp. [9] plon słomy mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym (50 + 50 % siewu czystego komponentów) był zbliżony do plonu słomy łubinu wąskolistnego, a istotnie większy od plonu słomy owsa. Różnice te wynikają najprawdopodobniej z odmiennych warunków glebowo-klimatycznych i agrotechnicznych w jakich realizowano doświadczenia. W omawianym eksperymencie w miarę zmniejszania ilości wysiewu owsa, a zwiększania łubinu wąskolistnego w mieszance, zmniejszał się istotnie plon słomy i suchej masy resztek poźniwnych mieszanek. Do podobnej konkluzji doszedł Kotecki [8], analizując wpływ składu ilościowego mieszanek owsa z peluszką na plon słomy. Resztki poźniwne roślin stanowią cenne źródło substancji organicznej w glebie [1, 16, 28]. Stwierdzony w badaniach własnych plon suchej masy resztek poźniwnych owsa mieścił się w granicach plonów (3,33 - 4,44 t·ha⁻¹) wykazanych przez innych autorów [1, 16, 23, 28]. Natomiast masa resztek poźniwnych łubinu wąskolistnego nie odbiegała znacznie od oznaczonej przez Harasimowicz-Hermann [5], a była mniejsza niż w doświadczeniach Batalina [1] i Skrzyczyńskiego i wsp. [24]. Według Paprockiego i Zielińskiego [16] dodatek zbóż jarych do normalnej ilości wysiewu łubinu żółtego (140 kg·ha⁻¹) zwiększa plon ogólny nasion i resztek poźniwnych, ale silnie obniża rozwój części wegetatywnych łubinu. Wynikiem tego jest nieco mniejszy plon słomy mieszanek. W warunkach zrealizowanego eksperymentu wystąpiło współdziałanie lat z udziałem komponentów w mieszance w odniesieniu do plonu słomy i suchej masy resztek poźniwnych.

Tabela 5

Współczynnik plonowania mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym.
Harvest index of oats /narrow-leaved lupine mixtures.

Obiekt Object	Rok / Year			\bar{X}
	2004	2005	2006	
I	0,49	0,42	0,38	0,43 ^A
II	0,49	0,41	0,37	0,42 ^{AB}
III	0,48	0,40	0,36	0,41 ^{AB}
IV	0,47	0,39	0,35	0,40 ^B
V	0,34	0,30	0,22	0,29 ^C
\bar{X}	0,45 ^A	0,38 ^B	0,34 ^C	–

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Oznaczenia obiektów jak w tab. 2. / The objects are denoted as in Tab. 2.

Wartości średnie oznaczone tymi samymi wielkimi literami w wierszu dla lat i w kolumnie dla obiektów nie różnią się istotnie / Mean values denoted by the same capital letters in the row ref. to the years and in the column ref. to the objects, do not differ statistically significantly.

W badaniach własnych największą wartość współczynnika plonowania stwierdzono w 2004 r., a najmniejszą w 2006 r., odznaczającym się znacznym niedoborem opadów w maju, czerwcu i lipcu (tab. 5). Wartość współczynnika plonowania owsa wynosiła średnio 0,43 i była istotnie większa niż łubinu wąskolistnego i mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 25 + 75 %, a zbliżona do wartości współczynnika plonowania mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów [%]: 75 + 25 i 50 + 50. Udział owsa i łubinu wąskolistnego w wysiewanych mieszankach [%]: 75 + 25, 50 + 50, 25 + 75) nie różnicował istotnie wartości współczynnika plonowania, tylko zaznaczyła się tendencja nieco większego współczynnika plonowania mieszanek z wysiewem owsa w większej gęstości.

Tabela 6

Zawartość białka ogólnego w nasionach i słomie mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.].

Total protein content in the seeds and straw of oats/narrow-leaved lupine mixtures [$\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ d.m.].

Objekt Object	Nasiona / Seeds				Słoma / Straw			
	Rok / Year			\bar{X}	Rok / Year			\bar{X}
	2004	2005	2006		2004	2005	2006	
I	120 ^d	125 ^d	128 ^d	124 ^D	34,4 ^d	37,7 ^d	39,2 ^c	37,1 ^D
II	129 ^c	136 ^c	131 ^{cd}	132 ^C	35,6 ^{cd}	39,0 ^{cd}	39,4 ^c	38,0 ^{CD}
III	136 ^c	139 ^c	137 ^{bc}	137 ^C	36,1 ^c	39,3 ^c	41,3 ^b	38,9 ^C
IV	145 ^b	151 ^b	145 ^b	147 ^B	37,7 ^b	41,4 ^b	42,1 ^b	40,4 ^B
V	308 ^a	324 ^a	335 ^a	322 ^A	46,2 ^a	51,0 ^a	53,4 ^a	50,2 ^A
\bar{X}	168 ^B	175 ^A	175 ^A	–	38,0 ^C	41,7 ^B	43,1 ^A	–

Objaśnienia jak w tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Zawartość białka ogólnego w nasionach i słomie mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym istotnie modyfikowały warunki pogodowe i udział komponentów w mieszance (tab. 6). W 2004 r., o dość korzystnym rozkładzie opadów i temperaturze powietrza w okresie wegetacyjnym zbliżonej do wielolecia, stwierdzono istotnie najmniejszą zawartość białka ogólnego w nasionach i słomie. W ciepłych latach – 2005 i 2006 średnia zawartość białka ogólnego w nasionach była identyczna i o $7 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. większa niż w roku 2004. Istotnie największą zawartość białka ogólnego odnotowano w słomie w 2006 r., odznaczającym się znacznym niedoborem opadów atmosferycznych w okresie wiosenno-letnim i wyższą od średniej z wielolecia temperaturą powietrza. Spośród porównywanych mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym największą zawartością białka ogólnego charakteryzowały się nasiona i słoma mieszanki o udziale komponentów 25 + 75 %. Różnice zawartości białka ogólnego w nasionach i słomie mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 75 + 25 % i 50 + 50

% mieściły się w granicach błędu doświadczalnego. Zawartość białka ogólnego w nasionach mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [%]: 75 + 25, 50 + 50, 25 + 75) była istotnie większa (o 8 - 23 g·kg⁻¹ s.m.) niż w ziarnie owsa, natomiast istotnie mniejsza niż w nasionach łubinu wąskolistnego (o 175 - 190 g·kg⁻¹ s.m.). Zawartość białka ogólnego w słomie mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 75 + 25 % kształtowała się na zbliżonym poziomie jak w słomie owsa. Natomiast słoma mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów [%]: 50 + 50 i 25 + 75 zawierała istotnie więcej białka ogólnego niż słoma owsa (odpowiednio o 1,8 i 3,3 g·kg⁻¹ s.m.). Słoma analizowanych mieszanek była jednak uboższa w białko ogólne niż słoma łubinu wąskolistnego (o 9,8-12,2 g·kg⁻¹ s.m.). Zawartość białka ogólnego w nasionach i słomie mieszanek zbożowo-strączkowych zależy przede wszystkim od składu gatunkowego, właściwości genetycznych wybranych odmian hodowlanych, stosunku komponentów i przebiegu warunków meteorologicznych [3, 8, 9, 11, 14, 17, 27]. Oddziaływanie udziału komponentów w mieszance na zawartość białka ogólnego w nasionach i słomie mieszanek zmieniało się istotnie w latach badań.

O plonie białka ogólnego decyduje plon i zawartość białka w plonie [3, 8, 11, 14, 17, 27]. Istotnie największy plon białka ogólnego nasion mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym uzyskano w 2004 r., podobnie jak plon nasion, a plon białka ogólnego słomy w 2005 r. (tab. 7). Istotnie najmniejszy plon białka ogólnego nasion i słomy stwierdzono w 2006 r., o układzie warunków opadowo-termicznych w okresie wegetacyjnym niesprzyjającym rozwojowi roślin. Plon białka ogólnego nasion i słomy mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 75 + 25 % oraz owsa z siewu czystego były zbliżone i istotnie największe. Nie stwierdzono istotnych różnic w poziomie plonu białka ogólnego nasion i słomy mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów [%]: 50 + 50 i 25 + 75. Duże różnice w plonie nasion i słomy oraz mały faktyczny udział łubinu wąskolistnego w plonie mieszanek sprawiły, że owies i jego mieszanki z łubinem wąskolistnym dostarczyły istotnie więcej białka ogólnego nasion (136, 64-145 kg·ha⁻¹) i słomy (61, 31-62 kg·ha⁻¹) od łubinu wąskolistnego z siewu czystego, pomimo największej zawartości tego składnika w plonie. Także Klima i Pisuleska [7] uzyskali większy plon białka ogólnego ziarna owsa z siewu czystego niż z mieszanek owsa z wyką jarą. Wpływ udziału komponentów w mieszance na plon białka ogólnego nasion i słomy był zróżnicowany w latach badań. W 2005 r. plon białka ogólnego nasion, a w 2006 r. plon białka ogólnego nasion i słomy mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 25 + 75 % nie różnił się istotnie od plonu białka ogólnego nasion i słomy łubinu wąskolistnego. W 2006 r. z mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 50 + 50 % uzyskano istotnie więcej białka ogólnego słomy niż z mieszanki o udziale komponentów 25 + 75 %.

Tabela 7

Plon białka ogólnego nasion i słomy mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym [kg·ha⁻¹].
Yield of total protein of seeds and straw of oats/narrow-leaved lupine mixtures [kg·ha⁻¹].

Obiekt Object	Nasiona / Seeds				Słoma / Straw			
	Rok / Year			\bar{X}	Rok / Year			\bar{X}
	2004	2005	2006		2004	2005	2006	
I	685 ^{ab}	543 ^{ab}	429 ^a	552 ^A	201 ^a	223 ^{ab}	211 ^a	212 ^A
II	725 ^a	566 ^a	392 ^a	561 ^A	208 ^a	234 ^a	197 ^a	213 ^A
III	668 ^b	500 ^{bc}	330 ^b	499 ^B	191 ^a	212 ^{bc}	173 ^b	192 ^B
IV	687 ^{ab}	468 ^{cd}	284 ^{bc}	480 ^B	199 ^a	197 ^c	149 ^c	182 ^B
V	545 ^c	441 ^d	261 ^c	416 ^C	154 ^b	158 ^d	141 ^c	151 ^C
\bar{X}	662 ^A	504 ^B	339 ^C	–	191 ^B	205 ^A	174 ^C	–

Objaśnienia jak w tabeli 2 / Explanatory notes as in Table 2.

Wnioski

1. W warunkach glebowo-klimatycznych Wysoczyzny Siedleckiej plon nasion, słomy, resztek poźniwnych i białka ogólnego mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym o udziale komponentów 75 + 25 % był zbliżony do poziomu plonów owsa z siewu czystego.
2. Zmniejszanie udziału owsa w mieszance z łubinem wąskolistnym wpływało istotnie na spadek plonu nasion, słomy i resztek poźniwnych, a wzrost zawartości białka ogólnego w nasionach i słomie mieszanek.
3. Mieszanki owsa z łubinem wąskolistnym odznaczały się dużym udziałem ziarna owsa w strukturze plonu mieszanek (88,8 - 96,0 %).
4. Uprawa mieszanek owsa z łubinem wąskolistnym zapewnia istotnie większy plon nasion, słomy, resztek poźniwnych i białka ogólnego niż czysty zasiew łubinu wąskolistnego.

Literatura

- [1] Batalin M.: Studium nad resztkami poźniwnymi roślin uprawnych w łanie. Roczn. Nauk Rol., 1962, 98 (D), 1-155.
- [2] Borowiecki J., Książek J.: Rośliny strączkowe w mieszankach ze zbożami w produkcji pasz. Post. Nauk Rol., 2000, 2, 89-100.
- [3] Büyükburç U., Karadağ Y.: The amount of NO_x-N transferred to soil by legumes, forage and seed yield, and the forage quality of annual legume + triticale mixtures. Turk. J. Agric. For., 2002, 26 (5), 281-288.


- [4] Gałęzewski L.: Reakcja łubinu żółtego w siewie czystym i jego mieszkankach z owsem na wilgotność gleby. *Rocz. AR Poznań, Rol.*, 2006, 380 (65), 55-65.
- [5] Harasimowicz-Hermann G.: Wpływ zróżnicowanej architektury ładu na elementy struktury plonu i masę resztek pozbiorowych form tradycyjnych i samokończących łubinu żółtego i wąskolistnego. *Fragm. Agron.*, 1993, 4, 181-182.
- [6] Ignaczak S., Andrzejewska J.: Rozwój i produktywność bobiku oraz zbóż w siewach jednogatunkowych lub mieszanych. Cz. I. Rozwój roślin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1997, 446, 355-363.
- [7] Klima K., Pisulewska E.: Kształtowanie się komponentów struktury plonu ziarna owsa, uprawianego w warunkach górskich, w siewie czystym i mieszkankach. *Rocz. AR Pozn., Rol.*, 2000, 325 (58), 39-47.
- [8] Kotecki A.: Wpływ składu gatunkowego oraz zróżnicowanego udziału komponentów w mieszkankach na plon nasion peluszkii uprawianej w różnych warunkach glebowych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozprawa hab.*, 1990, 87, 1-54.
- [9] Kotecki A., Grządkowska A., Stainhaff-Wrzeźniewska A.: Ocena przydatności odmian łubinu wąskolistnego do uprawy w mieszkankach ze zbożami. *Mat. Konf. Nauk. nt. „Łubin we współczesnym rolnictwie. Łubin – Białko – Ekologia”, PTŁ, ART, KFGiHR PAN, Olsztyn 1997*, ss. 261-271.
- [10] Kotwica K., Rudnicki F.: Komponowanie mieszanek zbóż jarych z łubinem na glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2003, 495, 163-170.
- [11] Kotwica K., Rudnicki F.: Efekty uprawy jarych mieszanek zbożowych i zbożowo-strączkowych na glebie kompleksu żytiego dobrego. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2004, 3 (1), 149-156.
- [12] Książek J.: Plonowanie mieszanek łubinu wąskolistnego ze zbożami jarymi na różnych typach gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007, 522, 255-262.
- [13] Leszczyńska D., Cacak-Pietrzak G.: Wpływ obecności owsa (formy oplewionej i nieoplewionej) na cechy plonotwórcze jęczmienia w zasiewie mieszanym. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 2006, 46 (2), 19-23.
- [14] Lithourgidis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhima K.V., Dordas C.A., Yiakoulaki M.D.: Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Res.*, 2006, 99 (2/3), 106-113.
- [15] Michalski T.: Agrotechniczne aspekty uprawy mieszanek w świetle literatury. *Mat. Konf. Nauk. nt. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”*. AR, CDiER, Poznań 1994, s. 65-74.
- [16] Paprocki S., Zieliński A.: Wpływ mieszanek strączkowo-zbożowych na plon i jakość resztek poźniwnych oraz ich działanie na żyto. *Rocz. Nauk. Rol.*, 1966, 90 (A/4), 611-631.
- [17] Pisulewska E.: Wysokość i jakość plonu jarych i ozimych mieszanek zbożowo-strączkowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy*, 1997, 221, 1-88.
- [18] Pommer G., Haisch A., Forster S., Fink K.: Einflüsse der Strahlungsversorgung auf Assimilationsleistung und Ertragsbildung der Ackerbohne. *Angew. Botanik*, 1985, 59, 453-468.
- [19] Rudnicki F., Gałęzewski L.: Reakcja owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszkankach o różnym składzie ilościowym oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek. Cz. I. Reakcja owsa i łubinu wąskolistnego na uprawę w mieszkankach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007, 516, 161-170.
- [20] Rudnicki F., Gałęzewski L.: Reakcja owsa i łubinu żółtego na uprawę w mieszkankach o różnym składzie ilościowym oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek. Cz. II. Plonowanie mieszanek. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2007, 516, 171-179.
- [21] Rudnicki F., Kotwica K.: Porównanie efektów uprawy jarych mieszanek zbożowo-strączkowych z udziałem jęczmienia, owsa lub pszenżyta. *Folia Univ. Stetin., Agricultura*, 2002, 228 (91), 125-130.
- [22] Rudnicki F., Kotwica K.: Oddziaływanie konkurencyjne między zbożami jarymi i łubinami w mieszkankach oraz efekty produkcyjne uprawy mieszanek na glebie kompleksu żytiego bardzo dobrego. *Fragm. Agron.*, 2007, 4, 145-152.

- [23] Římovský K.: Resztki poźniwne roślin uprawnych i ich wpływ na bilans masy organicznej. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst., Agricultura*, 1987, 44, 163-170.
- [24] Skrzyczyński T., Boligłowa E., Starczewski J.: Wartość przedplonowa roślin strączkowych dla jęczmienia jarego i pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.*, 1992, 4, 35-42.
- [25] Szałajda R.: Plonowanie dwugatunkowych mieszanek roślin strączkowych z dodatkiem owsa uprawianych na nasiona. *Mat. Konf. Nauk. nt. „Stan i perspektywy uprawy mieszanek zbożowych”*, AR, CDiER, Poznań 1994, ss. 175-179.
- [26] Szałajda R.: Produkcyjność mieszanek strączkowych i zbożowo-strączkowych z udziałem owsa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1997, 446, 401-405.
- [27] Szczygielski T.: Plonowanie mieszanek strączkowo-zbożowych. *Fragm. Agron.*, 1993, 4, 187-188.
- [28] Wanic M., Nowicki J., Bielski S.: Reakcja mieszanki jęczmienia jarego z owsem na różne przedplony i częstotliwość uprawy w płodozmianie. *Cz. II. Masa i jakość resztek poźniwnych. Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2004, 3 (2), 177-186.

COMPARISON OF YIELDING AND PROTEIN CONTENT IN COMMON OATS/NARROW-LEAVED LUPINE MIXTURES

S u m m a r y

The objective of the research (2004 - 2006) was to determine the yield of seeds, straw, crop residues, and total protein in mixtures of oats and narrow-leaved lupine depending on the content proportions of those species and to compare them with the relevant indicators of the named plants originating from pure stands. A field experiment was established at the Experimental Farm in Zawady, and arranged using a randomized complete block design with four replicates. The experimental factor was a content proportion (% of pure stand sowing) of oats (100, 75, 50, 25, 0) and narrow-leaved lupine (0, 25, 50, 75, 100) in a mixture. Of the oats/narrow-leaved lupine mixtures studied, the mixture with a 75% and 25% proportion of components produced the highest yields of seed, straw, crop residue, and total protein. The yields of this mixture were similar to those of oats cultivated in pure stands. An decrease in the content proportion of oats in the mixture with narrow-leaved lupine caused the yields of seed, straw, and crop residue to significantly decrease, and the total protein content in the seeds and straw of mixtures to increase. The per cent proportion of oats in the structure of mixture yield was between 88.8 and 96.0%. When cultivating mixtures of oats and narrow-leaved lupine, it is possible to produce significantly higher yields of seed, straw, crop residue, and total protein if compared with the yields obtained when growing narrow-leaved lupine in pure stands.

Key words: oats, narrow-leaved lupine, mixture, yield, total protein 

RENATA TOBIASZ-SALACH, DOROTA BOBRECKA-JAMRO, JAN BUCZEK,
EWA SZPUNAR-KROK

REAKCJA OWSA OPLEWIONEGO I NAGOZIARNISTEGO NA DZIAŁANIE REGULATORÓW WZROSTU

Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono wyniki trzyletniego doświadczenia polowego, przeprowadzonego w latach 2007 - 2009 w Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Krasnem koło Rzeszowa. Celem podjętych badań było określenie reakcji roślin owsa (rodów STH 7105, STH 5417 i STH 7505 (forma nieoplewiona)) na zastosowanie retardanta wzrostu w postaci preparatu Cycocel (CCC), który stosowano w różnych fazach rozwojowych, takich jak 13 BBCH, 32 BBCH i 39 BBCH. Oprysk preparatem CCC stosowano w dawce 2 l/ha. Na poletkach kontrolnych nie stosowano retardanta wzrostu. Na podstawie wykonanych badań nie stwierdzono wpływu CCC na przebieg wegetacji owsa. Analiza statystyczna wykazała, że preparat nie różnicował także w istotny sposób plonu i masy 1000 ziaren. Retardant wzrostu CCC istotnie wpływał natomiast na takie składowe plonu, jak: długość źdźbła, liczba kłosek i ziarniaków z wiechy. Pod wpływem jego działania rośliny owsa uległy skróceniu (średnio o 3,5 %), zaś liczba kłosek i ziarniaków zwiększyła się w stosunku do próby kontrolnej o około 4,2 %. Aplikacja preparatu CCC spowodowała także wzrost zawartości białka i tłuszczu. Nie różnicowała natomiast zawartości włókna i związków mineralnych w postaci popiołu w badanych rodach owsa.

Słowa kluczowe: plon ziarna, składowe plonu, owies nagoziarnisty, regulator wzrostu (CCC), skład chemiczny ziarna

Wstęp

W hodowli zbóż dominuje trend skracania źdźbeł w celu ochrony roślin przed wyleganiem. Wyleganie jest jednym z głównych czynników powodujących straty ilościowe i zmiany jakościowe w plonie ziarna. Regulatory wzrostu wpływają na zmiany pokroju rośliny, skracają źdźbło, zwiększają rozwój systemu korzeniowego, a także powodują zmiany w strukturze kłosa, które wpływają na plon [2, 7, 10, 13]. W warunkach polskich mało jest danych na temat stosowania regulatorów wzrostu zbóż,

a szczególnie owsa. W badaniach założono, że rody mogą różnie reagować na zastosowanie antywylegacza, zarówno pod względem wielkości plonu, jak i cech jakościowych.

Celem podjętych badań było określenie reakcji rodów owsa na zastosowanie regulatora wzrostu w postaci preparatu Cycocel. Określono plon, składowe plonu i skład chemiczny ziarna trzech rodów owsa uprawianego w warunkach Podkarpacia.

Material i metody badań

Badania przeprowadzono w latach 2007 - 2009, zakładając ściśle doświadczenie polowe w Stacji Dydaktyczno-Badawczej w Krasnem koło Rzeszowa. Doświadczenie dwuczynnikowe założono metodą losowych bloków z podblokami w 3 powtórzeniach. Badania przeprowadzono na glebie kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej III a, o składzie granulometrycznym utworu pyłowego zwykłego piaszczystego. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem (pH 5,29). Zawartość składników przyswajalnych [w mg na 100 g gleby] wynosiła: P₂O₅ – 13,1, K₂O – 15,5 (zawartość średnia), zaś magnezu – 2,2 (bardzo niska). Zawartość mikroelementów [w mg na 1000 g gleby] była średnia i wynosiła: bor – 1,65, mangan – 158,8, miedź – 4,2, cynk – 5,3 oraz żelazo – 1110.

Pierwszym czynnikiem doświadczenia były rody owsa STH 7105, STH 5417 i STH 7505 (ród nieoplewiony), zaś drugim retardant wzrostu CCC (Cycocel 750 SL), który zastosowano w następujących fazach rozwojowych roślin: w 13. dniu wegetacji (3 liście rozwinięte), 32. dniu wegetacji (kiedy kolanko było już odkryte), 39. dniu wegetacji (widoczny jęczyczek przy kołnierzu liścia flagowego). Na obiekcie kontrolnym nie zastosowano retardanta wzrostu. CCC jest to środek z grupy retardantów wzrostu w formie koncentratu rozpuszczalnego w wodzie, przeznaczony do stosowania w celu zapobiegania wyleganiu roślin. Zawartość substancji biologicznie czynnej, chlorku chloromequatu wynosiła 750g/l. Materiał siewny pochodził z ZDHAR w Strzelcach k. Kutna. Oprysk CCC stosowano w dawce 2 l/ha. Agrotechnika była zgodna z zaleceniami dla roślin zbożowych. Przedplonem owsa był rzepak jary. Obsada roślin na 1 m² wynosiła 550 szt·m⁻². Owies wysiewano w każdym roku w pierwszej dekadzie kwietnia, a zbierano w II i III sierpnia. Przed zbiorem pobierano po 10 roślin z każdego poletka w celu wykonania pomiarów biometrycznych, takich jak: wysokość rośliny, długość wiechy, liczba kłosek w wieście, liczba ziaren z wiechy i masa ziarna z wiechy. Określono plon ziarna i masę tysiąca ziaren przy 15 % wilgotności. Skład chemiczny ziarna owsa wykonywano metodą spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni aparatem NIR system firmy Broker. Dane meteorologiczne podano według notowań Stacji Meteorologicznej w Jasionce k. Rzeszowa. Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Istotność różnic między poszczególnymi średnimi weryfikowano testem Tukey`a przy poziomie istotności p = 0,05.

Wyniki i dyskusja

Owies jest rośliną charakteryzującą się dużymi wahaniami plonów w zależności od pogody w okresie prowadzenia doświadczeń, a największy wpływ ma suma i rozkład opadów w czasie wegetacji [1, 5, 6, 8, 9, 14]. W latach prowadzenia badań przebieg pogody był korzystny dla właściwego wzrostu i rozwoju owsa (tab. 1). Średnia temperatura powietrza kształtowała się powyżej średniej wieloletniej (14,7 °C) (tab. 1), a wahania temperatury mieściły się w granicach od 15,7 do 16,5 °C. W stosunku do średniej wieloletniej, w okresie badań w czerwcu i lipcu, temperatura była wyższa o około 2 °C (tab. 1).

Opady atmosferyczne były zróżnicowane w okresie prowadzonych badań. Szczególnie mokry był maj i czerwiec w 2008 i 2009 r. Opady w tych miesiącach znacznie przewyższały średnią wieloletnią (tab. 1). Suchy natomiast okazał się kwiecień w 2009 roku, w którym opady były około 12 razy niższe w stosunku do średniej wieloletniej. Taki przebieg pogody spowodował słabe wschody owsa, ale wysokie opady w kwietniu i maju zniwelowały skutki wiosennej suszy. Trybała [15] i Kukuła [6] uważają, że najkorzystniejszą dla owsa jest suma opadów 200 - 240 mm w czasie wegetacji z czego 10 % powinno przypadać na kwiecień, 21 % na maj, 19 % na czerwiec i aż 50 % na lipiec. Z kolei wg Michalskiego i wsp. [9] oraz Mazurka [6] opady optymalne dla owsa w okresie wegetacji mieszczą się w granicach 300 - 400 mm. W przeprowadzonych badaniach suma opadów w badanym okresie była zgodna z zaleceniami Michalskiego i wsp. [9], a w 2008 r. nawet wyższa o 10,4 mm (tab. 1).

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w okresie badań.

Weather conditions during the period of investigations.

Rok / Year	Miesiąc / Month					\bar{x}
	IV	V	VI	VII	VIII	
	Temperatura / Temperature [°C]					
2007	8,7	15,8	19,2	20,2	18,9	16,5
2008	9,1	13,6	18,1	18,9	18,8	15,7
2009	11,0	13,3	16,5	20,0	18,7	15,9
Wielolecie / Period from 1972 to 2006	8,4	13,2	16,5	18,0	17,6	14,7
	Opady / Rainfalls [mm]					Suma Sum
2007	52,8	50,3	78,8	88,3	71,0	341,2
2008	45,5	105,3	86,7	117,6	55,3	410,4
2009	3,7	102,6	146,4	98,0	21,8	372,5
Wielolecie / Period from 1972 to 2006	47,3	68,0	77,0	90,0	74,3	356,6

Analizując średnie wyniki badań z trzech lat, nie stwierdzono wpływu retardanta wzrostu (CCC) na przebieg wegetacji owsa. Badane rody pełną dojrzałość uzyskały średnio po 126 - 128 dniach od siewu. Należy dodać, że w latach badań nie notowano wylegania roślin. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że chlormequat nie różnicował także w istotny sposób plonu ziarna (tab. 2). Wyniki te nie są zgodne z danymi uzyskanymi przez Peltonen-Sainio [12] i Peltonen-Sainio i wsp. [11], którzy stwierdzili, że przy braku wylegania zastosowanie CCC w fazie 2 kolanka nieznacznie zwiększa plon ziarna ze względu na wyższą obsadę i większy transport asymilatów do ziarna. Również Maciorowski i wsp. [7] wykazali niewielki wpływ retardanta CCC na wzrostu owsa odmiany Akt przy braku wylegania. Zależności tej nie wykazano jednak w przeprowadzonym doświadczeniu. (tab. 2).

W badaniach stwierdzono niższy plon ziarna rodu STH7505 (forma nieoplewiona) w porównaniu z rodami STH 7105 i STH 5417 (formy oplewione). Wynikało to głównie ze słabego wypełnienia ziarna (istotnie mniejsza masa ziarna z wiechy i masa 1000 ziaren w porównaniu z formami oplewionymi) i braku łuski. Według Maciorowskiego [7] typowym mankamentem owsa nieoplewionego, wynikającym z jego budowy, jest większa liczba kwiatków w kłosku, a to powoduje, że wypełnienie ziarniaków jest w przypadku tych form słabsze.

W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano przyhamowanie wzrostu elongacyjnego rodów owsa. (tab. 2) W rodach owsa STH 7105 i STH 7505 (forma nieoplewiona) zastosowanie w fazie 32 BBCH i 39 BBCH chlormequatu spowodowało spadek wysokości roślin odpowiednio o 3,6 i 3,4 % w stosunku do fazy 13 BBCH. W przypadku rodu STH 7505 oprysk CCC w fazie 13 BBCH skrócił źdźbło o 2,6 % w stosunku do próby kontrolnej (tab. 2).

Nie wykazano natomiast wpływu chlormequatu na długość wiechy. Wprawdzie owies rodu STH 7505 uzyskał dłuższą wiechę w porównaniu z formami oplewionymi, ale wynikało to z genotypu rośliny, a nie zastosowanego środka (tab. 2).

Oprysk antywylegaczem spowodował wzrost liczby kłosek i ziarniaków z wiechy (tab. 2). Wzrost ten, odpowiednio o 3,6 i 4,8 % w stosunku do próby kontrolnej, zaobserwowano po aplikacji CCC w 39. dniu wegetacji. Podobne rezultaty uzyskał Gendy i Höfner [4], którzy stwierdzili, że zastosowanie CCC zwiększa rozwój kłosek i kwiatków w wieszce. Nie wykazali natomiast pozytywnego wpływu retardanta wzrostu na masę ziarna z wiechy, co potwierdzono także w przeprowadzonych badaniach (tab. 2).

Tabela 2

Plon i elementy struktury plonu owsa (wartość średnia z lat 2007 - 2009).

Yield and elements of yield structure of oats (the mean value for 2007 to 2009).

Rody Strains I	Retardant wzrostu Growth retardant (CCC) II	Wysokość roślin Plant height [cm]	Długość wiechy Length of panicle [cm]	Liczba wiech na 1m ² Number of panicles per 1 m ² [szt.]	Liczba kłosek z wiechy Number of spikelets per panicle [szt.]	Liczba ziaren z wiechy Number of grains per panicle [szt.]	Masa ziarna z wiechy Weight of grain per panicle [g]	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains [g]	Plon Yield [t ha ⁻¹]
STH 7105	Próba kontrolna Control sample	59,4	13,5	364,4	25,3	50,2	1,6	31,6	5,0
	13 BBCH	60,9	13,4	380,9	25,0	53,2	1,6	31,0	5,1
	32 BBCH	58,7	12,7	381,3	24,5	48,5	1,6	31,7	5,1
	39 BBCH	58,9	13,5	385,6	26,9	52,4	1,7	32,0	5,2
STH 5417	Próba kontrolna Control sample	63,5	13,6	344,6	27,0	53,9	1,7	31,5	5,0
	13 BBCH	62,1	13,8	375,6	27,6	50,7	1,7	31,8	5,3
	32 BBCH	64,7	13,7	351,6	29,3	54,5	1,7	31,1	5,1
	39 BBCH	64,6	13,9	362,4	28,6	55,7	1,6	30,8	5,1
STH 7505	Próba kontrolna Control sample	65,6	16,5	358,7	22,2	40,3	1,3	24,5	3,6
	13 BBCH	63,9	15,5	366,3	19,6	43,6	1,2	24,6	3,7
	32 BBCH	66,3	15,5	320,0	22,6	44,5	1,3	24,1	3,7
	39 BBCH	66,0	16,2	344,9	21,6	43,3	1,1	24,4	3,5
NIR _{p=0,05} LSD _{p=0,05}	I x II	r. n	r. n	r. n	r. n	r. n	r. n	r. n.	r. n.
	II x I	1,87	r. n	r. n	2,52	5,12	r. n	r. n.	r. n.
\bar{X}	STH 7105	59,5	13,3	378,1	25,4	51,1	1,6	31,6	5,1
	STH 5417	63,7	13,8	358,5	28,1	53,7	1,7	31,3	5,1
	STH 7505	65,5	15,9	347,5	21,5	42,9	1,2	24,4	3,6
NIR _{p=0,05} LSD _{p=0,05}		r. n	0,76	r. n	r. n.	r. n	0,46	6,47	1,40
\bar{X}	Próba kontrolna Control sample	62,80	14,5	355,9	24,8	48,1	1,5	29,2	4,5
	13 BBCH	62,30	14,2	374,3	24,1	49,1	1,5	29,1	4,7
	32 BBCH	63,25	14,0	351,0	25,5	49,2	1,5	29,0	4,6
	39 BBCH	63,16	14,5	364,3	25,7	50,4	1,5	29,1	4,6
NIR _{p=0,05} LSD _{p=0,05}		r. n	r. n.	r. n	0,85	1,02	r. n.	r. n.	r. n.
Wartość średnia ogólna Total mean value		62,9	14,3	361,4	25,0	49,2	1,5	29,1	4,6

Tabela 3

Skład chemiczny ziarniaków owsa (wartość średnia z lat 2007 - 2009).

Chemical composition of oats grains (the mean value for 2007 - 2009).

Rody / Strains I	Retardant wzrostu Growth retardant (CCC) II	Białko	Tłuszcz	Włókno	Popiół	Skrobia
		Protein	Fat	Fibre	Ash	Starch
		[% s. m. / % d.m.]				
STH 7105	Próba kontrolna Control sample	13,6	5,0	10,4	2,3	45,1
	13 BBCH	13,9	5,4	9,2	2,4	47,1
	32 BBCH	13,3	5,1	9,5	2,3	47,1
	39 BBCH	13,6	5,2	9,3	2,3	47,4
STH 5417	Próba kontrolna Control sample	13,4	4,8	10,0	2,3	46,1
	13 BBCH	13,5	4,9	9,7	2,4	46,1
	32 BBCH	13,3	4,5	9,9	2,3	45,8
	39 BBCH	13,5	4,8	9,7	2,3	46,8
STH 7505	Próba kontrolna Control sample	13,4	8,6	3,1	1,6	59,3
	13 BBCH	13,5	8,3	3,5	1,6	58,2
	32 BBCH	13,3	8,5	3,1	1,5	59,2
	39 BBCH	13,5	8,4	3,2	1,6	58,6
NIR _{p=0,05} / LSD _{p=0,05}	IxII	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	4,64
	IIxI	r. n.	0,16	r. n.	r. n.	1,84
\bar{x}	STH 7105	13,6	5,2	9,6	2,3	46,7
	STH 5417	13,3	4,8	9,8	2,3	46,2
	STH 7505	13,4	8,5	3,2	1,6	58,8
NIR _{p=0,05} / LSD _{p=0,05}		r. n.	1,7	2,6	0,8	6,6
\bar{x}	Próba kontrolna Control sample	13,4	6,1	7,8	2,1	50,2
	13 BBCH	13,6	6,2	7,5	2,1	50,5
	32 BBCH	13,7	6,1	7,5	2,0	50,7
	39 BBCH	13,6	6,2	7,4	2,1	51,0
NIR _{p=0,05} / LSD _{p=0,05}		0,23	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.
Wartość średnia ogólna Total mean value		13,4	6,1	7,5	2,1	50,6

Analizując cechy określające jakość ziarna owsa wykazano wpływ CCC na zawartość białka. Dolistny oprysk preparatem CCC spowodował istotny wzrost jego zawartości (tab. 3). Podobnie korzystny wpływ stosowania CCC na zawartość i jakość białka uzyskali Rudnicki i wsp. [13], Dziamba [3] oraz Cacak-Pietrzak i wsp. [2] w badaniach nad pszenicą.

Pod względem zawartości tłuszczu badane rody reagowały różnie na oprysk CCC (tab. 3). W przypadku owsa rodu STH 7105 retardant wzrostu zastosowany w 13. i 39. fazie BBCH spowodował istotny wzrost, natomiast w STH 7505 spadek (we wszystkich fazach aplikacji) zawartości tłuszczu w ziarnie w stosunku do próby kontrolnej. Przeprowadzona analiza, wykazała także, wzrost zawartości skrobi w ziarniakach rodu STH 7105 (tab. 3). Nie wykazano natomiast wpływu retardanta wzrostu na zawartość włókna i związków mineralnych w postaci popiołu w badanych rodach owsa (tab. 3). Rody te niezależnie od stosowanego CCC różniły się istotnie między sobą zawartością tłuszczu, włókna, popiołu i skrobi w ziarniakach, a różnice te wyniknęły z cech genotypowych. Ród nieoplewiony zawierał więcej tłuszczu i skrobi, a mniej włókna i popiołu (tab. 3). Wyniki te są zgodne z powszechną opinią, że owsy nieoplewione charakteryzują się większą zawartością tłuszczu, a mniejszą włókna w stosunku do form oplewionych [6, 10].

Wnioski

1. Badane rody owsa, przy braku wylegania i w sprzyjających warunkach pogodowych, w niewielkim stopniu reagowały na zastosowany retardant wzrostu Cycocel 750 SL.
2. Plon ziarna i masa 1000 ziaren nie były różnicowane przez stosowany antywylegacz.
3. Wykazano wpływ retardanta wzrostu Cycocel na takie cechy struktury plonu, jak: długość źdźbła, liczba kłosek i ziarniaków z wiechy.
4. Aplikacja preparatu CCC spowodowała wzrost zawartości białka i tłuszczu w ziarniakach. Nie różnicowała natomiast zawartości włókna i związków mineralnych, oznaczonych jako popiół.

Literatura

- [1] Budzyński W., Wróbel E., Dubis B.: Reakcja owsa nagiego na czynniki agrotechniczne. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1** (18) Supl., 97-103.
- [2] Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Leszczyńska D.: Wpływ retardantów na wartość technologiczną pszenicy ozimej. *Pam. Puł.* 2004, **138**, 5-8.
- [3] Dziamba S.: Wpływ antywylegacza (CCC) i nawożenia na plonowanie, cechy struktury plonu oraz zawartość białka i lizyny w ziarnie pszenżyta, żyta i pszenicy. *Biul. IHAR*, 1987, **161**, 105-112.

- [4] Gendy A., Höfner W.: Stalk shortening of oat (*Avena sativa* L.) by combined application of CCC, DCiB and ethephon. *Vereinigung für Angewandte Botanik* 1989, **63**, 103-110.
- [5] Klima K., Pisulewska E.: Kształtowanie się komponentów struktury plonu ziarna owsa, uprawianego w warunkach górskich w siewie czystym i mieszankach. *Roczniki AR w Poznaniu Roln.*, 2000, **CCCXXV**, 39-47
- [6] Kukuła S.: Charakterystyka i wymagania agrotechniczne odmian owsa. *Biuletyn IHAR*, 2001, **221**, 3- 11.
- [7] Maciorowski R., Werwińska K., Nita Z., Stankowski S.: Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na działanie regulatorów wzrostu w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Biuletyn IHAR* 2006, **239**, 137-146.
- [8] Mazurek J.: *Biologia i agrotechnika owsa* IUNG, Puławy 1993.
- [9] Michalski T., Idziak R., Menzel L.: Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1(18)** Supl., 46-52.
- [10] Nita Z.: Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18)** Supl., 186-192.
- [11] Peltonen-Sainio P., Rajala A.: Chloromequat chloride and ethephon affect growth and yield formation of conventional, naked and dwarf oat. *Agric. Food Sci. Finl.*, 2001, **10**, 165-174.
- [12] Peltonen-Sainio P.: Yield component differences between naked and conventional oat. *Agron. J.* 1994, **86**, 510-513.
- [13] Rudnicki F., Bernaciński M.: Wpływ sposobu wiosennej pielęgnacji na plonowanie i jakość ziarna odmiany pszenicy ozimej. *Fragm. Agronom.* 2008, **1**, 47-356.
- [14] Trybała M.: *Gospodarka wodna w rolnictwie*. PWRiL., Warszawa 1996.

RESPONSE OF HULLED AND HULL-LESS OATS TO THE ACTION OF GROWTH REGULATORS

S u m m a r y

In the paper, the results were presented of a three-year field experiment carried out during 2007 - 2009, at a Scientific Research Station in Krasne near Rzeszów. The objective of the investigations was to determine the response of oat plants (strains: STH 7105, STH 5417, and STH 7505, a hull-less form) to the application of growth retardant in the form of a Cycocel suspension (CCC) used at various growth phases, such as 13 BBCH, 32 BBCH, and 39 BBCH. The oat plants were sprayed with a CCC suspension, its dosage was 2 l /Ha. No growth retardant was used in the control plots. Based on the investigations performed, no impact of CCC on the vegetation course of oats was found. The statistical analysis accomplished showed that this preparation did not differentiate significantly the yield and mass of 1000 grains. However, the CCC growth retardant had a significant effect on such yield components as stalk length, and number of ears and grains per panicle. The action of this preparation caused the oat plants to become shorter (by 3.5 % on average) and the number of ears and grains to increase by ca. 4.2 % if compared with the control sample of plants. Furthermore, the application of CCC caused the content of protein and fat to increase. However, it did not differentiate the content of fibre and mineral compounds in the form of ash in the oat strains investigated.

Key words: grain yield, yield components, hull-less oat, growth regulators (CCC), chemical composition of grain ☒

ROBERT WITKOWICZ, ELŻBIETA PISULEWSKA

WPLYW NAWOŻENIA MINERALNEGO I REGULATORÓW WZROSTU NA TRANSMISJĘ PROMIENIOWANIA BIOLOGICZNIE CZYNNEGO PRZEZ ŁAN OWSA NAGOZIARNISTEGO

Streszczenie

W pracy określono wpływ genotypu, nawożenia fosforowo-potasowego i nalistnego azotem oraz regulatorów wzrostu Moddus i Promalin na transmisję przez łan owsa promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR). Ze względu na silny wpływ nawożenia fosforowo-potasowego na transmisję PAR określono również jego wpływ na zawartość azotu w zielonce owsa w sześciu terminach badań (26, 41, 48, 56, 61, 70 dni po siewie).

Doświadczenia zakładano wg planu frakcyjnego 2⁵⁻¹ w Wierzbicy (50°29' szerokości geograficznej północnej, 19°45' długości geograficznej wschodniej) na 290 m nad poziomem morza.

Wyniki badań potwierdziły statystycznie istotny wpływ nawożenia fosforowo-potasowego na ilość transmitowanego PAR przez łan owsa w czterech terminach badań przypadających na czerwiec. Wpływ ten wyrażony w jednostkach odchylenia standardowego wahał się w przedziale od 0,254 do 0,347. Potwierdzono również statystycznie istotnie wyższą transmisję PAR przez łan rodu karłowego STH 7000 w porównaniu z odmianą Akt. Nawożenie nalistne azotem powodowało znaczne przekroczenie zawartości azotu w zielonce owsa w stosunku do wartości zawartych w normach żywienia przeżuwaczy, ale nie spowodowało przekroczenia wartości optymalnego odżywienia roślin owsa w badanych sześciu terminach.

Słowa kluczowe: PAR, azot, regulator wzrostu rośliny

Wprowadzenie

Agroekosystemy podlegają wpływom szeregu czynników antropogenicznych, które na ogół wpływają na budowę morfologiczną rośliny. Modyfikacja powierzchni asymilacyjnej (zmiana indeksu liściowego, zmiana w rozłożeniu przestrzennym liści) musi skutkować zmianami w absorpcji przez aparat fotosyntetyczny promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR) [1, 3]. Ponadto zmiana składu spektralnego światła

w łanie, powodująca wzrost stosunku dalekiej czerwieni do czerwieni skutkuje swoistą reakcją odmiany, jako odpowiedź na możliwość większej konkurencji [5, 9].

Wśród czynników znacząco modyfikujących ulistnienie można wymienić dostępność wody, nawożenie mineralne oraz genotyp warunkujący wysokość rośliny. Drecer i wsp. [6] zaobserwowali związek zawartości azotu w liściach z absorpcją promieniowania, a wpływ uwilgotnienia gleby i sposobu uprawy na absorpcję promieniowania przez kukurydzę potwierdził Bergamaschi i wsp. [2]. Również pszenica w siewie czystym i z bawelną w różnej rozstawie rzędów wykorzystywała PAR w różnym, szerokim zakresie [7]. Ilość docierającego do roślin PAR różnicowała również plony roślin warzywnych [12, 13] czy też warunkowała odnowienia drzewostanu w lukach [4].

Skórska i Lewandowski [14] wykazali natomiast różną reakcję odmian owsa na szkodliwe promieniowanie UV-B, które znacząco mogło być ograniczane przez promieniowanie z zakresu PAR.

Wprowadzone w ostatnich latach do uprawy różne formy owsa będą odmiennie kształtować wykorzystanie PAR z powodu zdecydowanie różnej wysokości (formy karłowe oraz wysokie) czy też z powodu luźniejszej wiechy o większych kłoskach u form nagoziarnistych, bowiem wg Kocurek i Pilarskiego [10] absorpcja PAR pędów roślin zielnych jest taka sama jak liści. W związku z brakiem w literaturze opracowań dotyczących PAR w łanie owsa podjęto badania, których celem była analiza zmian wielkości strat PAR w łanie różnych form owsa nagoziarnistego w zależności od genotypu, nawożenia mineralnego oraz regulatorów wzrostu.

Material i metody badań

Eksperymenty polowe z owsem nagoziarnistym prowadzono w miejscowości Wierzbica w 2003 r. Właściwości fizykochemiczne gleby na poziomie 0 - 27 cm były następujące: 43 % iłu, 44 % pyłu i 7 % piasku. Zawartość form przyswajalnych P = 8,5 i K = 6,5 mg·100g⁻¹, pH w H₂O = 5,9. Do badań wybrano odmianę Akt, ród STH 4770 cechujący się zwiększoną masą 1000 ziaren i ród karłowy STH 7000. Doświadczenie polowe było zakładane wg planu frakcyjnego 2⁵⁻¹ w dwóch powtórzeniach. Wielkość poletek wynosiła 6 m², a plon oszacowano z powierzchni próbnej 1 m². Gęstość siewu wynosiła 500 szt. kielkujących nasion na 1 m². Czynniki doświadczenia i ich poziomy zamieszczono w tab. 1. Dane meteorologiczne z rejonu Wierzbicy pochodzą ze stacji meteorologicznej w Pilicy odległej o 10 km od pola doświadczenia (tab. 2).

Wielkość dawek nawożenia NPK wynikała z założonego plonu ziarna owsa nagoziarnistego na poziomie 4 t·ha⁻¹ oraz z zasobności gleby. Nawożenie nalistne azotem stanowiło ¼ nawożenia azotowego zastosowanego doglebowo (17 kg·ha⁻¹). Moddus (cimectacarps, CGA 163 935, trinexapac-etyl (250 g·l⁻¹)) oraz Promalin (giberelins A₄+A₇ (1,8 %), N-(phenylmethyl)-1H-purine 6 amine (1,8 %)) nanoszono nalistnie w fazie pierwszego kolanka (31 w skali Zadoksa).

Tabela 1

Czynniki różnicujące i ich poziomy w eksperymentach polowych I i II w Wierzbicy.
Differentiating factors and their levels in the field experiments I and II in Wierzbica.

Czynnik agrotechniczny Agro-technological factor	Poziom czynnika / Factor level	
	1 (niski / low)	2 (wysoki / high)
Genotyp / Genotype [eksperyment / experiment I]	Ród / Strain STH 4770	Odmiana/Cultivar Akt
Genotyp / Genotype [eksperyment / experiment II]	Ród / Strain STH 7000	Odmiana/Cultivar Akt
Nawożenie PK / PK fertilization	0 kg ha ⁻¹ PK	226 kg ha ⁻¹ PK
Nawożenie nalistne mocznikiem / Foliar application with urea	0 kg ha ⁻¹ N	17 kg ha ⁻¹ N
Regulator wzrostu Moddus / Moddus plant growth regulator	0 dm ³ ha ⁻¹	0,4 dm ³ ha ⁻¹
Regulator wzrostu Promalin / Promalin plant growth regulator	0 dm ³ ha ⁻¹	0,15 dm ³ ha ⁻¹

Tabela 2

Opady atmosferyczne i temperatura powietrza w 2003 roku w rejonie poletek doświadczalnych.
Precipitation and air temperature in 2003 in the area of experimental fields

Wskaźniki Indicators	Miesiąc / Month				Suma Sum
	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	
Potrzeby wodne owsa Water requirement for oats	60,0	78,0	90,0	72,0	300,0
Opady / Precipitation	50,9	95,0	29,7	94,2	269,8
Niedobór (-) / Nadmiar (+) Deficiency (-) / Excess (+)	-9,1	+17,0	-60,3	+22,2	-30,2
Temperatura / Temperature	6,8	15,6	18,5	18,6	–

Wielkość promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR) wyznaczano przy użyciu miernika promieniowania kwantowego Line Quantum Sensor LI 191.

Weryfikację zerowych hipotez roboczych przeprowadzono testem F-Fishera-Snedecora. W celu łatwiejszego porównania wpływu poszczególnych czynników w tabelach zamieszczono standaryzowane współczynniki regresji, których istotność statystyczna potwierdza statystycznie istotny wpływ odpowiedniego źródła zmienności. W opracowaniu istotność statystyczną na poziomie $\alpha = 0,05$ oznaczono czcionką pogrubioną, a na poziomie $\alpha = 0,01$ czcionką pogrubioną kursywą.

Wyniki i dyskusja

Jedynym czynnikiem, który podczas trwania badań systematycznie powodował zmiany transmisji PAR było nawożenie fosforowo-potasowe (tab. 3). Zastosowane nawożenie powodowało znaczący spadek ilości transmitowanego PAR (od 0,273 do 0,657 jednostki odchylenia standardowego). Nieco wyższe współczynniki obserwowano przy porównywaniu odmiany Akt z rodem karłowym STH 7000. Oceniając wpływ nawożenia azotem, należy podkreślić brak jego wpływu na ilość PAR transmitowanego przez łan. Ocena oddziaływania na transmisję PAR regulatora wzrostu Moddus musi być rozpatrywana odrębnie w obu eksperymentach. W eksperymencie z rodem karłowym STH 7000 nie zaobserwowano jego wpływu. Natomiast w eksperymencie z rodem wysokim STH 4770 (wyższym od odmiany Akt) w pierwszych trzech terminach obserwowano wzrost ilości transmitowanego PAR, co mogło być spowodowane silniejszym skróceniem źdźbła tego genotypu (o ponad 20 cm). Oddziaływanie regulatora wzrostu Promalin nie wywoływało większych zmian w transmisji PAR przez łan owsa.

Ilość PAR transmitowanego przez łan owsa ulegała w czasie ontogenezy zmianom. Najwyższe wartości spośród analizowanych czterech terminów obserwowano w 48. dniu po siewie, najniższą natomiast 13 czerwca, w 56. dniu po siewie. Pomimo różnych wartości transmitowanego PAR w poszczególnych terminach jego kształtowanie w poszczególnych terminach przez czynniki badawcze pozostawało niezmiennym. Najwięcej niewykorzystanego PAR docierało do powierzchni gruntu w łanie rodu karłowatego STH 7000 (poza pomiarem 21 czerwca). Szczególnie wyraźną różnicę obserwowano w 48. dniu po siewie i wynosiła ona blisko 0,8 jednostki odchylenia standardowego w stosunku do odmiany Akt, co wyraźnie uwidoczniło wolniejsze kształtowanie się powierzchni asymilacyjnej rodu karłowatego. Ta wyraźnie wyższa zdolność do absorpcji PAR (przy założeniu podobnej refleksji PAR) mogła być przyczyną statystycznie wyższego plonu ziarna o blisko 0,4 jednostki odchylenia standardowego (67 g) odmiany Akt. Kocurek i Pilarski [10] określili refleksje w zakresie PAR u roślin zielnych na 7 - 12 %. W przypadku porównywania wyższego rodu STH 4770 z odmianą Akt statystycznie nieistotnie więcej PAR docierało do powierzchni gleby w łanie wymienionej odmiany. Można więc stwierdzić, że im wyższy łan owsa, tym mniejsze straty PAR w postaci promieniowania transmitowanego i to we wszystkich czterech analizowanych terminach.

Z powodu bardzo podobnego kształtowania się wartości transmitowanego przez łan owsa PAR w poszczególnych terminach wyliczono współczynniki regresji wielokrotnej, w której zmienną zależną był plon ziarna owsa. Niestety współczynnik determinacji równania, do którego włączono jako zmienne niezależne transmisję PAR z czterech terminów był bardzo mały. Należy zauważyć, że wyłączenie pierwszego terminu, a nawet drugiego niezbyt mocno zmniejszyło i tak nikłą wartość prognostyczną regresji (tab. 4).

Tabela 3

PAR transmitowane przez łan do powierzchni gruntu [% PAR docierającego do łanu].

PAR transmitted by plant canopy into the soil surface [% of PAR values reaching plant canopy].

Czynnik Factor	Eksperyment I / Experiment I			Eksperyment II / Experiment II		
	STH 4770 – Akt			STH 7000 – Akt		
	¹ Poziom czynnika oraz standaryzowany współczynnik regresji Factor level and standardized regression coefficient					
	1	2	Współczynnik Coefficient	1	2	Współczynnik Coefficient
5 czerwca (48 dni po siewie / day after sowing (DAS))						
Odmiana / Ród Cultivar / Strain	4,21	4,21	0,001	8,53	4,21	-0,787
PK	4,75	3,67	-0,254	8,17	4,57	-0,657
N	3,90	4,52	0,145	5,89	6,86	0,177
Moddus	3,56	4,86	0,303	6,37	6,37	0,000
Promalin	3,81	4,61	0,189	6,27	6,47	0,035
13 czerwca (56 dni po siewie / day after sowing (DAS))						
Odmiana / Ród Cultivar / Strain	1,10	1,28	0,167	1,90	1,28	-0,249
PK	1,36	1,02	-0,312	1,96	1,22	-0,300
N	1,19	1,19	0,002	1,65	1,54	-0,044
Moddus	1,10	1,28	0,167	1,47	1,71	0,097
Promalin	1,16	1,22	0,056	1,67	1,51	-0,067
21 czerwca (64 dni po siewie / day after sowing (DAS))						
Odmiana / Ród Cultivar / Strain	3,24	3,62	0,157	4,63	3,62	-0,196
PK	3,76	3,10	-0,273	4,97	3,28	-0,327
N	3,27	3,59	0,135	3,89	4,36	0,090
Moddus	3,23	3,63	0,163	3,99	4,26	0,052
Promalin	3,31	3,55	0,101	3,92	4,33	0,079
28 czerwca (71 dni po siewie/day after sowing (DAS))						
Odmiana / Ród Cultivar / Strain	3,04	3,31	0,100	4,53	3,31	-0,324
PK	3,65	2,70	-0,347	4,59	3,25	-0,355
N	3,05	3,30	0,090	3,67	4,18	0,134
Moddus	3,40	2,96	-0,159	3,92	3,92	0,000
Promalin	3,16	3,19	0,010	3,78	4,06	0,074
Plon ziarna/Grain yield [g m ⁻²]						
Odmiana / Ród Cultivar / Strain	505,6	567,2	0,465	500,2	567,2	0,394
PK	509,0	563,9	0,414	493,4	574,1	0,474
N	544,2	528,7	-0,117	536,5	530,9	-0,033
Moddus	537,7	535,2	-0,019	572,9	494,5	-0,460
Promalin	538,6	534,3	-0,033	536,8	530,6	-0,036

¹ – patrz tab. 1/ see Tab. 1

Tabela 4

Zależność pomiędzy plonem ziarna owsa a PAR transmitowanym przez łan (regresja krokowa).
Dependence between oat grain yield and PAR transmitted by plant canopy (stepwise regression).

Regresja krokowa Stepwise regression (R^2)	Stała Constant	48 DAS	56 DAS	64 DAS	71 DAS
1 (0,16)	525 ± 37	18,7 ± 11,4	-26,1 ± 13,7	22,8 ± 6,4	-43,6 ± 21,1
2 (0,13)	555 ± 32	-	-15,9 ± 12,4	22,3 ± 6,5	-42,5 ± 21,3
3 (0,12)	531,5 ± 26	-	-	16,6 ± 4,7	-45,9 ± 21,2
4 (0,00)	548,4 ± 27	-	-	-	8,1 ± 15,5

Tabela 5

Zawartość N w suchej masie zielonki owsa w okresie wegetacji w zależności od nawożenia PK.
Content of nitrogen in dry green matter of oats during vegetation period [g kg^{-1}] depending on PK fertilization.

Dni po siewie DAS	Obiekt / Object		\bar{X}	NRI dla terminów LSD for DAS
	0 PK	226 PK		
26	52,3	52,0	52,1	14,2
41	38,1	38,4	38,2	
48	30,2	30,6	30,4	
56	22,7	23,7	23,2	
61	21,0	21,4	21,2	
70	13,1	14,6	13,8	
\bar{X}	29,6	30,1	-	-
NIR dla nawożenia PK LSD for PK fertilization	7,5-r.n. / ns		-	-
NIR dla interakcji LSD for interaction	2,02-r.n. / ns			

Nawożenie fosforowo-potasowe mocno warunkowało transmisję PAR przez łan owsa, dlatego zanalizowano jego wpływ na zawartość azotu w zielonce. Jednoznacznie wynika z niej bardzo wysoka zawartość azotu w suchej masie, co oczywiście było efektem podania azotu nałistnie ($17 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) w fazie pierwszego kolanka. Zawartość azotu spadała od około $52,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w zielonce w 26. dniu po siewie do około $13,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w 70. dniu po siewie. Pomiedzy terminami oznaczeń różnice zawartości były statystycznie istotne. Nie wykazano zróżnicowania zawartości azotu w zielonce owsa w wyniku zastosowania nawożenia fosforowo-potasowego. Podkreślić jednak należy, że przez cały analizowany okres nieznacznie większą zawartość azotu oznaczano

w zielonce z obiektu nawożonego fosforem i potasem. Obserwacje te są zbieżne z obserwacjami Dreccer i wsp. [6], którzy zaobserwowali zależność pomiędzy indeksem powierzchni liści i zawartością w nich azotu, co pozwalało na pochłonięcie większej ilości promieniowania. W odniesieniu do norm żywienia przeżuwaczy [8] w każdym z terminów zbioru zielonki przekroczone wartości zawartego w zielonce owsa białka (stosując iloczyn 6,25). Mercik i wsp. [11] stwierdzili mniejsze zawartości azotu w zielonce pszenicy z różnych faz rozwojowych. W odniesieniu natomiast do optymalnych zawartości azotu w owsie wg Wiśniowskiej-Kielian i Lipińskiego [15], zwłaszcza natychmiast po podaniu nalistnie azotu obserwowano nieznaczne przekroczenie skrajnej wartości $50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ N}$ w suchej masie.

Wnioski

1. Spośród badanych czynników agrotechnicznych nawożenie fosforowo-potasowe we wszystkich czterech terminach badań różnicowało najmocniej (statystycznie istotnie) ilość transmitowanego PAR przez łan owsa.
2. Statystycznie istotnie więcej PAR transmitował łan rodu karłowego STH 7000 w porównaniu z odmianą Akt w czterech terminach badań przypadających na czerwiec.
3. Nie wykazano zdolności prognostycznej regresji szacującej plon ziarna na podstawie PAR transmitowanego przez łan owsa.
4. Nawożenie nalistne azotem nie powodowało przekroczenia zawartości azotu w roślinie rozpatrywane jako zaspokojenie jej potrzeb żywieniowych. Powodowało natomiast przekroczenie norm zawartości azotu w zielonce owsa stosowanej w żywieniu przeżuwaczy we wszystkich sześciu terminach badań.

Literatura

- [1] Andrade F.H., Calvino P., Cirilo A., Barbieri P.: Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agron. J.*, 2002, **94**, 975-980.
- [2] Bergamaschi H., Dalmago G.A., Bergonci J.I., Bianchi C.A.M., Heckler B.M.M., Comiran F.: Solar radiation intercepted by maize crops as function of soil tillage systems and water availabilities. 13th Int. Soil Conservation Organisation Conference-Brisbane, July 2004, Paper No. 778.
- [3] Czarnowski M.: Zastosowanie spektrometrii w ekofizjologii roślin. *Wiad. Bot.*, 1993, **37**, 59-72.
- [4] Dobrowolska D.: Warunki mikroklimatyczne w lukach w drzewostanach mieszanych w rezerwacie Jata. *Leśne Prace Badawcze*, 2006, **3**, 45-56.
- [5] Doroszewski A.: Kształtowanie pokroju i produktywności pszenicy ozimej przez promieniowanie odbite. *Pam. Puł.*, 1999, **118**, 121-130.
- [6] Dreccer M.F., Pot C.S., Rabbinge R.: Radiation and nitrogen use at the leaf and canopy by wheat and oilseed rape during the critical period for grain number definition. *Aust. J. Plant Physiol.*, 2000, **27**, 899-910.

- [7] Hang L., Werf W., Bastiaans L., Hang S., Li B., Spiertz J.H.J.: Light interception and utilization I relay intercrops of wheat and cotton. *Field Crop Res.*, 2008, **107**, 29-42.
- [8] Jarrige R. (pod red.): Żywnienie przeżuwaczy. Zalecane normy i tabele wartości pokarmowej pasz. Omnitech Press, Warszawa 1989.
- [9] Jaśkiewicz B.: Kształtowanie pokroju roślin odmian jęczmienia jarego w warunkach różnego składu spektralnego promieniowania. *Biul. IHAR*, 2005, **236**, 167-172.
- [10] Kocurek M., Pilarski J.: Dystrybucja promieniowania w liściach i pędach roślin zdrewniałych i zielnych. *Pam. Pul.*, 2007, **144**, 91-104.
- [11] Mercik M., Sommer K., Rossini K.: Normy oceny stanu odżywienia pszenicy ozimej w różnych fazach rozwojowych metodą DRIS. *Rocz. Nauk Rol., Ser. AT*, 1993, **110**, 34-41.
- [12] Siwek P.: Modyfikacja warunków środowiska w uprawie ogórka i selera naciowego poprzez ściółkowanie gleby i bezpośrednie osłanianie roślin. *Rozprawy AR, Kraków 2002*, **279**.
- [13] Siwek P., Wojciechowska R., Libik A., Kalisz A.: Wpływ rodzaju folii i jej barwy na plon oraz jakość sałaty masłowej uprawianej w tunelach niskich. *Rocz. AR w Poznaniu*, 2007, **CCCLXXXIII**, 609-614.
- [14] Skórska E., Lewandowski R.: Porównanie reakcji trzech odmian owsa na promieniowanie UV-B. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 199-204.
- [15] Wiśniowska-Kielian B., Lipiński W.: Ocena składu chemicznego roślin. PPH Plastik, Lubliniec 2007.


EFFECT OF MINERAL FERTILIZATION AND PLANT GROWTH REGULATORS ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVE RADIATION TRANSMISSION BY NAKED OAT CANOPY

S u m m a r y

In the research study, the effect was determined of the genotype, phosphorus and potassium fertilization, of foliar application of nitrogen, and of Moddus and Promalin plants growth regulators on the transmission of photosynthetic active radiation (PAR) by the oat canopy. Owing to a strong impact of phosphorus and potassium fertilization on the PAR transmission, its effect was also determined on the content level of nitrogen in green matter of oats; the determination was made on six diverse days of the entire research project performed (i.e. on the 26th, 41st, 48th, 56th, 61st, and 70th day after the sowing day).

The experiment was conducted according to a fraction plan 2⁵⁻¹ in Wierzbica (50°29' N; 19°45' E) at 290 m AMSL.

The research results confirmed the statistically important effect of phosphorus and potassium fertilization on the PAR quantity transmitted by the oat canopy on four (4) investigation days in June. The effect studied, expressed in standard deviation units, varied from 0.254 to 0.347. In addition, it was confirmed that the PAR transmission by a STH 7000 dwarf genotype was statistically significantly higher if compared to the transmission by the *Akt* cultivar. The foliar application of nitrogen caused the content of nitrogen in the green matter of oats to essentially exceed the values as indicated by the nutritional standards ref. to ruminants, but, it did not cause the values of optimal nutrition of oat plants to be exceeded on the six days of investigation.

Key words: PAR, nitrogen, plant growth regulator 

KAZIMIERZ NOWOROLNIK

PLONOWANIE I JAKOŚĆ ZIARNA OWSA W ZALEŻNOŚCI OD WILGOTNOŚCI PODŁOŻA I DAWKI AZOTU

Streszczenie

W latach 2006 - 2007 przeprowadzono doświadczenie wazonowe z owsem (odmiana Flamingssstern) w hali wegetacyjnej IUNG-PIB Puławy. Uwzględniono 3 obiekty ze zmienną wilgotnością gleby: 1) 60 % pojemności wodnej w całym okresie wegetacji owsa, 2) 60 % pojemności wodnej od siewu do początku krzewienia owsa, a następnie 30 % pojemności wodnej do dojrzałości pełnej, 3) 60 % pojemności wodnej od siewu do początku kwitnienia owsa, a następnie 30 % pojemności wodnej do dojrzałości pełnej oraz dwie dawki N: 1,2 i 2,4 g/wazon. Niedobór wilgotności w glebie wpływał ujemnie na wielkość plonu ziarna owsa i poszczególne elementy jego struktury, dodatnio natomiast na zawartość białka ogólnego i właściwego w ziarnie oraz udział w białku albumin, globulin i prolamin. Wyższy poziom nawożenia azotem powodował zwiększenie plonu ziarna owsa (głównie w efekcie wzrostu liczby wiech na jednostce powierzchni), a ponadto wzrost zawartości białka ogólnego i właściwego w ziarnie, plonu białka oraz udziału w białku glutelin, przy zmniejszeniu udziału albumin, globulin i prolamin. Nie stwierdzono istotnej interakcji nawożenia azotem z wilgotnością gleby w zakresie wyżej wymienionych cech.

Słowa kluczowe: owies, wilgotność gleby, dawka azotu, plon, jakość ziarna

Wstęp

Specjaliści od żywienia zalecają zwiększenie spożycia kasz i płatków zbożowych, a zmniejszenie spożycia pieczywa białego i tłuszczów zwierzęcych. Wśród płatków zbożowych najbardziej cenione są płatki owsiane, z uwagi na wysoką zawartość w ziarnie owsa błonnika pokarmowego (o właściwościach antycholesterolowych oraz zapobiegających chorobom jelit) i korzystny skład aminokwasowy białka, o dużej (w porównaniu z innymi zbożami) zawartości aminokwasów egzogennych [2, 5, 9]. Owies wyróżnia się wśród zbóż małą odpornością na suszę wskutek wysokiego współczynnika transpiracji i mniejszej efektywności wykorzystania wody [1, 14]. Wobec częstego występowania niedoboru opadów, w ostatnim okresie, w naszym kraju, ujem-

nie wpływającego na plonowanie, można przypuszczać, że susza modyfikuje także jakość ziarna owsa. Jednym z głównych czynników agrotechnicznych determinujących wielkość plonu ziarna i zawartość białka w ziarnie jest poziom nawożenia azotem, który może współdziałać z wilgotnością gleby.

Celem badań było określenie wpływu wilgotności gleby, w zależności od poziomu nawożenia azotem, na plon ziarna owsa i główne elementy jego struktury (rozkrzewienie produkcyjne, MTZ, liczbę ziaren w wieszce) oraz zawartość białka ogólnego i właściwego wraz ze składem frakcyjnym.

Material i metody badań

W latach 2006 - 2007 przeprowadzono doświadczenie wazonowe z owsem (odmiana Flamingsstern) w hali wegetacyjnej IUNG-PIB Puławy. Uwzględniono 3 obiekty ze zmienną wilgotnością gleby: 1) 60 % pojemności wodnej w całym okresie wegetacji owsa, 2) 60 % pojemności wodnej od siewu do początku krzewienia owsa, a następnie 30 % pojemności wodnej do dojrzałości pełnej, 3) 60 % pojemności wodnej od siewu do początku kwitnienia owsa, a następnie 30 % pojemności wodnej do dojrzałości pełnej. W celu zbadania wpływu nadmiernej wilgotności powietrza w czasie dojrzewania ziarna na parametry jakości ziarna wyodrębniono z pierwszego (kontrolnego) obiektu część powtórzeń, w których stosowano opryskiwanie wodą roślin od początku dojrzałości woskowej do zbioru. Drugim czynnikiem doświadczenia był poziom nawożenia azotem: 1,2 i 2,4 g N/wazon (w formie saletry amonowej). Nawożenie innymi składnikami stosowano w dawkach: 0,8 g P; 1,7 g K; 0,4 g Mg; 50 mg Fe; 5 mg B i 3 mg Cu na wazon. Doświadczenie założono metodą serii niezależnych, w 7 powtórzeniach. Termin siewu: 27 - 30 marca. Po przerywce w fazie 2 liści pozostawiono po 10 roślin w wazonie.

Określano plon ziarna, masę ziarna z wiechy, liczbę wiech/m², masę 1000 ziaren (MTZ), liczbę ziaren w wieszce, zawartość białka ogólnego w ziarnie (metodą Kjeldahla), zawartość białka właściwego w ziarnie (metodą Modesta i Engela) oraz frakcje białek (w Laboratorium Katedry Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych UWM w Olsztynie) wg Wieser i wsp. [13].

Wyniki i dyskusja

Plon ziarna owsa zależał od wilgotności podłoża, jak również od dawki azotu (tab. 1). Wyższy plon ziarna uzyskano w warunkach optymalnej wilgotności podłoża i nawożeniu 2,4 g N/wazon. Najniższy plon ziarna otrzymano w warunkach mniejszej wilgotności podłoża, dłużej trwającej. Dodatkowo na zawartość białka ogólnego i właściwego w ziarnie wpłynęła zarówno krócej, jak i dłużej trwająca susza. Wyższą zawartość białka ogólnego uzyskano w warunkach nawożenia 2,4 g N/wazon. Wzrost

zawartości białka właściwego pod wpływem wyższej dawki N miał charakter tendencji w warunkach optymalnej wilgotności podłoża i suszy krócej trwającej. Największy plon białka ogólnego w ziarnie uzyskano przy optymalnej wilgotności gleby, a najmniejszy przy suszy dłużej trwającej. Dodatkowo na plon białka wpłynęło wyższe nawożenia azotem. Nie stwierdzono istotnego współdziałania nawożenia azotem z wilgotnością gleby w zakresie wyżej wymienionych cech.

Tabela 1

Wpływ wilgotności gleby i dawki azotu na plon ziarna, zawartość białka i plon białka w ziarnie owsa.
Effect of soil moisture and nitrogen rate on grain yield, protein content in grain, and protein yield of oat.

Wilgotność gleby Soil moisture	Dawka N [g/wazon] N rate [g/pot]	Plon ziarna [g/wazon] Grain yield [g/pot]	Białko ogólne [% s.m.] Total protein [d.m.%]	Białko właściwe [% s.m.] True protein [d.m.%]	Plon białka właściwego [g/wazon] True protein yield [g/pot]
WO	1,2	45,8	14,0	12,9	5,91
	2,4	56,7	15,1	13,3	8,56
	\bar{x}	51,2	14,5	13,1	7,24
SK	1,2	35,3	15,5	14,5	5,12
	2,4	41,8	16,5	15,0	6,27
	\bar{x}	38,6	16,0	14,7	5,70
SD	1,2	30,9	15,7	14,2	4,39
	2,4	34,2	16,3	14,3	4,89
	\bar{x}	32,5	16,0	14,3	4,64
\bar{x}	1,2	37,3	15,1	13,9	5,14
	2,4	44,2	16,0	14,2	6,57
NIR _{0,05} dla wilgotności LSD _{0,05} for moisture		3,7	0,9	0,7	0,48
- ,, - dawek N, N rate		3,2	0,8	r.n.	0,51
- ,, - interakcji, interaction		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Objaśnienia: / Explanatory notes:

WO – wilgotność gleby optymalna (60 % p.p.w.) / optimal water moisture (60 % f.w.c.), SK – susza krótkotrwała (30 % p.p.w. od kwitnienia owsa do dojrzałości pełnej) / short-lasting drought (30 % f.w.c. from flowering to full maturity of oats); SD – susza długotrwała (30 % p.p.w. od krzewienia owsa do dojrzałości pełnej) / long-lasting drought (30 % f.w.c. from tillering to full maturity of oats)

W dostępnej literaturze naukowej brakuje informacji na temat wpływu różnej wilgotności gleby na plon ziarna owsa i główne elementy jego struktury. W doświadczeniach z pszenicą jarą [3, 8] stwierdzono również znaczny spadek plonu ziarna przy wilgotności gleby 30 % p.p.w. w wazonie w stosunku do wilgotności 60 % p.p.w. w wazonie. Ujemny wpływ suszy na plonowanie otrzymano także w doświadczeniach

polowych z jęczmieniem jarym [7, 15]. Uzyskano natomiast dodatni wpływ suszy na zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy i jęczmienia [7, 8, 15], co można tłumaczyć znanym zjawiskiem ujemnej korelacji między plonem a zawartością białka ogólnego w ziarnie. Nawożenie azotem okazało się czynnikiem zwiększającym plon ziarna oraz zawartość białka ogólnego w ziarnie owsa [1, 4, 6, 10-12]. Wyniki niniejszej pracy są zgodne z wynikami różnych doświadczeń omówionych wyżej.

Tabela 2

Cechy struktury plonu ziarna owsa determinowane wilgotnością gleby i dawką azotu.
Features of oat yield structure determined by soil moisture and nitrogen rate

Wilgotność gleby Soil moisture	Dawka N [g/wazon] N rate [g/pot]	Masa ziarna z wiechy [g] Grain weight per panicle [g]	Liczba wiech Number of panicles	MTZ 1000 grain weight [g]	Liczba ziaren w wieszce Number of grains per panicle
WO	1,2	2,25	20,4	32,3	69,6
	2,4	2,20	25,8	32,7	67,3
	\bar{x}	2,23	23,1	32,5	68,5
SK	1,2	1,85	19,1	28,9	64,0
	2,4	1,76	23,7	28,4	61,9
	\bar{x}	1,80	21,4	28,6	63,0
SD	1,2	1,86	16,6	27,8	66,9
	2,4	1,85	18,4	26,2	70,8
	\bar{x}	1,86	17,5	27,0	70,4
\bar{x}	1,2	1,99	18,7	29,7	66,8
	2,4	1,94	22,6	29,1	66,6
NIR dla wilgotności LSD _{0,05} for moisture		0,14	1,6	1,9	4,7
- ,, - dawek N, N rate		r.n.	1,8	r.n.	r.n.
- ,, - interakcji, interaction		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Zróznicowanie cech struktury plonu ziarna owsa zależało w większym stopniu od wilgotności gleby niż od dawki azotu (tab. 2). Oba czynniki wpłynęły szczególnie znacząco na liczbę wiech/wazon. Największą ich liczbę stwierdzono w warunkach optymalnej wilgotności podłoża i przy nawożeniu 2,4 g N/wazon, najmniejszą zaś w warunkach suszy od krzewienia do dojrzałości pełnej i przy dawce 1,2 g N/wazon. Masa ziarna z wiechy i liczba ziaren z wiechy różniły się istotnie tylko w zależności od wilgotności gleby. Najwyższe wartości tych cech wystąpiły przy optymalnej wilgotności podłoża i przy suszy krócej trwającej, z tym że liczba ziaren z wiechy przy suszy dłu-

żej trwającej była podobna jak przy optymalnej wilgotności podłoża. Ujemnie na masę 1000 ziaren wpływała susza, zwłaszcza długotrwała. Wyższy poziom nawożenia azotem nie wpłynął istotnie na cechy produktywności wiechy.

Ujemny wpływ suszy na wszystkie elementy struktury plonu ziarna wykazano również w podobnych doświadczeniach wazonowych z pszenicą jarą [3, 8]. W latach, w których wystąpił większy spadek liczby kłosów w wazonie obserwowano mniejsze zmiany MTZ i liczby ziaren w kłosie. Wzrost plonu ziarna owsa pod wpływem wyższej dawki N był efektem zwiększenia rozkrzewienia produkcyjnego, przy nieistotnych zmianach masy 1000 ziaren i liczby ziaren w wieszce [1, 4, 10]. Wyniki niniejszej pracy potwierdzają powyższe stwierdzenie.

Tabela 3

Udział poszczególnych frakcji w białku właściwym ziarna owsa i zawartość N niebiałkowego determinowane wilgotnością gleby i dawką azotu.
Content of individual fractions in true protein of oat grain and protein-free N rate determined by soil moisture and nitrogen rate.

Wilgotność gleby Soil moisture	Dawka N [g/wazon] N rate [g/pot]	Albuminy i globuliny Albumins + globulins [%]	Prolaminy Prolamins [%]	Gluteliny Glutelins [%]	N niebiałkowy [% s.m.] protein-free N [d.m.%]
WO	1,2	47,8	28,7	23,5	0,18
	2,4	46,1	27,2	26,7	0,27
	\bar{x}	47,0	27,9	25,1	0,23
SK	1,2	49,3	30,3	20,4	0,16
	2,4	48,0	29,1	22,9	0,24
	\bar{x}	48,6	29,7	21,6	0,20
SD	1,2	47,9	30,2	21,9	0,23
	2,4	47,0	29,3	23,7	0,32
	\bar{x}	47,5	29,8	22,8	0,28
\bar{x}	1,2	48,3	29,7	21,9	0,19
	2,4	47,0	28,5	24,4	0,28

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Badane czynniki wpływały na skład frakcyjny białka właściwego w ziarnie owsa (tab. 3). W warunkach optymalnej wilgotności podłoża stwierdzono w białku mniejszy udział albumin, globulin i prolamin, a większy glutelin. Największy udział w białku albumin i globulin oraz glutelin uzyskano przy suszy krócej trwającej. W warunkach suszy dłużej trwającej otrzymano większą zawartość azotu niebiałkowego w ziarnie owsa. Przy wyższej dawce N zwiększyła się zawartość azotu niebiałkowego i udział w białku glutelin, a zmniejszył się udział w białku albumin, globulin i prolamin. Ob-

serwowano tendencję do zmniejszenia udziału w białku albumin i globulin, a zwiększenia udziału prolamin pod wpływem symulowanej nadmiernej wilgotności powietrza.

W literaturze brakuje prac z wynikami składu frakcyjnego białka w ziarnie owsa w zależności od wilgotności podłoża, jak również od dawki azotu. W badaniach pszenicy [8] susza wpłynęła ujemnie na udział w białku albumin i globulin, odmiennie niż w prezentowanych wynikach doświadczenia z owsem.

Wnioski

1. Niedobór wilgotności w glebie wpływał ujemnie na wielkość plonu ziarna owsa i poszczególne elementy jego struktury, dodatnio natomiast na zawartość białka ogólnego i właściwego w ziarnie oraz udział w białku albumin, globulin i prolamin.
2. Wyższy poziom nawożenia azotem powodował zwiększenie plonu ziarna owsa (głównie w efekcie wzrostu liczby wiech na jednostce powierzchni), a ponadto wzrost zawartości białka ogólnego i właściwego w ziarnie, plonu białka oraz udziału w białku glutelin, przy zmniejszeniu udziału albumin, globulin i prolamin. Nie stwierdzono istotnej interakcji nawożenia azotem z wilgotnością gleby w zakresie wyżej wymienionych cech.

Praca była finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Edukacji, projekt PBZ-KBN-097/P06/2003.

Literatura

- [1] Anderson W.K., Mc Lean R.: Increased responsiveness of short oat cultivars to early sowing, nitrogen fertilization and seeding rate. *Aust. J. Agric. Res.*, 1989, **40**, 729-744.
- [2] Guillon F., Champ M.: Structural and physical properties of dietary fibers and consequences of processing on human physiology. *Food Res. Int.*, 2000, **33**, 233-245.
- [3] Kocoń A.: Reakcja wybranych odmian pszenicy jarej na niedobór wody w podłożu. *Rocz. AR Poznań, CCCLXXX, Roln.*, 2006, **66**, 139-144.
- [4] Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J.: Wpływ dawek azotu na plon i jego strukturę u nowych polskich odmian owsa. *Biul. IHAR*, 2000, **215**, 239-244.
- [5] Maciejewicz-Ryś J., Sokół K.: Wartość pokarmowa ziarna owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1999, **1 (18) Supl.**, 273-278.
- [6] Noworolnik K., Maj L.: Plonowanie owsa nagoziarnistego na tle oplewionego w zależności od nawożenia azotem. *Pam. Puł.*, 2005, **139**, 129-136.
- [7] Pecio A., Kubsik K.: Wpływ warunków pogody w okresie wegetacji na plon i jakość jęczmienia browarnego. *Rocz. AR Poznań, CCCLXXX, Roln.*, 2006, **66**, 251-260.
- [8] Podolska G., Sułek A., Konopka I., Dziuba J.: Wpływ stresu suszy na plonowanie i zawartość związków alergizujących w ziarniakach pszenicy jarej odmiany Nawra. *Rocz. AR Poznań, CCCLXXX, Roln.*, 2006, **66**, 297-304.

- [9] Rzedzicki Z.: Badania składu chemicznego wybranych błyskawicznych zbóż śniadaniowych. *Bromat. Chem. Toksyk.*, 2005, **Supl.**, 141-146.
- [10] Sułek A.: Wpływ dawek azotu na plon ziarna i jego komponenty u nowych odmian owsa. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 125-130.
- [11] Szafrński W.: Wpływ poziomu i sposobu nawożenia azotowego na plonowanie wybranych odmian jęczmienia jarego i owsa w zróżnicowanych warunkach siedliskowych Podgórzca. *Zesz. Nauk. AR Kraków, Roln.*, 1995, **32**, 99-111.
- [12] Walens M.: Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. *Biul. IHAR*, 2003, **229**, 115-124.
- [13] Wieser H., Antes S., Seilmeier W.: Quantitative determination of gluten protein types in wheat flour by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chem.* 1998, **75 (5)**, 644-650.
- [14] Wojcieszka U.: Fizjologia owsa. W: *Biologia i agrotechnika owsa*. IUNG Puławy, 1993, **R(304)**, 53-94.
- [15] Wyszynski Z., Gozdowski D., Łoboda T., Pietkiewicz S., Wołejko E.: Reakcja jęczmienia jarego browarnego w latach o zróżnicowanych opadach przy różnym nawożeniu azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2002, **481**, 349-355.

YIELDING AND GRAIN QUALITY OF OAT DEPENDING ON SOIL MOISTURE AND NITROGEN RATE

Summary

Pot experiment with oat was carried out in the years 2006 - 2007 in greenhouse of IUNG-PIB in Puławy. Three soil moisture objects – optimal soil moisture (60 % water capacity), short drought (60 % water capacity from flowering to full maturity of oat) and long drought (30 % water capacity from tillering to full maturity of oat) and two N rates – 1.2 and 2.4 g/pot were investigated. Soil moisture deficiency influenced negatively on grain yield and all yield components, but positively influenced on total and true protein content as well as share in true protein of albumines, globulines and prolamines. Higher N fertilization level caused grain yield increase (in result of panicle number increase), total and true protein content increase in grain, as well as increasing glutelins share in true protein. Share of remaining protein fractions decreased. Soil moisture and N rates interaction was insignificant.

Key words: oat, soil moisture, nitrogen rate, grain yield, grain quality ☒

DANUTA LESZCZYŃSKA, KAZIMIERZ NOWOROLNIK

WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM I GĘSTOŚCI SIEWU NA PLONOWANIE OWSA NAGOZIARNISTEGO

Streszczenie

Badania prowadzono w latach 2001 - 2003 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Grabowie, należącym do IUNG-PIB w Puławach. Materiałem badawczym był owies nagoziarnisty. Czynniki doświadczania były: zróżnicowana gęstość siewu – 200, 300, 400 i 500 ziaren m^{-2} i dawki nawożenia azotem – 0, 30, 60, 90 i 120 $kg\ N\ ha^{-1}$. Zwiększanie dawki azotu od 0 do 120 $kg\ N\ ha^{-1}$ powodowało wzrost plonu ziarna, zawartości białka w ziarnie i plonu białka owsa nagoziarnistego. Stopień tego wzrostu zmniejszał się w miarę podwyższania poziomu nawożenia N. Stwierdzono wyższy plon ziarna owsa nieoplewionego, istotny przy gęstości siewu 300 ziaren m^{-2} w porównaniu z gęstością siewu 200 ziaren m^{-2} . Zróżnicowanie plonu ziarna między obiektami było spowodowane zmiennością liczby wiech na jednostce powierzchni i liczby ziaren w wieszce, przy mniejszej zmienności masy 1000 ziaren.

Słowa kluczowe: owies nagoziarnisty, nawożenie azotem, gęstość siewu, plon, zawartość białka, komponenty plonu

Wstęp

Zbyt duży udział zbóż w strukturze zasiewów w naszym kraju, a jednocześnie zmniejszający się udział owsa, odznaczającego się właściwościami fitosanitarnymi, jest zjawiskiem niezbyt korzystnym. Owies dobrze znosi uprawę po zbożach, a sam jest dość dobrym przedplonem dla innych zbóż [1, 3]. Przyczyną mniejszego udziału owsa w strukturze zasiewów jest spadek pogłowia zwierząt przeżuwających i niedostateczna wartość pastewna owsa oplewionego dla zwierząt monogastrycznych. Aktualnie w krajowym rejestrze znajdują się cztery nieoplewione odmiany owsa: Polar, Cacko, Siwek i Maczo. Odmiana Akt została skreślona z rejestru w 2008 r., ale może znajdować się w obrocie do 2010 r. Nowe nieoplewione formy owsa łączą w sobie bardzo dobrą wartość pastewną ziarna (największa wśród zbóż zawartość białka i tłuszczu, mała zawartość włókna) z właściwościami fitosanitarnymi i mogą przyczynić się do

wzrostu powierzchni uprawy owsa [2, 5]. Stwierdzono zbliżony plon ziarna nieoplewionej odmiany Akt do plonu owsa oplewionego po odliczeniu łuski, jak również zbliżony zbiór białka i energii metabolicznej netto [4, 8, 9, 10, 14, 16].

Z uwagi na odmienny genotyp forma nagoziarnista owsa może wykazywać inne wymagania co do niektórych czynników agrotechnicznych w stosunku do formy oplewionej. W doświadczeniu terenowym województwa podlaskiego porównano reakcję nagoziarnistych odmian owsa (Akt, STH 3997) z odmianą oplewioną (Skrzat) na poziom nawożenia azotem [8] i na gęstość siewu [9]. Większą efektywność dużej dawki 90 kg N·ha⁻¹, a mniejszą niższych dawek 30 i 60 kg N·ha⁻¹ zaobserwowano w przypadku owsa nagoziarnistego w porównaniu z owsem oplewionym. W wymienionych badaniach stwierdzono dodatnią reakcję nagoziarnistej odmiany Akt na dużą gęstość siewu – 650 ziaren m⁻², podczas gdy owies oplewiony plonował podobnie przy gęstościach 550 i 650 ziaren m⁻².

W dostępnej literaturze brak jest informacji dotyczących współdziałania nawożenia azotem z gęstością siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego. Celem badań było określenie wpływu nawożenia azotem i gęstości siewu na plon ziarna, komponenty plonu, zawartość białka w ziarnie i plon białka owsa nagoziarnistego.

Material i metody badań

W latach 2001 - 2003 przeprowadzono dwuczynnikowe doświadczenie polowe z owsem nagoziarnistym (odmiana Akt) w RZD IUNG - PIB Grabów. Pierwszym czynnikiem doświadczenia była gęstość siewu: 200, 300, 400 i 500 ziaren m⁻², a drugim dawka azotu: 0, 30, 60, 90 i 120 kg N·ha⁻¹. Doświadczenie zakładano na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego zalegającego na glinie lekkiej. Przedplonem był jęczmień jary, a doświadczenie założono metodą losowanych podbloków, w 4 powtórzeniach. Gleba wykazywała wysoką zasobność w P i średnią zasobność w K i Mg. Nawożenie podstawowe stosowano w ilości: 50 kg P₂O₅ i 90 kg K₂O ·ha⁻¹. Owies wysiewano w terminie 5 - 18 kwietnia. Ochrona owsa była zgodna z zaleceniami IOR-PIB.

Po zbiorze określano plon ziarna i komponenty plonu: liczbę wiech m⁻², liczbę ziaren w wieszce, masę 1000 ziaren oraz zawartość azotu ogólnego w ziarnie (metodą Kjeldahla), przeliczając N x 6,25 i plon białka.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Półprzedziały ufności wyliczono przy zastosowaniu testu Tukey'a.

W latach prowadzenia badań wystąpiły niesprzyjające warunki pogodowe dla uprawy owsa. W maju roku 2001 wystąpiła susza, która silnie osłabiła wzrost i rozwój roślin, podobnie było w drugim roku badań (silna susza wystąpiła w maju, a także w trzeciej dekadzie czerwca). Trzeci rok badań charakteryzował się dwukrotnie mniejszymi opadami w miesiącach czerwcu i lipcu niż średnie z wielolecia, co powodowało

masowe wędnięcie roślin. Niekorzystne warunki pogodowe w okresach wegetacji owsa przyczyniły się do niskich plonów.

Wyniki i dyskusja

Nie stwierdzono istotnego współdziałania nawożenia azotem z gęstością siewu, jak również współdziałań tych czynników z latami badań w zakresie kształtowania plonu ziarna. Istotnie na plon ziarna owsa wpłynęło nawożenie azotem (tab. 1). Uzyskano znaczny wzrost plonu w miarę zwiększania dawki N do 60 kg ha⁻¹.

Stwierdzono istotny wzrost plonu przy zwiększaniu gęstości wysiewu do 300 ziaren m⁻². Wystąpiła zwyżka plonu przy wysiewie 400 ziaren m⁻² w stosunku do najmniejszej ilości wysiewu (200 ziaren m⁻²). Obserwowano tendencję do zwiększania plonu ziarna przy dalszym zagęszczaniu siewu, w stosunku do gęstości 300 ziaren m⁻².

Tabela 1

Plon ziarna odmiany Akt w zależności od dawki azotu i gęstości siewu (średnie z lat 2001 - 2003) [t ha⁻¹]
Grain yield of Akt cultivar depending on nitrogen dosage and sowing rate (means from 2001 - 2003) [t ha⁻¹].

Dawka azotu Nitrogen dosage [N·kg ha ⁻¹]	Gęstość siewu [Liczba ziaren m ⁻²] Sowing rate [Number of seeds m ⁻²]				\bar{X}
	200	300	400	500	
0	2,28	2,42	2,58	2,69	2,49
30	2,62	2,97	3,03	3,04	2,91
60	2,83	3,10	3,26	3,34	3,13
90	2,93	3,18	3,31	3,40	3,20
120	3,01	3,30	3,31	3,46	3,27
\bar{X}	2,73	2,99	3,10	3,19	
NIR _{0,05} dla: dawek N - 0,20; gęstości siewu - 0,23, interakcja - r.n. LSD _{0,05} for: N dosage - 0.18; sowing rate - 0.23; interaction - n.s.					

Liczba wiech na jednostce powierzchni zależała od dawki azotu i od gęstości siewu (tab. 2). Istotny jej wzrost uzyskano przy dawce N - 60 kg ha⁻¹ w stosunku do obiektu bez nawożenia N. Zwiększenie gęstości wysiewu z 200 do 500 ziaren m⁻² spowodowało zwiększenie liczby wiech na jednostce powierzchni. Współdziałanie czynników doświadczenia w kształtowaniu liczby wiech było nieistotne. Obserwowano jednak tendencję do słabszego, dodatniego wpływu zwiększonej gęstości siewu na liczbę wiech owsa przy nawożeniu wyższymi dawkami azotu.

Obydwa badane czynniki wpływały istotnie na produktywność wiechy owsa. Istotny wzrost masy ziarna z wiechy stwierdzono przy dawce N - 60 kg ha⁻¹, dzięki zwiększeniu liczby ziaren w wieszce i masy 1000 ziaren. Wzrost dawki N do 90 kg ha⁻¹

dotąd wpłynął na dorodność ziarna, a liczba ziaren w wieszce zwiększała się wraz ze zwiększaniem dawki N do 60 kg ha⁻¹ (tab. 3). Zagęszczanie wysiewu owsa wpływało ujemnie na produktywność wiechy. Przy gęstości siewu 400 ziaren m⁻² otrzymano istotne zmniejszenie masy ziarna z wiechy w stosunku do gęstości 300 ziaren m⁻² i dalszą obniżkę przy gęstości 500 ziaren m⁻² (tab. 4). Obniżenie masy ziarna z wiechy była spowodowana istotnym zmniejszeniem liczby ziaren w wieszce, przy nieistotnych zmianach masy 1000 ziaren.

Tabela 2

Obsada wiech odmiany Akt w zależności od dawki azotu i gęstości siewu (średnie z lat 2001 - 2003) [szt. m⁻²].

Number of panicles of Akt cultivar depending on nitrogen dosage and sowing rate (means from 2001 - 2003) [pieces per 1 m²].

Dawka azotu Nitrogen dosage [N·kg·ha ⁻¹]	Gęstość siewu [Liczba ziaren m ⁻²] Sowing rate [Number of seeds m ⁻²]				\bar{X}
	200	300	400	500	
0	209	241	274	325	262
30	246	278	299	367	298
60	260	292	331	352	309
90	265	303	339	413	330
120	257	316	343	402	329
\bar{X}	247	286	317	372	-
NIR _{0,05} dla: dawek N - 30, gęstości siewu - 32, interakcja - r.n. LSD _{0,05} for: N dosage - 30; sowing rate - 32; interaction - n.s.					

Wraz ze wzrostem dawki azotu do 90 kg ha⁻¹ uzyskano istotne zwiększenie zawartości białka w ziarnie i plonu białka (tab. 5). Nie stwierdzono wpływu gęstości siewu na zawartość białka w ziarnie. Zmiany plonu białka z jednostki powierzchni pod wpływem gęstości siewu były również nieistotne.

Stwierdzono większy wpływ nawożenia azotem, a mniejszy wpływ gęstości siewu na plon ziarna i białka nagoziarnistej odmiany owsa Akt, tak jak zakładano w hipotezie badawczej, ale współdziałanie tych czynników okazało się nieistotne. Wpływ badanych czynników na plonowanie owsa był zbliżony do wyników otrzymanych w innych przytoczonych niżej pracach.

Istotny wzrost plonu ziarna i białka odmiany Akt przy dawce N-60 kg ha⁻¹, z tendencją do dalszego ich wzrostu przy dawce N-90 kg ha⁻¹ stwierdzono zarówno w badaniach własnych, jak też w innych pracach [8, 14, 16]. Dodatkowo na plon ziarna tej odmiany wpływała też dawka N-70 w porównaniu z dawką N-40 kg ha⁻¹ [17], a także dawka N-100 w stosunku do dawki N-60 kg ha⁻¹ [11].

Tabela 3

Cechy produktywności wiechy w zależności od dawki azotu (wartości średnie obliczone z lat 2001- 2003 i z czterech gęstości siewu).

Panicle productivity parameters depending on nitrogen dosage (means calculated from the years 2001 – 2003 and from four sowing rates).

Dawka azotu Nitrogen dosage [N·kg · ha ⁻¹]	Masa ziarna z wiechy Grain yield of panicle [mg]	Liczba ziaren w wieszce Number of seeds per panicle	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 seeds [g]
0	980	44,6	22,0
30	1022	45,4	22,5
60	1059	47,3	22,6
90	1047	46,8	22,8
120	1056	47,1	22,6
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	71	2,4	0,7

Tabela 4

Cechy produktywności wiechy w zależności od gęstości siewu (wartości średnie obliczone z lat 2001- 2003

i z czterech dawek azotu).

Panicle productivity parameters depending on sowing rate (means calculated from the years 2001 - 2003 and from four nitrogen dosages).

Gęstość siewu [Liczba ziaren m ⁻²] Sowing rate [Number of seeds m ⁻²]	Masa ziarna z wiechy Grain yield of panicle [mg]	Liczba ziaren w wieszce Number of seeds per panicle	Masa 1000 ziaren Weight of 1000 grains [g]
200	1136	51,4	22,1
300	1089	48,0	22,6
400	1000	44,3	22,6
500	883	38,7	22,8
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}	64	2,5	r.n. n.s.

Dodatni wpływ nawożenia N na plon ziarna owsa nieoplewionego był efektem lepszego rozkrzewienia produkcyjnego roślin przy jednoczesnym zwiększeniu liczby ziaren w wieszce i masy 1000 ziaren (tab. 2 i 3), podobnie jak w badaniach innych autorów [6, 12, 13, 15, 16, 17], w których tylko masa 1000 ziaren podlegała mniejszym zmianom. Na brak wpływu większej gęstości siewu na plon ziarna odmiany Akt (w zakresie 400 - 500 ziaren m⁻²) wskazują wyniki naszych doświadczeń [7] oraz badania Walens [14]. Wzrost plonu tej odmiany przy gęstości siewu 800 ziaren m⁻² w stosunku do gęstości 400 ziaren m⁻² stwierdzono natomiast w pracy Dubisa i Budzińskiego [4], wskutek zwiększenia liczby wiech na jednostce powierzchni. W in-

nych badaniach [9] stwierdzono dodatni wpływ zwiększania gęstości siewu na plon wymienionej odmiany tylko do gęstości 650 ziaren m^{-2} . Stwierdzony dodatni wpływ zwiększonej gęstości siewu owsa bezłuskowego (podobnie jak oplewionego) występuje w efekcie znacznego wzrostu liczby wiech w łanie i małej obniżki liczby ziaren w wieszce. Zróżnicowanie masy 1000 ziaren owsa nieoplewionego pod wpływem gęstości siewu jest przeważnie nieistotne.

Tabela 5

Zawartość białka w ziarnie [% s.m.] i plon białka [kg ha^{-1}] owsa nagoziarnistego w zależności od dawki azotu (wartości średnie obliczone: z lat 2001- 2003 i z czterech gęstości siewu).
Protein content in grain [d.m. %] and protein yield [kg ha^{-1}] of naked oats depending on nitrogen dosage (means calculated from the years 2001 - 2003 and from four sowing rates).

Wyszczególnienie	Dawka azotu / Nitrogen dosage [kg N ha^{-1}]					NIR _{0,05}
	0	30	60	90	120	LSD _{0,05}
Zawartość białka Protein content	12,6	13,5	14,3	15,4	15,8	0,7
Plon białka Protein yield	314	393	447	493	517	45

W niniejszych badaniach stwierdzono silniejszy wzrost zawartości białka w ziarnie pod wpływem podwyższania poziomu nawożenia N niż w innych pracach dotyczących owsa nagoziarnistego [8, 11, 14, 17]. To samo stwierdzenie odnosi się także do plonu białka owsa. Gęstość siewu nie wpływała na zawartość białka w ziarnie owsa, co jest potwierdzone wynikami innych badań [9, 14].

Wnioski

1. Zwiększanie dawki azotu do 120 $kg N ha^{-1}$ powodowało wzrost plonu ziarna, zawartości białka w ziarnie i plonu białka owsa nagoziarnistego. Stopień tego wzrostu zmniejszał się w miarę podwyższania poziomu nawożenia azotem.
2. Stwierdzono wyższy plon ziarna owsa nieoplewionego, istotny przy gęstości siewu 300 ziaren m^{-2} w porównaniu z gęstością siewu 200 ziaren m^{-2} .
3. Zróżnicowanie plonu ziarna między poziomami nawożenia azotem było spowodowane zmiennością liczby wiech na jednostce powierzchni i liczby ziaren w wieszce, przy mniejszej zmienności masy 1000 ziaren.

Literatura

- [1] Adamiak J., Adamiak E.: Reakcja owsa na udział zbóż w płodozmianie i monokulturę. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Roln., 1994, **187 (35)**, 53-60.

- [2] Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M.: Ziarno owsa-niedoceniane źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. I. Ogólna charakterystyka owsa. Biul. IHAR, 2000, **215**, 209-222.
- [3] Budzyński W.: Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne-przegląd wyników badań krajowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1999, **1 (18) Supl.**, 11-25.
- [4] Dubis B., Budzyński W.: Reakcja owsa nagoziarnistego i oplewionego na termin i gęstość siewu. Biul. IHAR, 2003, **229**, 139-146.
- [5] Gąsiorowski H. (pod red.): Owies - chemia i technologia. WRiL, Poznań 1995.
- [6] Kozłowska-Ptaszyńska Z., Pawłowska J., Woch J.: Wpływ dawek azotu na plon i jego strukturę u nowych polskich odmian owsa. Biul. IHAR, 2000, 215, 239-244.
- [7] Leszczyńska D., Noworolnik K.: Wpływ nawożenia azotem i gęstości siewu na plonowanie, komponenty plonu oraz zawartość białka i plon białka owsa nagoziarnistego. *Fragm. Agron.*, 2008, **1 (97)**, 220-227.
- [8] Noworolnik K., Maj L.: Plonowanie owsa nagoziarnistego na tle oplewionego w zależności od nawożenia azotem. *Pam. Puł.*, 2005, **139**, 129-136.
- [9] Noworolnik K., Maj L.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie owsa nagoziarnistego i oplewionego. *Pam. Puł.*, 2005, **139**, 137-143.
- [10] Peltonen-Sainio P.: Groat yield and plant stand structure of naked and hulled oat under different nitrogen fertilizer and seeding rates. *Agron. J.*, 1997, **89**, 140-147.
- [11] Piech M., Maciorowski R., Petkov K.: Plon ziarna i składników pokarmowych owsa nieoplewionego i oplewionego uprawianego przy dwóch poziomach nawożenia azotem. Biul. IHAR, 2003, 229, 103-113.
- [12] Piech M., Nita Z., Maciorowski R.: Reakcja owsa nieoplewionego i oplewionego na nawożenie azotem. Biul. IHAR, 2001, **217**, 111-119.
- [13] Sułek A.: Wpływ dawek azotu na plon ziarna i jego komponenty u nowych odmian owsa. Biul. IHAR, 2003, **229**, 125-130.
- [14] Walens M.: Wpływ nawożenia azotowego i gęstości siewu na wysokość i jakość plonu ziarna odmian owsa oplewionego i nagoziarnistego. Biul. IHAR, 2003, **229**, 115-124.
- [15] Wojcieszka U., Wolska E.: Możliwości zwiększania plenności owsa. Cz. I. Wpływ żywienia azotem. *Pam. Puł.*, 1992, **101**, 51-60.
- [16] Wróbel E., Krajewski T., Krajewski W.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu owsa oplewionego i nagoziarnistego. Biul. IHAR, 2003, **229**, 95-102.
- [17] Wróbel E., Kijora C.: Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie i jakość ziarna owsa nagoziarnistego. *Pam. Puł.*, 2004, **135**, 331-340.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND SOWING RATES ON YIELD OF NAKED OATS

Summary

The research project was carried out at the Agricultural Experimental Station in Grabów, owned by the Institute of Soil Science and Plant Cultivation in Puławy, in 2001 - 2003. Naked oats constituted the research material. The experiment comprised two factors: diverse sowing rates of 200, 300, 400, and 500 grains per 1 m² and nitrogen fertilization dosages of 0, 30, 60, 90, and 120 kg N ha⁻¹. The increase in the dosage of nitrogen from 0 to 120 kg N ha⁻¹ caused the grain yield, protein content in grain, and protein yield of naked oats to rise. The level of this rise decreased along with the increasing level of N fertilization dosage. A higher grain yield of naked oats was found, significant in the case of the grain sowing rate of

300 grains per m² compared to the sowing rate of 200 grains per 1 m². The differences in the grain yield levels of individual objects investigated were caused by the changing number of panicles per one area unit and by the varying number of grains in one panicle; on the other hand, the differences in the weights of 1000 grains were smaller.

Key words: naked oats, nitrogen fertilization, sowing density rate, yield, protein content, components of yield ☒

ALICJA SUŁEK

PORÓWNANIE PRODUKCYJNOŚCI I ARCHITEKTURY ŁANU OWSA BRUNATNOPLEWKOWEJ ODMIANY „GNIADY” W ZALEŻNOŚCI OD DOBORU KOMPLEKSU GLEBOWEGO

Streszczenie

W latach 2006 - 2007 przeprowadzono doświadczenie z owsem (odmiany 'Gniady') na obetonowanych mikropoletkach o powierzchni 14 m² i miąższości warstwy gleby 2 m, wypełnionymi różnymi glebami. Celem było określenie wpływu różnych gleb na plon i cechy struktury plonu owsa oraz poznanie zakresu zróżnicowania budowy łanu owsa na różnych glebach o różnej przydatności do uprawy tego zboża. Przeprowadzone badania wykazały istotne oddziaływanie (interakcję) warunków glebowych oraz warunków pogodowych na plonowanie i budowę łanu owsa odmiany 'Gniady'. Zmienność plonowania owsa w latach prowadzenia doświadczenia była znacznie większa na glebach kompleksów żytnich, zwłaszcza żytniego bardzo słabego niż na glebach kompleksów pszennych, z wyjątkiem kompleksu pszennego dobrego (rędzina). Niższa wydajność łanów związana była z dużym udziałem w nich słabiej rozkrzewionych niskich roślin o mniej plennych wiechach. W roku 2006, z bardzo dużymi niedoborami wody podczas wegetacji owsa, stwierdzono, zwłaszcza na glebach kompleksów żytniego słabego i żytniego bardzo słabego oraz na kompleksie pszenym wadliwym (rędzina), większy udział pędów niskich w łanach niż w roku 2007 o korzystnym rozkładzie opadów.

Słowa kluczowe: owies, plon ziarna, kompleks glebowo-rolniczy, warunki pogody, budowa łanu

Wstęp

Plonowanie uprawianych roślin, w tym zbóż, zależy od potencjału produkcyjnego gatunku lub odmiany uwarunkowanego genetycznie oraz od czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Wśród czynników siedliskowych plony najsilniej różnicuje jakość gleby [1, 2, 5]. W miarę pogorszenia się warunków glebowych zmniejsza się plon ziarna wszystkich gatunków zbóż, przy czym owies reaguje najmniejszą obniżką. Małe wymagania glebowe owsa wiążą się ze zdolnością pobierania przez korzenie składników znajdujących się w glebie w formie trudno dostępnej dla roślin. Nawet na glebach ubogich w łatwo przyswajalne składniki pokarmowe, na których inne zboża zawodzą,

owies może wydać zadowalający plon ziarna. Dlatego może być uprawiany zarówno na zwięzłych glebach gliniastych, jak i na lekkich glebach piaszczystych. Jedynym warunkiem jest zasobność gleby w wodę. Zatem owies może być uprawiany na wszystkich glebach, jedynie ze względów ekonomicznych uprawę tego zboża zaleca się przede wszystkim na glebach kompleksów: żytnim słabym, owsiano-pastewnym górskim i owsiano-ziemniaczanym górskim [7].

Plonowanie owsa na różnych glebach oceniano na podstawie licznych wyników doświadczeń polowych prowadzonych w miejscowościach zróżnicowanych pod względem warunków siedliska (gleba, pogoda). W związku z tym trudno było ocenić w jakim stopniu plon był kształtowany przez czynnik glebowy, a w jakim przez przebieg pogody. Określenie wpływu samych warunków glebowych na produktywność owsa można dokonać tylko przy takich samych warunkach pogody. Możliwość taka istnieje w Puławach, gdzie ponad 100 lat temu zbudowano duże poletka (około 14 m²) wypełnione glebami typowymi dla warunków Polski, reprezentującymi 7 kompleksów przydatności rolniczej gleb. Obiekt ten wykorzystano do przeprowadzenia ścisłego eksperymentu.

Celem podjętych badań było określenie wpływu różnych gleb na plon i cechy struktury plonu owsa oraz poznanie zakresu zróżnicowania budowy łanu owsa na różnych glebach o różnej przydatności do uprawy tego zboża.

Material i metody badań

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2006 - 2007 na obetonowanych parcelach (ok. 14 m²) wypełnionych ośmioma różnymi glebami (miąższość 2 m), reprezentującymi siedem kompleksów rolniczej przydatności (tab. 1). Gleby te umieszczono z zachowaniem naturalnego profilu, na rodzimym podłożu bez izolacji. Doświadczenie założono metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach. Rośliną doświadczalną był owies odmiany 'Gniady' o brązowym zabarwieniu plewki. Przedplonem była pszenica jara. Nawożenie fosforowe i potasowe zastosowano przed siewem w ilości 100 kg K₂O i 80 P₂O₅/ha. Nawożenie azotem 90 kg N/ha zastosowano w dwóch terminach, 45 kg N/ha przed siewem i 45 kg N/ha w okresie strzelania w źdźbło. Gęstość wysiewu wynosiła 400 ziaren/m². Rośliny zbierano w fazie pełnej dojrzałości. Określano wielkość i strukturę plonu ziarna oraz architekturę łanu (procentowy udział w łanie roślin o różnej liczbie pędów i różnej wysokości), a także plenność pędów z uwzględnieniem ich podziału na grupy wg długości. Wyniki doświadczeń opracowano statystycznie, stosując analizę wariancji. Wartości półprzedziałów wyliczono przy zastosowaniu testu Tukey'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Tabela 1

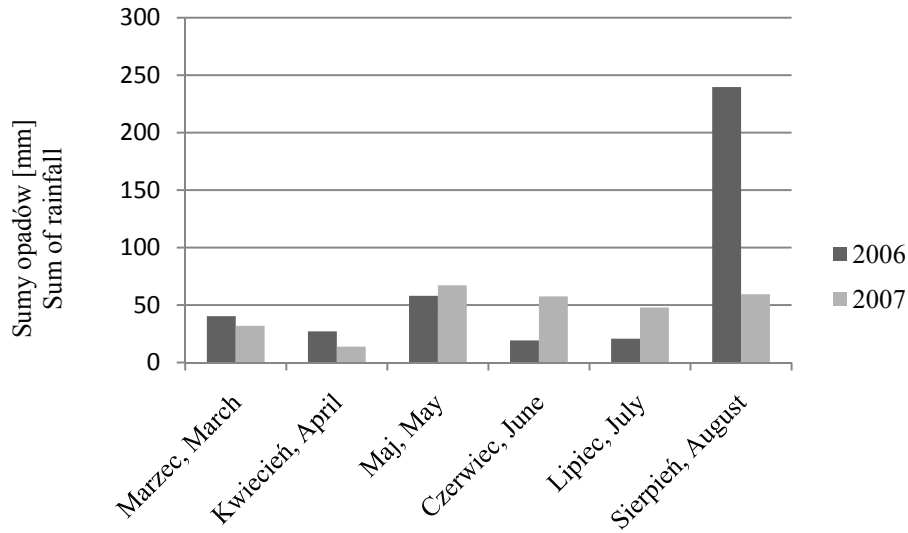
Charakterystyka gleb, na których założono doświadczenie polowe.
Profile of soils, on which field experiment was conducted.

Nr parceli Plot number	Typ i rodzaj gleby Type and kind of soil	Klasa bonitacyjna Soil Valuation Class	Kompleks przydatności rolniczej gleb Farming suitability complex of soils	Wskaźnik bonitacji Index of quality
1	Czarna ziemia Black-earth	I	Pszenny bardzo dobry Very good wheat complex	100
2	Mada brunatna Brown alluvial soil	II	Pszenny dobry Good wheat complex	92
3	Brunatna wytworzona z lessu Brown soil developed from loess	III a	Pszenny dobry Good wheat complex	83
4	Brunatna właściwa Typical brown soil	III b	Żytni bardzo dobry Very good rye complex	70
5	Rędzina Rendzina	IV a	Pszenny wadliwy Defective wheat complex	57
6	Brunatna właściwa Typical brown soil	IV b	Żytni dobry Good rye complex	42
7	Brunatna kwaśna Acidic brown soil	V	Żytni słaby Weak rye complex	30
8	Brunatna kwaśna Acidic brown soil	VI	Żytni bardzo słaby Very weak rye complex	18

Wyniki i dyskusja

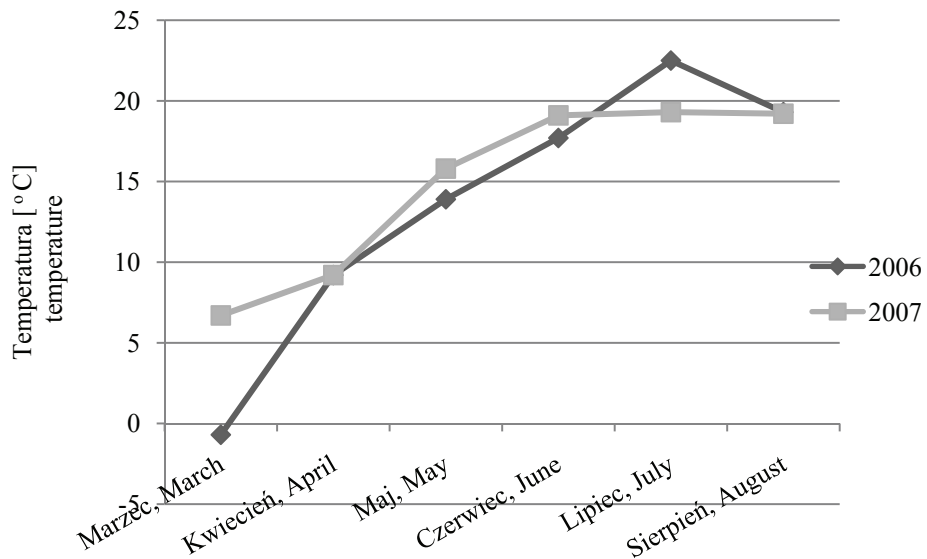
Przeprowadzone badania wykazały istotne współdziałanie wpływu warunków glebowych z przebiegiem pogody w latach na plonowanie owsa. Rok 2006 okazał się bardzo niekorzystny dla plonowania owsa. Bardzo duże niedobory opadów w czerwcu (rys. 1), występujące w czasie wiechowania i kwitnienia, przyczyniły się do niskich plonów owsa. Potwierdzają to badania innych autorów [6, 9], że potrzeby wodne owsa są największe na początku okresu generatywnego, co w naszych warunkach można odnieść do miesiąca czerwca. Niekorzystny wpływ na plon ziarna miała również wysoka temperatura powietrza (rys. 2) i susza w okresie dojrzewania ziarna. W roku 2007 przebieg warunków meteorologicznych, pomimo niedoborów opadów w kwietniu, był bardzo korzystny dla wzrostu i rozwoju roślin, a uzyskane plony ziarna były średnio wyższe o 40 % w porównaniu z rokiem 2006. Badania innych autorów [8, 11, 12] wskazują, że owies jest rośliną o zróżnicowanym plonowaniu w zależności od przebiegu warunków pogody w okresie wegetacji.

Sezonowa zmienność plonów była znacznie większa na glebach kompleksów żytnich, a zwłaszcza żytniego bardzo słabego niż na glebach kompleksów pszennych, z wyjątkiem pszennego wadliwego (rys. 3).



Rys. 1. Opady w okresie wegetacji w latach 2006 - 2007.

Fig. 1. Precipitation during vegetation period in 2006 - 2007.

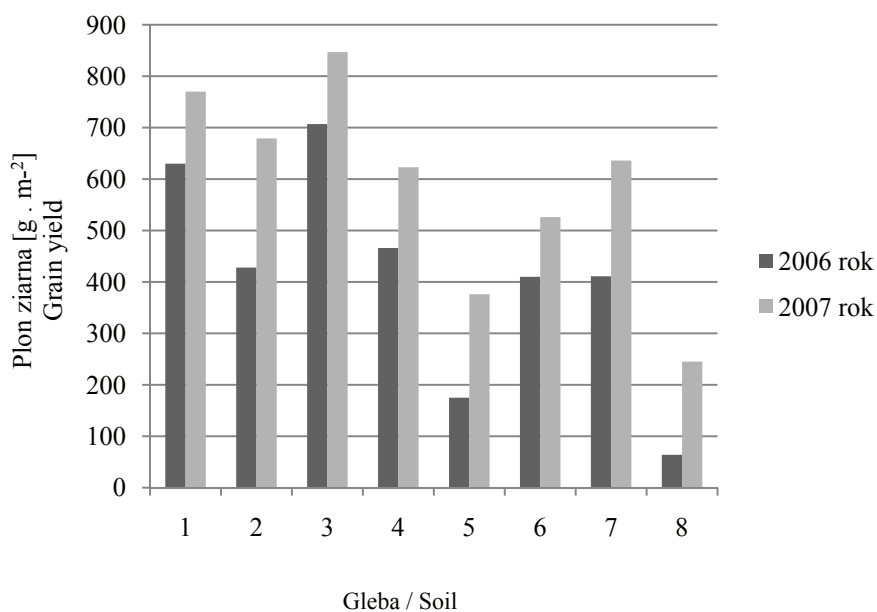


Rys. 2. Temperatura powietrza w okresie wegetacji w latach 2006 - 2007.

Fig. 2. Temperature during vegetation period in 2006 - 2007.

W opisywanym doświadczeniu zmniejszenie plonu ziarna w roku 2006 (rys. 3) z dużymi niedoborami opadów (rys. 1) wynikała na ogół z mniejszej obsady kłosów na jednostce powierzchni, jak i liczby ziaren w wieszce i masy ziarna z wiechy oraz masy 1000 ziaren, odpowiednio o 23, 8, 25, i 12 % w porównaniu z rokiem 2007 (tab. 2).

W obydwu latach prowadzenia doświadczenia warunki glebowe (tab. 1) różnicowały plonowanie owsa (rys. 3). Największy plon uzyskano na glebie zaliczanej do kompleksu pszenno-dobrego (less) oraz na kompleksie pszenno-bardzo dobrym (czarna ziemia). Istotnie mniejszy na glebie kompleksu pszenno-dobrego (mada), żytniego dobrego i żytniego słabego. W obrębie uwzględnionych kompleksów glebowych najmniejszą wydajność owsa uzyskano na glebach kompleksu pszenno-wadliwego (rędzina) i żytniego bardzo słabego. Podobną reakcją na warunki glebowe stwierdzono w badaniach z innymi gatunkami zbóż [4, 10]. Zmniejszenie plonu ziarna przebiegało równoległe z pogorszeniem się jakości gleby, a związana było przede wszystkim z mniejszą liczbą kłosów na 1 m², masą ziarna z wiechy i liczbą ziaren z wiechy (tab. 2).



Objaśnienia: / Explanatory notes:

1, 2, 3 ... – typ i rodzaj gleby wg tab. 1. / Type and kind of soils as in Tab. 1

NIR $\alpha_{0,05}$ dla plonu w roku 2006 – 0,104 ; 2007 – 0,116 / NIR $\alpha_{0,05}$ for grain yield in 2006: 0.104; in 2007: 0.116

Rys. 3. Plonowanie owsa odmiany Gniady w zależności od warunków glebowych w latach 2006-2007.

Fig. 3. Grain yield of 'Gniady' oat cultivar depending on soil conditions in 2006-2007.

Tabela 2

Elementy struktury plonu owsa 'Gniady' w zależności od warunków glebowych uprawy w latach 2006 - 2007.

Elements of the yield structure of 'Gniady' oat cultivar depending on soil conditions of the oat culture in 2006-2007.

Kompleks przydatności rolniczej gleb Farming suitability complex of soils	2006				2007			
	Liczba wiech z m ² Number of panicles per 1 m ²	Masa 1000 ziaren [g] Weight of 1000 grains	Masa ziarna z wiechy [g] Weight of grain panicle	Liczba ziaren z wiechy Number of grains per panicle	Liczba wiech z m ² Number of panicles per 1 m ²	Masa 1000 ziaren [g] Weight of 1000 grains	Masa ziarna z wiechy [g] Weight of grain per panicle	Liczba ziaren z wiechy Number of grains per panicle
Pszenny bardzo dobry Very good wheat complex	479	28,9	1,32	45,6	512	33,3	1,50	41,4
Pszenny dobry Good wheat complex	403	28,2	1,07	56,3	436	34,1	1,56	37,8
Pszenny dobry Good wheat complex	521	29,3	1,36	46,5	587	35,4	1,45	41,0
Żytni bardzo dobry Very good rye complex	403	28,9	1,15	39,9	475	34,4	1,31	38,2
Pszenny wadliwy Defective wheat complex	267	31,1	0,67	21,2	370	32,0	1,03	32,2
Żytni dobry Good rye complex	350	32,8	1,06	32,6	429	33,3	1,24	37,1
Żytni słaby Weak rye complex	419	26,5	0,98	37,2	461	34,6	1,38	39,9
Żytni bardzo słaby Very weak rye complex	139	29,7	0,44	14,9	416	25,3	0,59	23,4
\bar{X}	372	29,4	1,01	34,5	460	33,2	1,27	37,4
$NIR_{\alpha=0,05} / LSD_{\alpha=0,05}$	75,4	3,29	0,25	7,68	81,6	3,65	0,33	9,72

Na kształtowanie się architektury łanu w zróżnicowanych warunkach glebowych miała duży wpływ pogoda w latach prowadzenia badań. W miarę pogarszania się warunków glebowych obserwowano większy wpływ pogody, a zwłaszcza rozkładu i ilości opadów w okresie wegetacji w badanych latach, na występowanie w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia (tab. 3). W roku zmiany te szczególnie wyraźnie wy-

stały na glebach kompleksu żytniego dobrego, żytniego słabego i żytniego bardzo słabego. W roku 2006, na tych glebach w okresie wegetacji owsa było bardzo sucho, rośliny 3- i 4-pędowe nie wystąpiły. Podobny kierunek zmian w łanie roślin o różnym stopniu rozkrzewienia w zależności od warunków glebowych obserwowała Kozłowska-Ptaszyńska [4] w przypadku jęczmienia jarego oraz Sułek [10] w badaniach z pszenicą jarą. Niedobór opadów w roku 2006 sprawił, że rośliny były znacznie niższe niż w roku 2007 (tab. 4). W roku 2006 rośliny wysokie powyżej 90 cm wystąpiły tylko na kompleksie pszennym bardzo dobrym (czarna ziemia) i na pszennym dobrym (less). Na większości gleb przewagę w łanie stanowiły rośliny o wysokości mieszczącej się w zakresach 71 - 80 cm, 61 - 70 cm i na glebie kompleksu pszenego wadliwego (rędzina) i żytniego bardzo słabego poniżej 60 cm. Natomiast w roku 2007, w którym poziom plonowania owsa był najwyższy, stwierdzono dość liczne występowanie roślin wysokich z wyjątkiem kompleksu pszenego dobrego (rędzina) i żytniego bardzo słabego. Wyniki te potwierdzają dużą wrażliwość owsa na warunki wilgotnościowe [9, 3].

Tabela 3

Udział w łanie owsa roślin o różnej krzewistości, w zależności od doboru kompleksu glebowego, w latach 2006 - 2007 [%].

Percent content, in one oat canopy, of plants with varying propagation, depending on selected soil complex, in 2006 - 2007 [%].

Kompleks przydatności rolniczej gleb Farming suitability complex of soils	Liczba pędów na roślinie / Number of shoots per plant						
	1-pędowe	2-pędowe	3-pędowe	1-pędowe	2-pędowe	3-pędowe	4-pędowe
	2006			2007			
Pszenny bardzo dobry Very good wheat complex	23	57	20	27	47	23	3
Pszenny dobry Good wheat complex	13	50	33	41	36	21	2
Pszenny dobry Good wheat complex	7	53	40	34	43	21	2
Żytni bardzo dobry Very good rye complex	18	69	13	41	48	11	-
Pszenny wadliwy Defective wheat complex	40	47	13	53	40	4	3
Żytni dobry Good rye complex	35	65	-	32	53	13	2
Żytni słaby Weak rye complex	50	50	-	29	51	19	3
Żytni bardzo słaby Very weak rye complex	47	53	-	66	30	4	-

Tabela 4

Udział pędów o różnej długości w łanie owsa w zależności od doboru kompleksu glebowego, w latach 2006 – 2007 [%].

Percent content, in one oat canopy, of shoots with varying lengths, depending on selected soil complex in 2006 – 2007 [%].

Kompleks przydatności rolniczej gleb Farming suitability complex of soils	Długość pędu [cm] / Length of shoot [cm]									
	<90	81-90	71-80	61-70	>60	<90	81-90	71-80	61-70	>60
	2006					2007				
Pszenny bardzo dobry Very good wheat complex	18	54	19	9	-	46	30	15	9	-
Pszenny dobry Good wheat complex	-	10	42	30	18	35	39	11	15	-
Pszenny dobry Good wheat complex	9	40	34	12	5	45	29	15	15	-
Żytni bardzo dobry Very good rye complex	-	30	33	25	12	22	42	20	16	-
Pszenny wadliwy Defective wheat complex		-	11	36	53	-	8	30	40	22
Żytni dobry Good rye complex	-	21	38	28	13	28	39	19	14	-
Żytni słaby Weak rye complex	-	26	34	20	20	11	22	30	27	10
Żytni bardzo słaby Very weak rye complex	-	-	4	24	72	-	24	34	27	15

Wysokość pędów była dodatnio związana z ich produktywnością, niezależnie od warunków glebowych. Największą masę ziarna i liczbę ziaren z wiechy uzyskano z wiech źdźbeł najwyższych w łanie, a najmniejszą z wiech najniższego piętra łanu na danej glebie (tab. 5 i 6).

Tabela 5

Masa ziarna z wiechy w zależności od długości pędu na różnych glebach w latach 2006-2007 [g].
Weight of grains per panicle as depending on length shoots on various soils in the years 2006-2007 [g].

Kompleks przydatności rolniczej gleb Farming suitability complex of soils	Długość pędu [cm] / Length of shoot [cm]									
	<90	81-90	71-80	61-70	>60	<90	81-90	71-80	61-70	>60
	2006					2007				
Pszenny bardzo dobry Very good wheat complex	2,27	1,69	1,13	0,84	0,57	2,08	1,16	0,64	0,37	0,32
Pszenny dobry Good wheat complex	-	2,73	2,16	1,26	0,55	2,20	1,44	0,90	0,51	0,28
Pszenny dobry Good wheat complex	1,34	1,41	0,71	0,39	0,19	1,69	1,41	0,71	0,39	0,19
Żytni bardzo dobry Very good rye complex	-	2,07	1,48	0,87	0,45	1,70	1,33	0,58	0,28	0,26
Pszenny wadliwy Defective wheat complex	-	-	2,09	1,64	0,69	-	1,80	1,29	0,77	0,40
Żytni dobry Good rye complex	-	1,57	1,13	0,50	0,29	2,03	1,29	0,75	0,36	0,33
Żytni słaby Weak rye complex	-	1,57	1,13	0,50	0,29	2,30	1,50	0,87	0,45	0,19
Żytni bardzo słaby Very weak rye complex	-	-	2,09	1,9	0,69		1,59	0,832	0,535	0,19

Tabela 6

Liczba ziaren z wiechy w zależności od długości pędów na różnych glebach w latach (2006 - 2007).
Number of grains per panicle as depending on length shoots on various soils in the years 2006 - 2007

Kompleks przydatności rolniczej gleb Farming suitability complex of soils	Długość pędu [cm] / Length of shoot [cm]									
	<90	81-90	71-80	61-70	>60	<90	81-90	71-80	61-70	>60
	2006					2007				
Pszenny bardzo dobry Very good wheat complex	79,8	60,0	43,5	27,4	34,0	57,0	35,8	21,6	15,2	12,0
Pszenny dobry Good wheat complex	-	-	88,8	70,5	45,8	63,0	37,3	28,6	19,4	11,8
Pszenny dobry Good wheat complex	70,5	57,4	39,8	24,5	26,0	48,7	37,6	24,7	14,8	10,6
Żytni bardzo dobry Very good rye complex	-	59,4	52,6	26,5	11,5	50,8	44,9	22,5	16,3	9,8
Pszenny wadliwy Defective wheat complex		--	63,0	49,5	24,3	-	54,4	43,0	26,6	13,4
Żytni dobry Good rye complex	-	61,5	45,4	21,9	15,0	57,3	38,5	27,4	15,1	12,9
Żytni słaby Weak rye complex	-	61,5	45,4	21,9	15,0	61,2	43,5	27,8	17,3	8,0
Żytni bardzo słaby Very weak rye complex	-	-	62,0	59,3	24,3	54,3	31,0	21,1	12,3	6,8

Wnioski

1. Warunki glebowe różnicowały plonowanie owsa. Największy plon uzyskano na glebie zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego (less) oraz na kompleksie pszennym bardzo dobrym (czarna ziemia). Istotnie mniejszy na glebach kompleksu pszennego dobrego (mada), żytniego dobrego i żytniego słabego. W obrębie uwzględnionych kompleksów glebowych najmniejszą wydajność owies osiągnął na glebach kompleksu pszenego wadliwego (rędzina) i żytniego bardzo słabego.
2. Zmienność plonowania owsa w latach prowadzenia doświadczenia była znacznie większa na glebach kompleksów żytnich, zwłaszcza żytniego bardzo słabego niż na glebach kompleksów pszennych, z wyjątkiem kompleksu pszenego dobrego (rędzina). Mniejsza wydajność łanów związana była z dużym udziałem w nich słabiej rozkrzewionych niskich roślin o mniej plennych wiechach
3. roku 2006, z bardzo dużymi niedoborami wody podczas wegetacji owsa, stwierdzono, zwłaszcza na glebach kompleksów żytniego słabego i żytniego bardzo słabego oraz na kompleksie pszennym wadliwym (rędzina), większy udział pędów niskich w łanach niż w roku 2007 o korzystnym rozkładzie opadów.

Literatura

- [1] Budzyński W.: Reakcja owsa na czynniki agrotechniczne – przegląd wyników badań krajowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1999, **1(18) Supl.**, 11-25.
- [2] Górski T., Krasowicz S., Kuś J.: Glebowo-klimatyczny potencjał Polski produkcji zbóż. Pam. Puł., 1999, **114**, 127-142.
- [3] Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Zmiany w plonowaniu i budowie przestrzennej łanu owsa pod wpływem opóźnienia siewu. Pam. Puł., 1999, **114**, 177-183.
- [4] Kozłowska-Ptaszyńska Z.: Wpływ gęstości siewu na architekturę i wydajność łanu jęczmienia jarego uprawianego na różnych glebach. Pam. Puł., 1994, **104**, 31-50.
- [5] Mazurek J., Sułek A.: Plonowanie pszenicy jarej na różnych glebach w zależności od gęstości siewu. Pam. Puł., **107**, 5-13.
- [6] Michalski T., Idziak R., Menzel L.: Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1999, **1(18) Supl.**, 46-52.
- [7] Biologia i agrotechnika owsa. Praca zbiorowa pod red. Jadwigi Mazurek. IUNG, Puławy 1993 **R (304)**.
- [8] Pisulewska E., Lepiarczyk A., Gambuś F., Witkiewicz R.: Plonowanie oraz skład mineralny brązowo i żółtoplewkowych form owsa. *Fragm. Agron.*, 2009, **26 (1)**, 84-92.
- [9] Rudnicki F.: Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agron.*, 1995, **3 (47)**, 21-32.
- [10] Sułek A.: Wpływ gęstości siewu na architekturę łanu pszenicy jarej Sigma uprawianej na różnych glebach. *Biul., IHAR*, 2001, **220**, 69-79.
- [11] Zając T., Szafranski W., Witkiewicz R., Oleksy A.: Indywidualny udział komponentów plonu w kształtowaniu wysokości plonu ziarna owsa w różnych warunkach siedliskowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1999, **1(18) Supl.**, 173-179.

- [12] Żarski J.: Efekty deszczowania zbóż jarych na glebie bardzo lekkiej. Zesz. Nauk. ART Bydgoszcz, Roln, 1992, **180 (32)**, 101-108.

COMPARISON OF PRODUCTIVITY AND CANOPY ARCHITECTURE OF BROWN-HUSKED 'GNIADY' OAT CULTIVAR DEPENDING ON SELECTED SOIL COMPLEX

S u m m a r y

In the years from 2006 to 2007, an experiment with oat cultivar ('Gniady') was conducted on 14 m² micro-plots with concrete walls; the thickness of soil layer was 2m; the soil layer contained different types of soil. The objective of the experiment was to determine the impact of different types of soil on the yield and parameters of yield structure, as well as to study the range of differences in the canopy structure of oats grown on soils showing varying suitability for growing this type of corn. The research accomplished showed a significant impact (interaction) of soil parameters and weather conditions on the yielding and canopy structure of 'Gniady' oat cultivar. The variability in oat yielding during the years of experiment was considerably higher on the rye complex soils, in particular on the very weak rye complex soils, than on the soils belonging to wheat complex soils, except for the good wheat complex (rendzina soil). A lower productivity of oat canopies was attributed to high contents of short and poorer propagating plants with panicles that showed a worse yielding level. In the year 2006 with very high water shortage during the entire oat vegetative period, it was found that the content of short shoots in the canopies, in particular in those growing on weak rye, very weak rye complexes, and defective wheat complex (rendzina), was higher if compared with the year 2007, when the rainfall distribution was more advantageous.

Key words: oat, grain yield, soil-agricultural complex, weather conditions, canopy structure ☒

GRAŻYNA MORKIS

PROBLEMATYKA ŻYWNOŚCIOWA W USTAWODAWSTWIE POLSKIM I UNIJNYM

Publikujemy kolejny przegląd aktów prawnych, które ukazały się w Dzienniku Ustaw RP oraz w Dzienniku Urzędowym UE. Poniższe zestawienie zawiera akty prawne dotyczące szeroko omawianej problematyki żywnościowej wg stanu na dzień 31 maja 2010 r.

1. Ustawa z dn. 18 marca 2010 r. o zmianie ustawy o produktach pochodzenia zwierzęcego (Dz. U. 2010 r. Nr 81, poz. 528).
Ustawa zawiera m.in. określenie właściwość organów Inspekcji Weterynaryjnej w zakresie:
 - urzędowych kontroli produktów pochodzenia zwierzęcego, określonych w przepisach rozporządzenia (WE) nr 882/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie kontroli urzędowych przeprowadzanych w celu sprawdzenia zgodności z prawem paszowym i żywnościowym oraz regułami dotyczącymi zdrowia zwierząt i dobrostanu zwierząt (Dz. Urz. UE L 165 z 30.04.2004, str. 1);
 - nadzoru nad przestrzeganiem przez podmioty przepisów rozporządzenia (WE) nr 1760/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 lipca 2000 r. ustanawiającego system identyfikacji i rejestracji bydła i dotyczącego etykietowania wołowiny i produktów z wołowiny.
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 22 marca 2010 r. w sprawie wykazu stacji sanitarno-epidemiologicznych wykonujących badania laboratoryjne i pomiary ze wskazaniem obszaru (Dz. U. 2010 r. Nr 55, poz. 336).
Rozporządzenie zawiera wykaz stacji sanitarno-epidemiologicznych wykonujących badania laboratoryjne i pomiary ze wskazaniem obszaru, dla którego dana stacja wykonuje nieodpłatnie badania laboratoryjne i pomiary.

3. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 26 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie znakowania środków spożywczych (Dz. U. 2010 r. Nr 88, poz. 580).

Nazwy: sok owocowy, sok owocowy z zagęszczonego soku owocowego, zagęszczony sok owocowy (koncentrat owocowy, koncentrat soku owocowego), sok owocowy w proszku, nektar owocowy są stosowane w oznakowaniu produktów spełniających wymagania określone w przepisach wydanych na podstawie art. 15 pkt 2 ustawy z dn. 21 grudnia 2000 r. o jakości handlowej artykułów rolno-spożywczych.

Na opakowaniu soku owocowego otrzymanego z mieszaniny soku owocowego i soku owocowego otrzymanego z soku zagęszczonego oraz nektaru owocowego otrzymanego w całości lub części z jednego lub więcej zagęszczonych soków lub zagęszczonych przecierów w pobliżu nazwy środka spożywczego należy umieścić, w sposób czytelny i wyróżniający się od tła, odpowiednio informację "z soku zagęszczonego (soków zagęszczonych)", "częściowo z soku zagęszczonego (soków zagęszczonych)", "z zagęszczonego przecieru (przecierów zagęszczonych)", "częściowo z zagęszczonego przecieru (przecierów zagęszczonych)" – w zależności od stosowanych zagęszczonych składników."

Rozporządzenie wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2011 r.

4. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 21 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej soków i nektarów owocowych (Dz. U. 2010 r. Nr 88, poz. 579).

Zmiany dotyczą odtworzonych soków owocowych i przecierów owocowych. W załączniku do rozporządzenia określono minimalne wartości w skali Brix dla soków owocowych odtworzonych z zagęszczonego soku owocowego.

Rozporządzenie wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2011 r.

5. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 31 marca 2010 r. w sprawie wprowadzenia "Krajowego programu zwalczania niektórych serotypów *Salmonella* w stadach indyków rzeźnych" na lata 2010-2012 (Dz. U. 2010 r. Nr 65, poz. 406).

Na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej w latach 2010-2012 będzie realizowany "Krajowy program zwalczania niektórych serotypów *Salmonella* w stadach indyków rzeźnych".

6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 31 marca 2010 r. w sprawie wprowadzenia "Krajowego programu zwalczania niektórych serotypów *Salmonella* w stadach indyków hodowlanych" na lata 2010-2012 (Dz. U. 2010 r. Nr 68, poz. 436).

Na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej w latach 2010-2012 będzie realizowany „Krajowy program zwalczania niektórych serotypów *Salmonella* w stadach indyków hodowlanych".

7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 20 kwietnia 2010 r. w sprawie wprowadzenia "Krajowego programu zwalczania niektórych serotypów *Salmonella* w stadach hodowlanych gatunku kura (*Gallus gallus*) na 2010 r." (Dz. U. 2010 r. Nr 78, poz. 514).

W 2010 r. realizowany będzie "Krajowy program zwalczania niektórych serotypów *Salmonella* w stadach hodowlanych gatunku kura (*Gallus gallus*) na 2010 r."



HENRYK KOSTYRA, ELŻBIETA KOSTYRA, ANNA WOCIÓR

WSPÓŁCZESNY LEKSYKON WIEDZY O ŻYWNOSCI

Prezentujemy 43. część haseł *Współczesnego leksykonu wiedzy o żywności*. Druk leksykonu rozpoczęliśmy w *Żywności* nr 3 (28), 2001.

KARBAMINOHEMOGLOBINA / CARBAMINOHEMOGLOBIN – jest to połączenie dwutlenku węgla z częścią białkową hemoglobiny, a dokładnie z grupami aminowymi hemoglobiny. W ten sposób hemoglobina przenosi dwutlenek węgla z tkanek do płuc

KARBOKSYHEMOGLOBINA / CARBOXYHEMOGLOBIN – jest to połączenie hemoglobiny z tlenkiem węgla, zwanym również czadem. Ta forma hemoglobiny jest nieaktywna i nie jest zdolna do przenoszenia tlenu. Konsekwencją tego połączenia jest zaccadzenie, które może doprowadzić do śmierci człowieka

KERATYNIZACJA / KERATINIZATION – jest to proces rogowacenia komórek naskórka, trwający 26-28 dni. Komórki, ulegając keratynizacji, tracą jądro, ulegają spłaszczeniu i stają się martwe. Docierając do powierzchni naskórka, ulegają złuszczeniu i odpadają, a na ich miejsce powstają nowe pokolenia komórek. Keratynizacja, inaczej rogowacenie komórek, jest bardzo dobrym przykładem procesu zwanego apoptozą, czyli zaprogramowaną śmiercią komórki

MELANINA / MELANIN – jest naturalnym barwnikiem występującym w skórze, włosach, tęczówkach oczu człowieka. Zawartość melaniny w naskórku człowieka jest zależna od typu karnacji. Jej synteza odbywa się w melanocytach

MELANOGENEZA / MELANOGENESIS – jest to proces syntezy melanin. Polega on na przekształcaniu L-tyrozyny w wielopostaciowe i wielofunkcyjne biopolimery. W melanogenezie wyróżnia się: eumelanogenezę – syntezę eumelaniny czarnej i brązowej oraz feomelanogenezę – syntezę feomelaniny żółtej i czerwonej. Mieszanina eu- i feomelaniny to melanina mieszana

METHEMOGLOBINA / METHEMOGLOBIN – nie ma zdolności przenoszenia tlenu z powodu zmiany stopnia utlenienia centralnego jonu żelaza w hemie. Zjawisko takie występuje w stanach patologicznych po spożyciu niektórych trucizn. W skrajnych przypadkach może to doprowadzić do śmierci. W warunkach fizjologicznych stale powstają pewne ilości methemoglobiny, jednak jest ona stale redukowana przez obecne wewnątrz erytrocytów specjalne enzymy (tzw. reduktazy methemoglobiny)

UKŁADY BUFORUJĄCE KRWI / BLOOD BUFFERING SYSTEMS – tkanki organizmu człowieka mają tendencję do zakwaszania środowiska wewnętrznego poprzez produkcję takich związków jak: kwas mlekowy, kwas moczowy i inne oraz dostarczania do krwi jonów wodorowych. Z drugiej strony przez przewód pokarmowy traczone są zarówno kwasy (kwas solny obecny w soku żołądkowym), jak i zasady wydzielane przez sok trzustkowy w postaci wodorowęglanów. Ta stała utrata i produkcja protonów wymaga od krwi posiadania układów buforujących. Do najważniejszych układów buforujących w organizmie człowieka należą: (a) bufor wodorowęglanowy – H_2CO_3 , HCO_3^- ; bufor fosforanowy – H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} ; bufor białkowy (białka osocza krwi) i bufor hemoglobinowy ☒

NOWE KSIĄŻKI

Mikrobiologia techniczna T. 2.

Mikroorganizmy w biotechnologii, ochronie środowiska i produkcji żywności

Żakowska Z., Kowal K., Libudzisz Z. (red.)

Wydawnictwo: Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2009, ISBN: 978-83-01-15523-0, stron 555, cena 51 zł

Jest to nowoczesny podręcznik poświęcony zjawiskom wywoływanym przez mikroorganizmy podczas procesów przemysłowych. Tom 2 składa się z czterech części. W części I omówiono mikroorganizmy czynne w procesach biotechnologicznych, czyli bakterie fermentacji mlekowej i kwasu octowego, mikroorganizmy wykorzystywane w produkcji aminokwasów i antybiotyków, bakterie z rodzaju *Bacillus*, drożdże, grzyby strzępkowe oraz mikroorganizmy ekstremofilne, a także wirusy. W części II zaprezentowano mikrobiologię żywności – zanieczyszczenia mikrobiologiczne żywności, udział mikroorganizmów w psuciu żywności, zatrucia i zakażenia pokarmowe, analizę mikrobiologiczną żywności oraz metody jej utrwalania, prawo żywnościowe, system HACCP i żywność transgeniczną. Część III dotyczy higieny produkcji. Przedstawiono w niej elementy urządzeń jako źródło zanieczyszczeń mikrobiologicznych w przemyśle, mycie i dezynfekcję w przemyśle, znaczenie opakowań w zachowaniu jakości produktów, badanie stanu higienicznego warunków produkcji. W części IV omówiono mikroorganizmy w ochronie środowiska: zanieczyszczenia środowiska pochodzenia naturalnego, ksenobiotyki, metale ciężkie, biologiczne metody oczyszczania środowiska oraz drobnoustroje udoskonalone genetycznie w ochronie środowiska.

Technika ekstruzji w przemyśle spożywczym

Mitrus M., Mościcki L., Wójtowicz A.

Wydawnictwo: Wyd. PWRiL, Warszawa 2009, ISBN: 978-83-0901-027-2, stron 222, cena 58 zł

Ekstruzja zdobywa coraz większą popularność w światowym przetwórstwie rolno-spożywczym, zwłaszcza wśród producentów żywności i pasz. W podręczniku autorzy przybliżyli problematykę tej stosunkowo nowej dziedziny produkcji, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów praktycznych, to jest procesów technologicznych związa-

nych z produkcją różnorodnych ekstrudatów oraz maszyn i urządzeń niezbędnych do ich wytwarzania. Uwzględniono też zalecenia o charakterze eksploatacyjnym. Podręcznik przeznaczony jest dla pracowników naukowych, studentów, kadry inżyniersko-technicznej oraz technologów studiujących lub zajmujących się w swej pracy zawodowej zagadnieniami z zakresu inżynierii rolniczej, technologii żywności, inżynierii procesowej oraz dyscyplin pokrewnych.

Skrobia i jej pochodne

Tegge G.

Wydawnictwo: Oddział Małopolski PTTŻ, Kraków 2010, ISBN 978-83-929686-0-3, stron 286, cena 40 zł

Zamówienia: www.wtz.ar.krakow.pl/jednostki/PTTZ/index.html

Oddział Małopolski PTTŻ wydał tłumaczenie książki prof. dr Gunthera Tegge z Federalnego Instytutu Badawczego Przetwórstwa Zbóż i Ziemniaków w Detmold (Niemcy). Jest to zwięzłe opracowanie informujące o budowie, właściwościach, przetwórstwie oraz zastosowaniu skrobi różnego pochodzenia. Książka obejmuje 10 rozdziałów dotyczących historii produkcji, biosyntezy, występowania, budowy i struktury chemicznej. Szczegółowo omówiono zagadnienia technologii przemysłowej, aparatury, modyfikacji i wykorzystania w różnych gałęziach przemysłu tego odnawialnego surowca rolniczego. Książka może być przydatna dla pracowników nauki, przemysłu i studentów.

Surfaktanty – budowa, właściwości, zastosowania

Zieliński R.

Wydawnictwo: UE Poznań, 2009, ISBN 978-83-7417-380-3, stron 651, cena 76,95 zł.

Zamówienia: www.ksiegarnia-ue.pl

Surfaktanty, inaczej substancje powierzchniowo czynne, to związki chemiczne, które mają zdolność do obniżania napięcia powierzchniowego cieczy. Ułatwiają zwilżanie powierzchni ciał stałych przez te ciecze, a także umożliwiają zmieszanie dwóch cieczy, które naturalnie tworzą dwie niemieszalne fazy np. woda i olej. Surfaktanty mają wiele praktycznych zastosowań, m.in. stosowane są jako emulgatory w przemyśle spożywczym, detergenty, środki pianotwórcze, niektóre rodzaje antybiotyków i herbicydów. W książce oprócz omówienia budowy, właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych oraz licznych zastosowań różnych grup surfaktantów, w sposób szczególny podkreślono aspekty ekologiczne ich stosowania. Omówiono także zagadnienia stabilizacyjności hydrolitycznej i termicznej, metody oznaczania pozostałości tych substancji w środowisku naturalnym oraz procesy chemicznej i biologicznej ich degradacji. Przedstawiono liczne korelacje pomiędzy budową surfaktantów a ich właściwościami.

Ponadto omówiono wiele metod prognozowania właściwości użytkowych surfaktantów. Książka przeznaczona jest dla pracowników naukowych i studentów uczelni rolniczych, ekonomicznych i politechnik oraz praktyków gospodarczych.

Konsument na rynku nowej żywności. Wybrane uwarunkowania spożycia

Jeżewska-Zychowicz M., Babicz-Zielińska E., Laskowski W.

Wydawnictwo: SGGW, Warszawa 2009, ISBN 978-83-7583-147-4, stron 188, cena 30,40 zł.

Zamówienia: www.ksiegarnia-ue.pl

Zmiany w otoczeniu zewnętrznym zmuszają przedsiębiorstwa do wprowadzania innowacji, które mogą dotyczyć kilku obszarów działalności firmy. Stąd mówi się o innowacjach procesowych oraz organizacyjnych, a ponadto bardzo ważnych z punktu widzenia konsumentów – innowacjach produktowych i rynkowych. Innowacje produktowe rozumiane są jako wprowadzenie nowego produktu czy usługi lub znaczące ich ulepszenie w odniesieniu do cech lub przeznaczenia. Innowacje rynkowe (inaczej marketingowe) obejmują wprowadzenie nowych metod prowadzenia działań marketingowych, włączając w to znaczące zmiany w projekcie i opakowaniu produktu oraz jego pozycjonowaniu, sposobach promocji oraz sposobach ustalania cen. W innym ujęciu za innowację uznaje się wszelkie uznane przez człowieka za nowość zmiany w stosunku do stanu poprzedniego, dotyczące wartości i zjawisk kulturowych, poglądów i obyczajów, rozwiązań technicznych czy usprawnień organizacyjnych i społecznych. Myśląc o innowacyjności rynku żywności, konsument bierze przede wszystkim pod uwagę obecność na nim innowacji produktowych i rynkowych. Książka adresowana jest głównie do studentów i absolwentów wydziałów związanych z technologią i towaroznawstwem żywności, uniwersytetów/akademii rolniczych i ekonomicznych. Będzie ona również przydatna dla technologów, towaroznawców i producentów żywności.

Opracowała: *Anna Gręda*

RECENZJA

„SKROBIA I JEJ POCHODNE”

Nakładem Małopolskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności ukazała się, przetłumaczona z języka niemieckiego, książka Günthera Tegge „Skrobia i jej pochodne” (Kraków 2010).

W ostatnich dziesięcioleciach XX w. nastąpił wzrost zapotrzebowania na skrobię – odtwarzalny surowiec naturalny. Wynika to z coraz szerszego zastosowania skrobi we wszystkich dziedzinach życia gospodarczego. W ciągu 40 lat światowa produkcja (i wykorzystanie) skrobi zwiększyła się blisko 6-krotnie.

Wraz ze wzrostem zainteresowania wykorzystaniem i przetwórstwem skrobi wzrosła też liczba prac badawczych dotyczących tej problematyki. W szeregu czasopism naukowych, m.in. w „Starch”, „Carbohydrate Polymers”, „Carbohydrate Research”, „Cereal Chemistry” publikowane są wyniki bieżących badań dotyczących skrobi. Ponadto z okazji różnych konferencji naukowych na temat skrobi i innych węglowodanów, a także polimerów naturalnych wydawane są liczne materiały, w których zamieszczane są prace przedstawiające wyniki najnowszych badań na temat skrobi.

Powoduje to nagromadzenie się informacji naukowych i technicznych wzbogacających wiedzę o skrobi, równocześnie z powodu ich liczebności trudnych do opanowania i przyswojenia przez przeciętnego odbiorcę zainteresowanego tą tematyką. W związku z tym co pewien czas ukazują się syntetyczne, książkowe opracowania, przeważnie autorstwa wybitnych naukowców z tego zakresu. We wcześniejszym okresie były to książki O. Saare (1897), E. Parow (1908), wspólnie – J.A. Radley (1950, 1976), R.L. Whistler i E.F. Pascal (1967 i 1984), a także G. Tegge (1984, 1988 i 2004).

W Polsce jedyną wydaną książką na temat skrobi jest praca zbiorowa pod redakcją F. Nowotnego „Skrobia” (1969). Informacje na temat skrobi, ale tylko ziemniaczanej, znajdują się również w podręczniku „Technologia przetwórstwa ziemniaczanego”, pod redakcją F. Nowotnego, z 1972 r., a więc też blisko 40 lat temu. Od tego czasu dane dotyczące skrobi, oprócz wyników prac badawczych w czasopismach naukowych, ukazują się w Polsce jedynie sporadycznie w skryptach uczelnianych i w nielicznych pracach przeglądowych, przybliżających najnowsze zdobycze nauki w tej dziedzinie. Dlatego wyjątkowo cenne było przetłumaczenie na język polski i wydanie

podręcznika autorstwa G. Tegge. Ma ona stosunkowo niewielką objętość i jest napisana w sposób jasny i zrozumiały. Zaspokoi wszystkie potrzeby na wiedzę związaną z produkcją skrobi z różnych surowców i jej przetwarzaniem przy użyciu nowych metod.

Wydana w 2004 r. książka Güntera Tegge „Stärke und Stärkederivate” jest napisana zwięźle i zawiera najważniejsze informacje dotyczące budowy, właściwości i przetwarzania oraz zastosowania skrobi. Opracowana została na podstawie 517 publikacji dotyczących skrobi – zarówno prac źródłowych, jak i wcześniejszych podręczników. Literatura ta obejmuje okres od prac XIX-wiecznych do pozycji z 2002 r.

Polskie wydanie tej książki pod tytułem „Skrobia i jej pochodne”, o objętości 286 stron, obejmuje 10 rozdziałów, z których większość podzielona jest na szereg podrozdziałów. Taki system jest korzystny z punktu widzenia dydaktycznego, ułatwiając przyswajanie zawartego w książce materiału. Poszczególne rozdziały dotyczą szeregu zagadnień, począwszy od historii produkcji, przetwarzania i stosowania skrobi, poprzez jej biosyntezę, występowanie i strukturę chemiczną oraz budowę i właściwości gałączek, do jej otrzymywania z różnych surowców i przetwarzania.

W książce podane są informacje np. na temat biosyntezy dwóch frakcji skrobi – amylozy i amylopektyny przez różne enzymy syntazy (syntetazy) skrobiowe. Przedstawiono również koncepcje budowy gałączek skrobiowych składających się z warstw „blockletów” różnych rozmiarów. W rozdziale dotyczącym przemysłowej produkcji skrobi zawarto rozwiązania techniczne, stosowane przy otrzymywaniu skrobi z różnych surowców.

W części książki traktującej o przetwarzaniu i zastosowaniach skrobi, dużą uwagę poświęcono problematyce hydrolizy skrobi oraz zastosowaniu i dalszej przemianie produktów scukrzania skrobi. Jest to w pełni uzasadnione zarówno mnogością stosowanych procesów, jak i faktem zużytkowania ponad 2/3 skrobi w formie produktów jej hydrolizy. Rozdział dotyczący modyfikacji skrobi obejmuje zarówno wytwarzanie krochmalu modyfikowanych chemicznie, jak i skrobi modyfikowanych przy użyciu czynników fizycznych, w tym produkcję dekstryn metodą suchą (termolizy).

W rozdziale na temat wykorzystania skrobi przedstawiono zastosowanie skrobi we wszystkich niemal dziedzinach życia gospodarczego, z uwzględnieniem rozwiązań w zakresie wytwarzania m.in. superabsorbentów, żywic chemoutwardzalnych oraz tworzyw biodegradowalnych z udziałem skrobi i jej produktów.

Dwa ostatnie rozdziały poświęcono zagadnieniom analizy jakości skrobi i jej produktów, przepisom Unii Europejskiej w tym zakresie oraz wielkościom produkcji i zużytkowania do różnych celów skrobi z różnych surowców, głównie w krajach UE, do 2000 r.

Książka zaopatrzona jest w wykaz wykorzystanej literatury oraz w indeks rzeczowy.

Polska jest znaczącym producentem skrobi i jej przetworów. Możliwości produkcyjne otrzymywania skrobi ziemniaczanej przekraczają 220 tys. ton rocznie, ale obecnie UE przyznała Polsce limit 145 tys. ton. Poza skrobią ziemniaczaną produkowana jest w naszym kraju nielimitowana przez UE skrobia pszenna w ilości 180 tys. ton, przetwarzana na hydrolizaty. Podjęto też próby wytwarzania skrobi kukurydzianej. W wielu ośrodkach badawczych trwają badania nad nowymi zastosowaniami skrobi i jej przetworów do celów spożywczych i nieżywnościowych. Powoduje to wzrost zainteresowania problematyką skrobi. Upowszechnianiu wiedzy dotyczącej skrobi, zwłaszcza wśród kadry technicznej przemysłu skrobiowego, pracowników naukowych i studentów służyć będzie wydany w języku polskim podręcznik G. Teggego.

Wacław Leszczyński

TECHNOLOG ŻYWNOSCI

INFORMATOR POLSKIEGO TOWARZYSTWA TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Rok 20 Nr 3

czerwiec 2010

DZIAŁALNOŚĆ TOWARZYSTWA

Zarząd Główny

Sekcja Młodej Kadry Naukowej

W dniach 20 - 21 maja br. we Wrocławiu odbyła się XV Sesja Naukowa Młodej Kadry Naukowej PTTŻ pt.: „Jakość i prozdrowotne cechy żywności” zorganizowana przez Sekcję Młodej Kadry, Wydział Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu i Oddział Wrocławski PTTŻ.

Uczestnicy przedstawiali swoje prace w sekcjach: referatowej oraz posterowej.

Za prezentację referatów nagrodzeni zostali:

- pierwsze miejsce (ex aequo) – **Mirosława Teleszko**, UP Wrocław i **Tomasz Szablewski**, UP Poznań;
- wyróżnienia – **Katarzyna Neffe**, SGGW Warszawa i **Grzegorz Kielbowicz**, UP Wrocław.

Za prezentację posterów pierwsze miejsce przyznano **Dariuszowi Kowalczykowi**, UP Lublin, a wyróżnienie otrzymał **Krzysztof Durkalec-Michalski**, UP Poznań.

Sekcja Technologii Węglowodanów

W dniach 10 - 13.05. br. w Szlarskiej Porębie odbyła się VI Konferencja Naukowa z cyklu: „Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie. W tym roku temat konferencji był następujący: „Ziemniak jako czynnik środowiska rolniczego i surowiec żywnościowy”. Organizatorami konferencji byli: Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Sekcja Technologii Węglowodanów PTTŻ i Komitet Nauk o Żywności PAN.

Sekcja Technologii Mięsa

W dniach 23 - 24 VI. br. w Rosówku k. Poznania odbyła się Międzynarodowa Konferencja Naukowa z cyklu „Mięso w przetwórstwie i żywieniu człowieka” nt. „Uwarunkowania produkcji mięsa i przetworów mięsnych w świetle przesłań tradycji i współczesnych oczekiwań”. Organizatorami byli Instytut Technologii Mięsa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Oddział Wielkopolski PTTŻ i IUFoST.

WAŻNIEJSZE MIĘDZYNARODOWE I KRAJOWE
KONFERENCJE NAUKOWE W 2010 r.

Lipiec

- 1 - 2 **CZĘSTOCHOWA = II Ogólnopolska Konferencja Naukowa z cyklu „Turystyka – Żywnienie – Żywność nt.: „Gastronomia w ofercie turystycznej regionu”**
Organizatorzy: Wyższa Szkoła Hotelarstwa i Turystyki w Częstochowie, Zarząd Główny PTTŻ, Katedra Technologii Gastronomicznej i Higieny Żywności SGGW.
Kontakt: dr inż. Beata Mikuta
e-mai: konferencja@wshit.edu.pl

Sierpień

- 22 - 26 **CAPE TOWN, SOUTH AFRICA = The 15th IUFoST World Congress of Food Science and Technology, "Food Science Solutions in an Evolving World "**
Kontakt: www.iufost2010.org

Wrzesień

- 5 - 8 **VITORIA-GASTEIZ, SPAIN = Fourth European Conference on Sensory and Consumer Research: "A Sense of Quality"**
Organizator: University of Basque Country
Kontakt: e-mail: eurosense@elsevier.com
- 20 - 22 **POZNAŃ = ExTech 2010 – The 12th International Symposium on Advances in Extraction Technologies**
Organizator: Zakład Koncentratów Spożywczych UP w Poznaniu
Kontakt: tel: (61) 848 72 75 fax: (61) 848 73 14
e-mail: zks@up.poznan.pl
www.extech2010.org

CZŁONKOWIE WSPIERAJĄCY POLSKIEGO TOWARZYSTWA
TECHNOLOGÓW ŻYWNOSCI

Przy Zarządzie Głównym: **TCHIBO – WARSZAWA Sp. z o.o. Marki, RAISIO POLSKA FOODS Sp. z o.o. Karczew, FRITO – LAY POLAND Sp. z o.o. Grodzisk Mazowiecki, HORTIMEX Sp. z o.o. Konin.**

Przy Oddziale Łódzkim: **POLFARMEX S.A.**

Przy Oddziale Małopolskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO BIELMAR Sp. z o.o., Bielsko-Biała.**

Przy Oddziale Szczecińskim: **Hartim Szczecin.**

Przy Oddziale Warszawskim: **ZAKŁADY PRZEMYSŁU TŁUSZCZOWEGO S.A., WARSZAWA.**

Przy Oddziale Wielkopolskim: **PRZEDSIĘBIORSTWO PRZEMYSŁU FERMENTACYJNEGO „AKWAWIT” S.A., Leszno, HORTIMEX Sp. z o.o., Konin, SŁAWSKI ZAKŁAD PRZETWÓRSTWA MIĘSA I DROBIU s.c. „BALCERZAK I SPÓŁKA”, Wróblów k. Sławy, POZMET S.A., Poznań.**

Przy Oddziale Wrocławskim: **REGIS Wieliczka.**

Material zawarty w Nr 3 (70)/2010 Biuletynu podano według stanu informacji do 15 czerwca 2010 r. Materiały do Nr 4(71) /2010 prosimy nadsyłać do 1 sierpnia 2010 r. na adres Redakcji Czasopisma.

KOMUNIKAT

Informujemy P.T. Autorów, że aktualne *Informacje dla Autorów oraz wymagania redakcyjne* publikujemy na stronie **www.pttz.org**

**Adresy Zarządu Głównego, Oddziałów i Sekcji
Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności**

PREZES / ODDZIAŁ	ADRES
Prof. dr hab. Danuta Kołożyn-Krajewska Prezes PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 843 87 11 e-mail: danuta_kolozyn_krajewska@sggw.pl
Dr inż. Stanisław Kalisz Sekretarz PTTŻ	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: stanislaw_kalisz@sggw.pl
Dr hab. Maria Śmiechowska, prof. AM Oddział Gdański	AM, ul. Morska 81-87, 81-225 GDYNIA Tel.: 058 690 15 62; e-mail: smiemari@am.gdynia.pl
Dr inż. Joanna Stadnik Oddział Lubelski	UP, ul. Skromna 8, 20-704 LUBLIN Tel.: 081 462 33 41; e-mail: joanna.stadnik@up.lublin.pl
Prof. dr hab. Lucjan Krala Oddział Łódzki	PL, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 ŁÓDŹ Tel.: 042 631 34 54 (66); e-mail: lucjan.krala@p.lodz.pl
Dr hab. inż. Grażyna Jaworska, prof. UR Oddział Małopolski	UR, ul. Balicka 122, 30-149 KRAKÓW Tel. 012 662 47 54; e-mail: rrgjawor@cyf-kr.edu.pl
Dr hab. Katarzyna Majewska, prof. UWM Oddział Olsztyński	UWM, ul. Słoneczna 44A, 10-718 OLSZTYN Tel.: 089 523 41 70; e-mail: kasia@uwm.edu.pl
Dr inż. Arkadiusz Żych Oddział Szczeciński	ZUT, ul. Kazimierza Królewicza 3, 71-550 SZCZECIN Tel.: 091 449 66 00 wew. 6583; e-mail: arkadiusz.zych@zut.edu.pl
Dr inż. Dorota Nowak Oddział Warszawski	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 593 75 62; e-mail: dorota_nowak@sggw.pl
Dr hab. Grażyna Lewandowicz, prof. UP Oddział Wielkopolski	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 846 60 03, e-mail: prezes.ow.pttz@gmail.com
Dr hab. inż. Agnieszka Kita, prof. UP Oddział Wrocławski	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 50 38; e-mail: agnieszka.kita@wnoz.up.wroc.pl
SEKCJE	
Doc. dr hab. Renata Jędrzejczak Analizy i Oceny Żywności	IBPRS, ul. Rakowiecka 36, 02-532 WARSZAWA Tel. 022 849 02 24; 0606 38 76; Fax: 022 849 04 26
Dr Karol Krajewski Ekonomiczna	WSliZ, ul. Rakowiecka 32, 02-532 WARSZAWA Tel.: 022 646 20 60; e-mail: krajewski@wsiiz.pl
Prof. dr hab. Edward Pospiech Technologii Mięsa	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 60; e-mail: pospiech@up.poznan.pl
Prof. dr hab. Krzysztof Krygier Chemii i Technologii Tłuszczów	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA Tel.: 022 847 58 17; E-mail: krzysztof_krygier@sggw.pl
Prof. dr hab. Waław Leszczyński Technologii Węglowodanów	UP, ul. Norwida 25/27, 50-375 WROCŁAW Tel.: 071 320 52 21; Fax: 071 320 52 73
Prof. dr hab. Janusz Czapski Technologii Prod. Poch. Roślinnego	UP, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 POZNAŃ Tel.: 061 848 72 72; e-mail: czapski@up.poznan.pl
Dr inż. Katarzyna Marciniak-Łukasiak Młodej Kadry Naukowej	SGGW, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 WARSZAWA e-mail: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl

Contents

From the Editor	3
<i>Ewa Lange</i> : Oats products as functional food	7
<i>Alicja Kawka</i> : Present trends in bakery production - use of oats and barley as non-bread cereals	25
<i>Alicja Kawka, Danuta Górecka</i> : comparison of chemical composition of wheat-oat and wheat-barley bread with sourdoughs fermented by 'LV2' starter	44
<i>Marek Gibiński, Halina Gambuś, Karol Nowakowski, Barbara Mickowska, Dorota Pastuszka, Grażyna Augustyn, Renata Sabat</i> : Use of oat flour – by-product derived from manufacturing oat concentrate – in baking industry.....	56
<i>Wiktor Berski</i> : Selected physical-chemical properties of starches extracted from polish varieties of naked oats.....	76
<i>Ewa Piątkowska, Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska</i> : Basic chemical composition of selected cultivars of oats	88
<i>Ewa Piątkowska, Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska</i> : Antioxidant properties of selected cultivars of oats	100
<i>Daniela Dvončová, Michaela Havrlentová, Andrea Hlinková, Peter Hozlár</i> : Effect of fertilization and variety on the β -glucan content in the grain of oats.....	108
<i>Elżbieta Pisulewska, Robert Witkowicz, Agnieszka Kidacka</i> : Yield, yield components, and accuracy of grain in selected cultivars of oats.....	117
<i>Krzysztof Ukalski, Tadeusz Śmiałowski, Joanna Ukalska</i> : Yield and stability analysis of oat genotypes using graphical GGE method.....	127
<i>Kazimierz Klima, Teofil Łabza</i> : Yielding and economic efficiency of oats crops ultivated using pure and mixed sowing stands in organic and conventional farming systems	141
<i>Tadeusz Zajac, Andrzej Oleksy Grzegorz Pińczuk, Robert Witkowicz</i> : Comparison of yielding and morphological traits of husked oats grown in the district of sanok using pure sowing and mixed stands	148
<i>Danuta Buraczyńska</i> : Comparison of yielding and protein content in common oats/narrow-leaved lupine mixtures	160
<i>Renata Tobiasz-Salach, Dorota Bobrecka-Jamro, Jan Buczek, Ewa Szpunar-Krok</i> : Response of hulled and hull-less oats to the action of growth regulators.....	174
<i>Robert Witkowicz, Elżbieta Pisulewska</i> : Effect of mineral fertilization and plant growth regulators on photosynthetic active radiation transmission by naked oat canopy	182
<i>Kazimierz Noworolnik</i> : Yielding and grain quality of oat depending on soil moisture and nitrogen rate.....	190

<i>Danuta Leszczyńska, Kazimierz Noworolnik</i> : Effect of nitrogen fertilization and sowing rates on yield of naked oats	197
<i>Alicja Sulek</i> : Comparison of productivity and canopy architecture of brown-husked 'gniady' oat cultivar depending on selected soil complex	205
<i>Grażyna Morkis</i> : Food problems in Polish and EU legislation.....	216
<i>Henryk Kostyra, Elżbieta Kostyra, Anna Wociór</i> : Food Science Lexicon	219
<i>Anna Gręda</i> : Book reviews	221
<i>Wacław Leszczyński</i> : Book review: „Skrobia i jej pochodne”	224
The Food Technologist	227