

ZNACZENIE BŁONNIKA POKARMOWEGO W DIECIE ORAZ JEGO ZAWARTOŚĆ W ZIARNIE JĘCZMIENIA JAREGO W ZALEŻNOŚCI OD ODMIAN I GĘSTOŚCI SIEWU

KAZIMIERZ NOWOROLNIK¹, ANNA WIRKLIJOWSKA², ZBIGNIEW RZEDZICKI²

¹*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach*

²*Katedra Inżynierii i Technologii Zbóż, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

knoworolnik@iung.pulawy.pl

Synopsis. W latach 2008–2010 przeprowadzono doświadczenia mikropoletkowe z jęczmieniem jarym na polu doświadczalnym IUNG-PIB w Puławach, w których uwzględniono 3 gęstości siewu: 250, 350 i 450 ziaren·m². Badano odmiany: Rubinek, Rufus i Skarb. Celem badań było porównanie reakcji nowych odmian jęczmienia jarego pod względem wielkości i struktury plonu ziarna, zawartości białka w ziarnie oraz zawartości błonnika pokarmowego w ziarnie na wzrastającą gęstość siewu. Badane odmiany jęczmienia jarego różniły się cechami struktury plonu ziarna. Największą liczbą kłosów na jednostce powierzchni wyróżniała się odmiana Rufus, a najmniejszą odmiana Skarb. Największą liczbą ziaren w kłosie i najmniejszą masą 1000 ziaren odznaczała się odmiana Rufus, a ponadto wykazała ona tendencję do wyższego plonu ziarna od innych odmian. Silniejszą dodatnią reakcją na wzrastającą gęstość siewu pod względem plonu wykazała odmiana Skarb. Odmiana Rufus charakteryzowała się wyższą zawartością w ziarnie błonnika pokarmowego całkowitego i błonnika nierozpuszczalnego oraz wyższą zawartością (1-3)(1-4)-β-D-glukanów od innych odmian. Odmiana Rubinek wykazała wyższą od odmiany Rufus zawartość białka w ziarnie. Nie stwierdzono istotnego wpływu gęstości siewu na skład chemiczny ziarna odmian jęczmienia jarego, w tym na zawartość błonnika pokarmowego

Słowa kluczowe: *key words:* jęczmień jary – *spring barley*, błonnik pokarmowy – *dietary fibre*, gęstość siewu – *sowing rate*, plon ziarna – *grain yield*, zawartość białka – *protein content*, elementy plonowania – *yield components*

WSTĘP

W literaturze naukowej i popularnej spotykamy się z coraz wyraźniejszym propagowaniem zasad zdrowego odżywiania się. W diecie mieszkańców krajów wysokorozwiniętych Europy i Ameryki Północnej nadal przeważa spożywanie żywności wysoko oczyszczonej (białe pieczywo, makarony i wyroby cukiernicze produkowane z mąki o niskiej popiołowości i o niskiej zawartości błonnika pokarmowego). Wzrost zamożności społeczeństw, dostatek żywności, moda na spożywanie produktów mięsnych i cukierniczych, mechanizacja procesów produkcji, niska aktywność fizyczna ludzi doprowadziły do pandemii chorób cywilizacyjnych. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) [2012] głównymi przyczynami zgonów mieszkańców Unii Europejskiej są właśnie choroby cywilizacyjne – choroby układu krążenia, otyłość, choroby nowotworowe, cukrzyca typu II. Pandemia tych chorób powodowana jest spożywaniem żywności wysoko przetworzonej, źle zbilansowaną dietą oraz brakiem aktywności fizycznej.

Od wielu lat badania naukowe jednoznacznie wskazują na konieczność weryfikacji sposobu odżywiania się. Na szczególną uwagę i szeroką rekomendację zasługują prace Harvard University i rekomendowana przez ten ośrodek piramida żywienia [Willett 2001]. Podstawę piramidy

stanowi przesłanie „*Be active daily and weight control*”. Na drugim poziomie przedkłada się produkty zbożowe pełnoziarnowe nisko przetworzone (kasze, płatki typu „*hot meals*”, pieczywo pełnoziarnowe). Poziom kolejny tworzą owoce i warzywa, warstwa kolejna to orzechy i nasiona roślin strączkowych. Nabiał i produkty z mięsa białego ułożono na przedostatnim poziomie. Czerwone mięso, wysoko przetworzone produkty zbożowe (białe pieczywo, biały ryż, białe makarony, płatki typu „*ready to eat*”), i słodczyce ułożono na szczycie piramidy z zaleceniem spożywania okazjonalnego. Rzeczywista struktura spożycia w krajach wysoko rozwiniętych jest daleka od zalecanej, przyjmując często wymiar piramidy odwróconej, gdzie tłuszcze i słodczyce stanowią główne źródło energii.

Szczególną rolę przywiązuje się do spożywania błonnika pokarmowego. Dorosłym zdrowym konsumentom zaleca się spożywanie do 40 g błonnika dziennie [De Vries 2010, James i in. 2003], w tym co najmniej 30% powinien stanowić błonnik rozpuszczalny. Badania dowodzą jednak, że rzeczywiste spożycie w tej grupie wiekowej jest zdecydowanie niższe i wynosi około 15 g·dzień⁻¹.

Wiele badań naukowych wskazuje na pozytywny wpływ natywnego błonnika pokarmowego w profilaktyce chorób cywilizacyjnych [Behall i Hallfrish 2006, Behall i in. 2004, Bird i in. 2004, Talati i in. 2009]. Zbożowe produkty wysokobłonnikowe o wysokiej zawartości frakcji rozpuszczalnej stały się więc bardzo polecanym i pożądanym składnikiem żywności. Mogą one być pozyskiwane tylko z surowców o wysokiej zawartości błonnika pokarmowego jak np. owies czy jęczmień [Muir i in. 2004, Rzedzicki i Wirkijowska 2008]. Funkcjonalne właściwości produktów jęczmiennych wynikają głównie z ilości i jakości zawartego w ziarnie błonnika pokarmowego.

Oddziaływanie fizjologiczne błonnika pokarmowego można rozpatrywać dwukierunkowo w odniesieniu do frakcji rozpuszczalnej (SDF) i nierozpuszczalnej (IDF). Właściwe zachowanie proporcji IDF i SDF w pożywieniu gwarantuje skojarzone działanie obu frakcji i gwarantuje kompleksową profilaktykę i działanie prozdrowotne. Nierozpuszczalna frakcja błonnika (IDF) chroni organizm człowieka przede wszystkim przed zaburzeniami układu gastrycznego. Frakcja ta zachowuje swoją strukturę w okrężnicy, zwiększa masę kału, wpływa na perystaltykę jelit, zapobiegając zaparciom [Papanicolau i Fulgoni 2010, Rzedzicki i in. 2008]. Przyspieszona perystaltyka eliminuje możliwości zalegania mas kałowych. Rolę szczególną pełnią właściwości sorpcyjne natywnej frakcji błonnika IDF.

Rozpuszczalna frakcja błonnika (SDF) kształtuje właściwości dyfuzyjne środowiska jelita cienkiego. Spowalnia ona dyfuzję i proces wchłaniania cholesterolu oraz glukozy; obniża więc poposiłkowe stężenie glukozy we krwi oraz poziom cholesterolu w surowicy krwi, szczególnie frakcji LDL [Brennan 2005, Östman i in. 2006]. Badania wykazały zdolność błonnika rozpuszczalnego, pochodzącego z jęczmienia, bogatego w (1,3)(1,4)- β -D glukany, do obniżania poziomu cholesterolu całkowitego, cholesterolu LDL i wzrostu stosunku HDL:LDL [Mc Intosh i in. 1991]. Wykazano także, że zwiększenie spożycia jęczmiennych (1,3)(1,4)- β -D glukanów o 3–8 g dziennie redukuje poziom cholesterolu o ok. 7–10% [Behall i in. 2004].

Powyższe przesłanki wskazują na potrzebę podjęcia badań naukowych nad jakością ziarna zbóż przeznaczonych na cele spożywcze, w szczególności stosowanego do produkcji żywności o cechach funkcjonalnych. Dotyczy to szczególnie doboru odmian jęczmienia pod względem zawartości białka, zawartości błonnika pokarmowego, jego składu frakcyjnego oraz zawartości (1,3)(1,4)- β -D glukanów. Należy także wykazać możliwości modyfikowania funkcjonalnych cech jakościowych ziarna poprzez zmianę ważniejszych czynników agrotechnicznych i czynników genetycznych.

Jednym z głównych czynników agrotechnicznych determinujących poziom plonu ziarna jęczmienia jest gęstość siewu, która współdziała z właściwościami odmian i innymi czynnikami agrotechnicznymi [Noworolnik 2003]. Wiąże się to z różnicami w zakresie niektórych

cech morfologiczno-fizjologicznych odmian (zdolność roślin do krzewienia się, wymagania świetlne, sztywność i elastyczność źdźbeł). Duża liczba wprowadzonych w ostatnim okresie do praktyki nowych odmian jęczmienia jarego uzasadnia celowość systematycznego badania ich wymagań odnośnie gęstości siewu.

W hipotezie badawczej zakładano istotny i niejednakowy wpływ gęstości siewu na plonowanie oraz cechy struktury plonu różnych odmian, a mniejszy jej wpływ na zawartość białka i błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia jarego. Poszczególne odmiany mogą różnić się pod względem struktury plonu ziarna, zawartości białka w ziarnie oraz zawartości błonnika pokarmowego w ziarnie, niezależnie od gęstości siewu.

Celem badań było porównanie reakcji nowych odmian jęczmienia jarego pod względem wielkości i struktury plonu ziarna, zawartości białka w ziarnie oraz zawartości błonnika pokarmowego w ziarnie na wzrastającą gęstość siewu.

MATERIAŁ I METODY

W latach 2008–2010 przeprowadzono doświadczenia mikropoletkowe (powierzchnia poletka – 1 m²) z jęczmieniem jarym na polu doświadczalnym IUNG-PIB w Puławach. Czynnikiem doświadczenia były odmiany: Rubinek, Rufus i Skarb oraz 3 gęstości siewu: 250, 350 i 450 ziaren·m⁻². Doświadczenia zakładano na glebie kompleksu pszennego dobrego (piasek gliniasty mocny zalegający na glinie lekkiej), w stanowisku po gorczycy, metodą podbłoków losowanych, w 4 powtórzeniach, w terminie 2–12 kwietnia. Zasobność gleby w fosfor, potas i magnez była wysoka. Stosowano nawożenie: 60 kg N, 22 kg P i 58 kg K·ha⁻¹. Jęczmień wysiewano ręcznie w ilości większej od normy wysiewu, a po wschodach wykonano przerywkę w celu uzyskania odpowiedniej obsady roślin (wg schematu). Rośliny w czasie wegetacji zabezpieczono mechanicznie przed wyleganiem, ręcznie usuwano chwasty, a choroby i szkodniki zwalczano za pomocą chemicznych środków ochrony roślin (Artea 330 EC, Fastac 100 EC).

Po zbiorze jęczmienia określono plon ziarna oraz cechy jego struktury. Określono także skład chemiczny badanych odmian poprzez wyznaczenie zawartości surowego (AACC, Method 08-01), białka surowego (w aparacie Kieltec, Method AACC 46-08), błonnika pokarmowego całkowitego (TDF) oraz jego frakcji rozpuszczalnej (SDF) i nierozpuszczalnej (IDF). Oznaczano także zawartości (1,3)(1,4)-β-D glukanów (AOAC, Method 991.43; AACC, Method 32-07; AACC, Method 32-21; AOAC, Method 985.29; AACC, Method 32-05, AACC 32-23, AOAC 995.16) [AACC 2000]. Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji, oceniając różnice przy pomocy testu Tukeya.

Warunki pogodowe w okresie kwiecień – lipiec w latach badań nie odbiegały wyraźnie od średnich wieloletnich ilości opadów i temperatury. W przypadku zbyt małej ilości opadów stosowano podlewanie poletek wodą. Przeważnie mniejsza od średniej wieloletniej temperatura w danym miesiącu łączyła się z większą temperaturą w następnym miesiącu i odwrotnie. Dlatego różnice plonu jęczmienia między latami były niewielkie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane odmiany jęczmienia jarego różniły się istotnie wartościami cech struktury plonu ziarna, ale zróżnicowanie plonu ziarna pomiędzy nimi było nieistotne (tab. 1). Największą liczbą kłosów na jednostce powierzchni wyróżniała się odmiana Rufus, a najmniejszą odmiana Skarb. Największą liczbą ziaren w kłosie i najmniejszą masą 1000 ziaren odznaczała się odmiana Rufus, a ponadto wykazała ona tendencję do wyższego plonu ziarna.

Tabela 1. Wielkość i struktura plonu ziarna jęczmienia jarego w zależności od odmian i gęstości siewu (średnio 2008–2010)

Table 1. Grain yield and yield components of spring barley depending on cultivars and sowing rate (mean 2008–2010)

Odmiana i gęstość siewu <i>Cultivar and sowing rate</i>	Plon ziarna <i>Grain yield</i> (g·m ⁻²)	Liczba kłosów na 1 m ² <i>Ear number per m²</i>	Liczba ziaren w kłosie <i>Grain number per ear</i>	Masa 1000 ziaren <i>1000 grain weight</i> (g)
<i>Odmiana – Cultivar</i>				
Rubinek	816 a*	934 b	18,2 b	48,7 a
Rufus	831 a	977 a	20,2 a	42,3 b
Skarb	810 a	891 c	18,7 b	48,8 a
<i>Gęstość siewu – Sowing rate</i>				
250	742 b	772 c	20,4 a	47,2 a
350	841 a	946 b	19,1 b	46,5 a
450	875 a	1085 a	17,6 c	46,1 a

* – Wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie – *Values in the same column followed by different letters are significantly different*

Wzrastająca gęstość siewu do 450 ziaren·m⁻² powodowała istotne zwiększenie plonu ziarna i liczby kłosów na m², a zmniejszenie liczby ziaren w kłosie jęczmienia jarego (średnio z odmian). Stwierdzono istotne zwiększenie plonu ziarna jęczmienia na średniej gęstości siewu i tendencję do jeszcze wyższego plonu ziarna na dużej gęstości siewu. Nie stwierdzono wpływu gęstości siewu na masę 1000 ziaren jęczmienia.

Reakcja odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu była niejednakowa pod względem plonowania. Odmiana Skarb wykazała większe procentowo zwwyżki plonu ziarna i liczby kłosów na m² od innych odmian pod wpływem zwiększenia gęstości siewu (tab. 2). Silniejszą dodatnią reakcją na wzrastającą gęstość siewu wykazała więc odmiana charakteryzująca się słabszym rozkrzewieniem produkcyjnym.

W literaturze naukowej jest niewiele informacji na temat porównania reakcji nowych odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. Dotyczą one głównie wyników doświadczeń mikropoletkowych permanentnie prowadzonych w IUNG-PIB w Puławach [Noworolnik 2003, 2008, Noworolnik i Leszczyńska 2000, 2004b] ze starszymi odmianami niż odmiany badane w niniejszej pracy. Zauważono, że odmiany słabiej krzewiące się, wykazują większe zwwyżki plonu ziarna przy dużej gęstości siewu. Odmiany silniej krzewiące się, wykazują przy dużej gęstości siewu większe wypadanie roślin. Duża zwwyżka liczby kłosów na jednostce powierzchni niektórych odmian pod wpływem zagęszczania wysiewu wywołuje na ogół większy spadek masy ziarna z kłosa i liczby ziaren w kłosie. Niejednakową reakcją odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu z uwagi na różne właściwości odmian wykazano także w doświadczeniach polowych [Noworolnik 2003, 2007, Noworolnik i Leszczyńska 2004a].

Zawartość błonnika całkowitego (TDF) i jego składowych (IDF i SDF) zależała od odmian jęczmienia (tab. 3). Istotnie wyższą zawartością błonnika całkowitego (TDF) i frakcji nierozpuszczalnej błonnika (IDF), a także zawartością (1,3)(1,4)-β-D glukanów wyróżniała się od-

Tabela 2. Plon ziarna i liczba kłosów na 1 m² odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu
 Table 2. Grain yield and ear number per m² of spring barley cultivars in depending on sowing rate

Gęstość siewu (nasion·m ⁻²) Sowing rate (seed per m ²)	Odmiana – Cultivar		
	Rubinek	Rufus	Skarb
Plon ziarna w g·m ⁻² (%) – Grain yield in g·m ⁻² (%)			
250	785 (100)	785 (100)	678 (100)
350	821 (105)	821 (105)	856 (126)
450	842 (107)	842 (107)	897 (132)
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	67		
Liczba kłosów na 1 m ² (%) – Ear number per m ² (%)			
250	786 (100)	825 (100)	704 (100)
350	937 (119)	989 (120)	912 (130)
450	1080 (137)	1116 (135)	1057 (151)
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	82		

Tabela 3. Zawartość błonnika pokarmowego całkowitego (TDF), rozpuszczalnego (SDF) i nierozpuszczalnego (IDF) oraz zawartość beta-glukanów, popiołu i białka ogólnego w ziarnie w zależności od odmian i gęstości siewu (% s.m.)

Table 3. The content of total dietary fibre (TDF), soluble (SDF) and insoluble dietary fibre (IDF) and beta-glucan content, ash and crude protein in grain depending on cultivars and sowing rate (% DM)

Odmiana i gęstość siewu Cultivar and sowing rate	TDF	SDF	IDF	Beta-glukany Beta-glucans	Popiół Ash	Białko Protein
Odmiana – Cultivar						
Rubinek	23,3 b*	5,6 a	17,8 b	3,97ab	2,19 a	12,5 a
Rufus	26,0 a	5,5 a	20,5 a	4,09 a	2,18a	11,6 b
Skarb	24,2 b	5,9 a	18,2 b	3,87 b	2,23a	12,0 ab
Gęstość siewu (nasion·m ⁻²) – Sowing rate (seed per m ²)						
250	24,9 a	5,7 a	19,1 a	3,92 a	2,20 a	11,9 a
450	24,5 a	5,8 a	18,8 a	4,03 a	2,19 a	12,2 a

* – Wyniki w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie – Values in the same column followed by different letters are significantly different

miana Rufus. Odmiany nie różniły się pod względem zawartości frakcji błonnika SDF i zawartości popiołu. Wysoka zawartość błonnika całkowitego (TDF) i frakcji nierozpuszczalnej (IDF) odmiany Rufus koresponduje z dużą liczbą ziaren w kłosie tej odmiany oraz niską wartością MTZ. Odmiana Rufus wykazała jednak niższą zawartość białka w ziarnie od odmiany Rubinek.

Uzyskany w naszych badaniach zakres wartości wyżej wymienionych cech był zbliżony do danych literaturowych [Kawka i in. 1999].

Bardzo ważnym kryterium funkcjonalności ziarna jęczmienia spożywczego jest udział procentowy błonnika SDF w błonniku całkowitym TDF. Badane odmiany jęczmienia jarego charakteryzowały się stosunkowo wysoką, jak na jęczmień oplewiony, wartością tego wskaźnika. Udział SDF w TDF wynosił od 21% w odmianie Rufus do 24,5% w odmianie Skarb. Są to wartości porównywalne do wyników odnotowanych przez innych badaczy [Bhatty 1995, Kawka i in. 1999].

Najważniejszym funkcjonalnym wyróżnikiem jakościowym ziarna jęczmienia do produkcji żywności jest zawartość cennych prebiotyków czyli (1,3)(1,4)- β -D glukanów. W porównaniu z innymi zbożami jęczmień wykazuje niezwykle korzystne parametry pod względem ich zawartości. Zawartość β -glukanów w jęczmieniu jest porównywalna do owsa [Andersson i in. 1999, Yalcin i in. 2007]. Andersson i in. [2008] odnotowali zawartość (1-3)(1-4)- β -D-glukanów w jęczmieniu oplewionym od 3,7 do 5,4% s.m. W badaniach własnych zawartość tych prebiotyków wynosiła od 3,87% dla odmiany Skarb do 4,08 % dla odmiany Rufus.

Nie stwierdzono istotnego wpływu gęstości siewu na skład chemiczny ziarna odmian jęczmienia jarego, w tym na zawartość błonnika pokarmowego. W innych pracach są jedynie doniesienia o wpływie gęstości siewu na zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego [Noworolnik 2003, 2007, 2008, Noworolnik i Leszczyńska 2004a, 2004b]. Wartości tej cechy u większości odmian nie zmieniały się istotnie pod wpływem gęstości siewu. Jedynie odmiany reagujące znaczną niższą masą 1000 ziaren przy dużej gęstości siewu wykazywały wówczas wzrost zawartości białka w ziarnie.

Spośród badanych odmian, wzrostem zawartości (1,3)(1,4)- β -D glukanów pod wpływem najwyższej gęstości siewu odznaczała się tylko odmiana Rufus (tab. 4).

Tabela 4. Zawartość beta-glukanów w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od odmiany i gęstości siewu

Table 4. The content of beta-glucan in grain of spring barley depending on cultivars and sowing rate

Gęstość siewu (nasion·m ⁻²) Sowing rate (seed per m ²)	Rubinek	Rufus	Skarb
250	3,94 a*	3,92 b	3,91 a
450	3,98 a	4,25 a	3,82 a

* – Wyniki w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie – Values in the same column followed by different letters are significantly different

WNIOSKI

1. Badane odmiany jęczmienia jarego różniły się elementami plonowania. Największą liczbą kłosów na jednostce powierzchni wyróżniała się odmiana Rufus, a najmniejszą odmiana Skarb. Największą liczbą ziaren w kłosie i najmniejszą masą 1000 ziaren odznaczała się odmiana Rufus, a ponadto wykazała ona tendencję do wyższego plonu ziarna od innych odmian.

2. Wzrastająca gęstość siewu wpływała na zwiększenie liczby kłosów na jednostce powierzchni i plonu ziarna odmian jęczmienia jarego, a ponadto na zmniejszenie liczby ziaren w kłosie. Silniejszą dodatnią reakcją na wzrastającą gęstość siewu pod względem plonu i liczby kłosów na jednostce powierzchni wykazała odmiana Skarb.
3. Odmiana Rufus charakteryzowała się wyższą zawartością w ziarnie błonnika pokarmowego całkowitego i błonnika nierozpuszczalnego oraz wyższą zawartością (1-3)(1-4)- β -D-glukanów od innych odmian. Odmiana Rubinek wykazała wyższą od odmiany Rufus zawartość białka w ziarnie.
4. Nie stwierdzono istotnego wpływu gęstości siewu na skład chemiczny ziarna odmian jęczmienia jarego, w tym na zawartość błonnika pokarmowego

PIŚMIENNICTWO

- AACC 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA.
- Andersson A.A.M., Elfverson C., Andersson R., Regnér S., Åman P. 1999. Chemical and physical characteristics of different barley samples. *J. Sci. Food Agric.* 79: 979–986.
- Andersson A.A.M., Lampi A.M., Nyström L., Piironen V., Li L., Ward J.L., Gebruers K., Courtin C.M., Delcour J.A., Boros D., Fraš A., Dynkowska W., Rakszegi M., Bedő Z., Sherry P.R., Åman P. 2008. Phytochemical and dietary fiber components in barley varieties in the healthgrain diversity screen. *J. Agric. Food Chem.* 56: 9767–9796.
- Behall K.M., Hallfrisch J.G. 2006. Effects of barley consumption on CVD risk factors. *Cereal Foods World* 51: 12–15.
- Behall K.M., Schofield D.J., Hallfrisch J.G. 2004. Diets containing barley significantly reduce lipids in mildly hypercholesterolemic men and women. *J. Clin. Nutr.* 80: 1185–1193.
- Bhatty R.S. 1995. Hull-less barley bran: a potential new product from an old grain. *Cereal Foods World* 40: 819–824.
- Bird A.R., Jackson M., King R.A., Davies D.A., Usher S., Topping D.L. 2004. A novel high-amylose barley cultivar (*Hordeum vulgare* var. *Himalaya 292*) lowers plasma cholesterol and alters indices of large-bowel fermentation in pigs. *Brit. J. Nutr.* 92: 607–615.
- Brennan C.S. 2005. Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. *Mol. Nutr. Food Res.* 49: 560–570.
- De Vries J.W. 2010. Validating official methodology commensurate with dietary fibre research and definitions. In: *Dietary fibre new frontiers for food and health*. Kamp J.W., Jones J., McCleary B., Topping D. (ed.): 43–44.
- James S.L., Muir J.G., Curtis S.L., Gibson P.R. 2003. Dietary fibre: a roughage guide. *Inter. Med. J.* 33: 291–296.
- Kawka A., Anioła J., Chalcarz A., Kołodziejczyk P., Gąsiorowski P. 1999. Ocena składu chemicznego ziarna wybranych odmian jęczmienia. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 3(20): 72–80.
- McIntosh G.H., Whyte J., McArthur R., Nestel P.J. 1991. Barley and wheat foods: Influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. *Am. J. Clin. Nutr.* 53: 1205.
- Muir J.G., Yeow E.G.W., Keogh J., Pizzey C., Bird A.R., Sharpe K., O’Dea K., Macrae F.A. 2004. Combining wheat bran with resistant starch has more beneficial effects on fecal indexes than does wheat bran alone. *Am. J. Clin. Nutr.* 79: 1020–1028.
- Noworolnik K. 2003. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na plonowanie jęczmienia jarego w różnych warunkach siedliska. *Wyd. IUNG Puławy. Monogr. Rozpr. Nauk.* 8: ss. 66.
- Noworolnik K. 2007. Plon ziarna i białka odmian jęczmienia jarego w zależności od gęstości siewu. *Acta Agrophys.* 10(3): 617–623.
- Noworolnik K. 2008. Plonowanie i zawartość białka w ziarnie browarnych odmian jęczmienia w zależności od gęstości siewu. *Fragm. Agron.* 25(1): 278–287.

- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2000. Reakcja nowych odmian jęczmienia jarego na gęstość siewu. *Biul. IHAR* 214: 159–162.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2004a. Plon ziarna i białka jęczmienia nagoziarnistego i oplewionego w różnych warunkach siedliska w zależności od gęstości siewu. *Pam. Puł.* 138: 117–123.
- Noworolnik K., Leszczyńska D. 2004b. Wpływ gęstości i terminu siewu na wielkość i strukturę plonu ziarna odmian jęczmienia jarego. *Biul. IHAR* 231: 357–363.
- Östman E., Rossi E., Larsson H., Brighenti F., Björck I. 2006. Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1-3)(1-4)- β -glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzyme digests. *J. Cereal Sci.* 43: 230–235.
- Papanicolau Y., Fulgoni V.L. 2010. The effect of wheat bran on various measures of bowel function and regularity. In: *Dietary fibre new frontiers for food and health*. Kamp J.W., Jones J., McCleary B., Topping D. (ed.): 261–281.
- Rzedzicki Z., Sykut E., Wirkijowska A., Nita Z. 2008. Błonnik pokarmowy najważniejszym wyróżnikiem jakości zbóż spożywczych. *Fragm. Agron.* 25(1): 357–371.
- Rzedzicki Z., Wirkijowska A. 2008. Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 1(56): 52–64.
- Światowa Organizacja Zdrowia WHO (<http://www.who.int>)
- Talati R., Baker W.L., Pabilonia M.S., White C.M., Coleman C.I. 2009. The effects of barley- derived soluble fiber on serum lipids. *Ann. Fam. Med.* 7: 157–163.
- Willet W.C. 2001. *Eat, Drink and be Healthy*. Free Press, New York.
- Yalçın E., Çelik S., Akar T., Sayim I., Köksel H. 2007. Effects of genotype and environment on β -glucan and dietary fiber contents of hull-less barleys grown in Turkey. *Food Chem.* 101: 171–176.

K. NOWOROLNIK, A. WIRKIJOWSKA, Z. RZEDZICKI

IMPORTANCE OF DIETARY FIBRE IN DIET AND ITS CONTENT IN GRAIN OF SPRING BARLEY DEPENDING ON CULTIVARS AND SOWING RATE

Summary

In the years 2008–2010, microplot experiments on spring barley were carried out in Puławy. The following cultivars were compared: ‘Rubinek’, ‘Rufus’ and ‘Skarb’, in terms of their response to 3 sowing rate: 250, 350 and 450 seed per m^2 . Studied spring barley cultivars varied by grain yield structure traits and response to sowing rate. ‘Rufus’ cultivar had the greater number of spikes per m^2 and greater number of grain per ear compared to ‘Rubinek’ and ‘Skarb’ cultivars. All the cultivars responded with increase of grain yield to increase of sowing rate up 450 seed per m^2 . The highest effects were recorded for the ‘Skarb’ cultivar. Cultivar ‘Rufus’ was characterized by higher total dietary fibre, higher insoluble dietary fibre and higher (1-3) (1-4)- β -D-glucan contents in grains than other cultivars. Cultivar ‘Rubinek’ was characterized by higher protein content in grain. Chemical composition of grain of studied spring barley cultivars was not dependent on the sowing rate.