

OCENA WPŁYWU RÓŻNYCH POZIOMÓW AGROTECHNIKI  
NA ZAWARTOŚĆ BŁONNIKA I  $\beta$ -GLUKANÓW W ZIARNIE  
WYBRANYCH ODMIAN JĘCZMIENIA JAREGO

*Ewa Cieślik<sup>1</sup>, Elżbieta Pisulewska<sup>2</sup>, Agnieszka Kidacka<sup>3</sup>, Robert Witkowicz<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydział Technologii Żywności,  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie  
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków  
e-mail: rrciesli@cyf-kr.edu.pl

<sup>2</sup>Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny,  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie  
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

<sup>3</sup>Małopolska Hodowla Roślin HBP Sp. Z o. o.  
ul. Zbożowa 4, 30-002 Kraków

**Streszczenie.** Celem pracy była ocena wpływu dwóch stosowanych w doświadczeniach poziomów agrotechniki, w tym nawożenia azotem, na zawartość błonnika pokarmowego i  $\beta$ -glukanów w ziarnie wybranych odmian jęczmienia. Materiał badawczy stanowiło ziarno 10 odmian jęczmienia jarego: 3 odmiany browarne (Blask, Marthe, Stratus) oraz 7 odmian przeznaczonych dla przemysłu spożywczego lub paszowego (Antek, Atico, KWS Olof, Nagradowicki, Rubinek, Skarb, Suweren). Dwuczynnikowe doświadczenie polowe (split-plot) przeprowadzono w latach 2010-2011 w Zakładzie Hodowlano-Produkcyjnym Małopolskiej Hodowli Roślin w Polanowicach koło Krakowa. Pierwszy czynnik badawczy stanowiły odmiany a drugim były 2 poziomy agrotechniki: A1 (NPK 10/20/50 kg·ha<sup>-1</sup>) i A2 (dodatkowe nawożenie N w ilości 20 kg·ha<sup>-1</sup> oraz fungicydy Amistar 250 EC+ Tilt Turbo stosowane w fazie strzelania w źdźbło w dawkach odpowiednio 0,6+0,6 l·ha<sup>-1</sup> w fazie kłoszenia, a także regulator wzrostu Cerone 280 SL w dawce 0,75 l·ha<sup>-1</sup> zastosowany pod koniec fazy strzelania w źdźbło). Porównywane odmiany jęczmienia jarego różniły się istotnie zarówno zawartością w ziarnie błonnika pokarmowego, jak i  $\beta$ -glukanów. Odmiany browarne charakteryzowały się niższym średnim poziomem błonnika oraz  $\beta$ -glukanów niż odmiany jęczmienia przeznaczonego dla przemysłu spożywczego lub paszowego. Najniższą średnią zawartość błonnika pokarmowego stwierdzono w ziarnie jęczmienia odmiany browarnej Marthe. Wykazano istotną korelację pomiędzy zawartością błonnika pokarmowego a poziomem  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia jarego. Nie potwierdzono zróżnicowania zawartości błonnika pokarmowego w jęczmieniu w zależności od stosowanych poziomów agrotechniki. Stwierdzono natomiast istotny wpływ technologii uprawy na zawartość  $\beta$ -glukanów.

**Słowa kluczowe:** błonnik,  $\beta$ -glukany, jęczmień jary, nawożenie azotem

## WSTĘP

Zboża niechlebowe, w szczególności jęczmień (*Hordeum vulgare*), są zaliczane do surowców o właściwościach funkcjonalnych. Zboża te, o odmiennym składzie chemicznym, zawierają składniki odżywcze, które decydują zarówno o ich przydatności w żywieniu człowieka, jak również w przemysłowej produkcji wzbogacanej żywności.

Ziarno jęczmienia charakteryzuje się niższą zawartością sacharydów w porównaniu z pszenicą, w szczególności skrobi oraz wyższym poziomem polisacharydów nieskrobiowych, stanowiących istotną rozpuszczalną frakcję błonnika pokarmowego. Poszczególne składniki błonnika pokarmowego, w tym  $\beta$ -glukany, są nierównomiernie rozłożone w częściach anatomicznych ziarna zbóż, natomiast w ziarnie jęczmienia substancje te są rozmieszczone znacznie bardziej równomiernie w całym ziarnie.  $\beta$ -glukany są głównymi składnikami ścian komórkowych, warstwy aleuronowej i bielma ziarna roślin zbożowych (Michniewicz i Gąsiorowski 1994).

Obecność polisacharydów typu  $\beta$ -glukanów, pentozanów i fruktanów nadaje ziarnu jęczmienia wyjątkową wartość fizjologiczno-żywnościową. Pod względem żywieniowym  $\beta$ -glukany należy rozpatrywać, w co najmniej dwóch aspektach. Po pierwsze dostarczane razem z pożywieniem są stale obecne w naszej diecie (beta-glukany pochodzące ze zbóż). Mogą być również suplementowane (beta-glukany z komórek drożdży i grzybów) i w zależności od tego, z którym przypadkiem mamy do czynienia, wywierają one różny wpływ na nasz organizm (Jasińska i in. 2006).

Z jednej strony rozpuszczalne frakcje błonnika pokarmowego korzystnie oddziałują na nasz układ pokarmowy, obniżają wskaźnik glikemiczny, przez co normalizują poziom glukozy we krwi oraz poprawiają gospodarkę lipidową, zmniejszając poziom cholesterolu w surowicy krwi człowieka (Wołoch i Pisulewski 2003).

Wysoką reaktywność frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego w regulacji zaburzeń gospodarki lipidowej przypisuje się działaniu  $\beta$ -glukanów i pentozanów (Kawka 2010, Kawka 1999, Kawka 2004, Mougiakos i in. 1999). Ponadto związki te uczestniczą w procesach naprawczych (metabolicznych i detoksykacyjnych) oraz wpływają na ogólną kondycję organizmu, przeciwdziałając stanom patologicznym reaktywnych form tlenu i azotu, a także procesów, w których uczestniczą. Reaktywne formy tlenu (ROS) i azotu (RNS) odgrywają istotną rolę w patogeniezie wielu chorób (Jurczyńska i in. 2012).

Na podstawie doniesień w piśmiennictwie naukowym można stwierdzić, że  $\beta$ -glukany mają właściwości cytotoksyczne względem komórek nowotworowych. Właściwości te zalicza się zatem do działania przeciwnowotworowego, a  $\beta$ -glukany są związkami aktywnym biologicznie oraz przeciwdziałają rozwojowi nowotworów (Jurczyńska i in. 2012).

Z drugiej zaś strony w przemyśle piwowarsko-słodowniczym,  $\beta$ -glukany są substancjami, zmniejszającymi wydajność brzezki, skuteczność filtrowania, a także powodującymi powstawanie zmeńnienia i wytworzenie osadów (Michniewicz i Gąsiorowski 1994, Podpora i Świdorski 2010). Oprócz niekorzystnego wpływu na klarowność piwa, obecność  $\beta$ -glukanów w odpowiednio małych ilościach jest prawdopodobnie także czynnikiem warunkującym uzyskanie takich cech gotowego wyrobu, jak właściwa lepkość, odpowiedni bukiet smakowo-zapachowy oraz stabilność piany (Michniewicz i Gąsiorowski 1994).

Doświadczenia polowe polegają obecnie między innymi na optymalizowaniu wskazanych parametrów w zależności od przeznaczenia danego surowca. Stwierdzono, że w uprawie jęczmienia jarego istotnym elementem jest nawożenie azotem, ponieważ w dużej mierze decyduje ono o wielkości plonu i wartości użytkowej (Koziała i in. 2006, Noworolnik i Leszczyńska 2000, Zbroszczyk i Nowak 2009). Ponadto wykazano, że środki ochrony roślin, w tym fungicydy korzystnie obniżały zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia browarnego (Bichoński 2003).

Celem pracy była ocena wpływu dwóch stosowanych w doświadczeniach poziomów agrotechniki na zawartość błonnika pokarmowego i  $\beta$ -glukanów w ziarnie wybranych odmian jęczmienia jarego.

## MATERIAŁ I METODY

### Doświadczenie polowe

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe (split-plot) przeprowadzono w latach 2010-2011 w Zakładzie Hodowliano-Produkcyjnym Małopolskiej Hodowli Roślin, w Polanowicach koło Krakowa. Pierwszy czynnik badawczy stanowiło 10 odmian jęczmienia jarego: 3 odmiany browarne (Blask, Marthe, Stratus) i 7 odmian przeznaczonych dla przemysłu spożywczego lub paszowego (Antek, Atico, KWS Olof, Nagradowicki, Rubinek, Skarb, Suweryn). Drugim czynnikiem były 2 poziomy agrotechniki: A1 (NPK 10/20/50 kg·ha<sup>-1</sup>) i A2 (dodatково nawożenie N w ilości 20 kg·ha<sup>-1</sup> oraz fungicydy Amistar 250 EC+ Tilt Turbo stosowane w fazie strzelania w źdźbło w dawkach odpowiednio 0,6+0,6 l·ha<sup>-1</sup> w fazie kłoszenia, a także regulator wzrostu Cerone 280 SL w dawce 0,75 l·ha<sup>-1</sup> zastosowany pod koniec fazy strzelania w źdźbło). Wielkość poletek do zbioru wynosiła 10 m<sup>2</sup>. Jęczmień uprawiano na glebie klasy bonitacyjnej I, kompleksu przydatności rolniczej 2 (pszenny dobry). Glebę pola doświadczalnego stanowił czarnoziem zdegradowany wytworzony z lessu. Przedplonem w pierwszym roku prowadzenia doświadczeń był rzepak ozimy, a w drugim kukurydza.

### Analizy chemiczne

Zawartość błonnika pokarmowego oznaczono według metody enzymatycznej AOAC 991.43 (first Action 1991) i AOAC 32-07.01 (Final Approval 10-16-91), przy użyciu aparatu Fibertec Firmy Foss i zestawu enzymów (Assay procedure Megazyme International Ireland).

Zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia oznaczono metodą enzymatyczną (Metoda standardowa ICC Nr 166, Megazyme).

### Analiza statystyczna

Uzyskane w analizach chemicznych wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu komputerowego Statistica (StatSoft 1997). Istotność zróżnicowania badanych składników ziarna jęczmienia w zależności od odmiany i stosowanych poziomów agrotechniki określono przy zastosowaniu wieloczynnikowej analizy wariancji. Współzależność pomiędzy zawartością błonnika a  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia ustalono, obliczając współczynniki korelacji „r”, a ich istotność sprawdzono przy pomocy testu t-Studenta. Doświadczenia zakładano metodą (split-plot), w czterech powtórzeniach, a każdą analizę chemiczną wykonywano w trzech powtórzeniach.

## WYNIKI

Zawartość błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia jarego różniła się pomiędzy porównywanymi odmianami, jednakże statystycznie istotne zróżnicowanie stwierdzono tylko w przypadku dwóch odmian – Marthe ( $14,44 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ) i KWS Olof ( $18,00 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ )(tab. 1).

**Tabela 1.** Średnia zawartość błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od odmiany oraz wariantu uprawy ( $\text{g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ )

**Table 1.** Mean content of dietary fiber in barley grain, depending on the variety and cultivation variant ( $\text{g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ )

Odmiana – Variety	Wariant technologiczny – Technology variant		Średnia–Mean
	A1	A2	
Blask	16,80	17,46	17,13
Marthe	15,02	13,86	14,44
Stratus	16,38	17,055	16,72
Nagradowicki	16,54	17,51	17,02
KWS Olof	17,92	18,09	18,00
Rubinek	16,14	17,33	16,74
Skarb	15,72	16,96	16,34

Antek	16,44	16,08	16,26
Suweren	17,20	17,36	17,28
Atico	17,53	16,96	17,25
Średnio dla technologii Mean for technology	16,57	16,87	–
NIR dla technologii LSD for technology		r.n./n.s.	–
NIR dla odmiany LSD for variety	–	–	3,113
NIR dla interakcji LSD for interaction		r.n./n.s.	

Zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia jarego była statystycznie istotnie zróżnicowana pomiędzy badanymi odmianami i zastosowanymi wariantami technologicznymi (tab. 2).

**Tabela 2.** Średnia zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od jego odmiany oraz wariantu uprawy ( $\text{g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ )

**Table 2.** Mean content of  $\beta$ -glucans in barley grain, depending on the variety and cultivation variant ( $\text{g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ )

Odmiana – Variety	Wariant technologiczny – Technology variant		Średnia – Mean
	A1	A2	
Blask	3,61	4,19	3,90
Marthe	3,65	3,82	3,73
Stratus	3,94	4,18	4,06
Nagradowicki	4,18	4,80	4,49
Olaf	4,33	4,40	4,37
Rubinek	4,31	4,26	4,28
Skarb	4,28	4,44	4,36
Antek	3,85	4,13	3,99
Suweren	4,06	4,27	4,16
Atico	4,41	4,26	4,33
Średnio dla technologii Mean for technology	4,06	4,27	–
NIR dla technologii LSD for technology		0,16	–
NIR dla odmiany LSD for variety	–	–	0,61
NIR dla interakcji LSD for interaction		r.n./n.s.	

## DYSKUSJA

Dotychczasowe dane literaturowe wykazują, że w uprawie jęczmienia jarego istotnym elementem jest nawożenie azotem, ponieważ w dużej mierze decyduje o wielkości plonu i wartości użytkowej. Ponadto stwierdzono, że środki ochrony roślin, w tym fungicydy, korzystnie obniżają zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia browarnego (Bichoński i in. 2003, Koziara i in., 2006, Noworolnik i Leszczyńska 2000, Zbroszczyk i Nowak 2009). Ponieważ obecność błonnika pokarmowego, w tym frakcji rozpuszczalnej  $\beta$ -glukanów, nadaje ziarnom jęczmienia status funkcjonalności, a jednocześnie zbyt wysoki poziom  $\beta$ -glukanów jest niepożądany w browarnictwie, podjęto próbę porównania różnych odmian jęczmienia jarego i ocenę wpływu dwóch poziomów agrotechniki na zawartość błonnika pokarmowego i  $\beta$ -glukanów. Przeprowadzone doświadczenie polowe miało na celu zoptymalizowanie wskazanych parametrów technologicznych uprawy jęczmienia w zależności od jego przeznaczenia.

W badaniach własnych wykazano, że zawartość błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia jarego była istotnie zróżnicowana pomiędzy porównywanymi odmianami (tab. 1). Najniższą zawartością włókna pokarmowego niezależnie od poziomu agrotechniki charakteryzowała się browarna odmiana Marthe (średnio  $14,44 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ), a najwyższą odmiana jęczmienia przeznaczonego dla przemysłu spożywczego lub paszowego – KWS Olof (średnio  $18,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ). Stwierdzono ponadto, że trzy odmiany jęczmienia browarnego (Blask, Marthe, Stratus) zawierały mniej błonnika (średnio  $16,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ), niż odmiany jęczmienia przeznaczone dla przemysłu spożywczego lub paszowego (średnio  $17,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ).

Uzyskane wyniki w zasadzie nie odbiegają od wartości uzyskanych przez innych autorów (Michniewicz i in. 1998). W badaniach Kawki (2004) dotyczących udziału błonnika pokarmowego w rozdrobnionym ziarnie jęczmienia wykazano zawartość włókna pokarmowego na poziomie porównywalnym. Natomiast zawartość błonnika ogółem w całym ziarnie jęczmienia odmiany Krona kształtowała się na poziomie  $15,3 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$  i była nieco niższa niż średnie ilości stwierdzane w niniejszych badaniach (Michniewicz i in. 1998).

Zastosowany w doświadczeniu polowym poziom agrotechniki A2 (dodatkowe nawożenie N oraz fungicydy) nie wywarł istotnego wpływu na zawartość błonnika pokarmowego. Można jednakże zaobserwować wyższe zawartości błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia pochodzącego z obiektów, na których stosowano wyższy poziom agrotechniki (średnia  $16,9 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ).

Z żywieniowego punktu widzenia na szczególną uwagę zasługują odmiany charakteryzujące się wysoką zawartością rozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego, z dominującym udziałem  $\beta$ -glukanów. Stwierdzono, że zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia zależna była zarówno od odmiany, jak i od agro-

technicznych warunków uprawy, jednakże czynnik genetyczny wydaje się mieć w tym przypadku większe znaczenie (Michniewicz i Gąsiorowski 1994).

Przeprowadzone doświadczenie polowe zdecydowanie potwierdziło to spostrzeżenie. Uzyskane wyniki dotyczące zawartości  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia jarego były statystycznie istotnie zróżnicowane zarówno pomiędzy porównywanymi odmianami, jak i zastosowanymi wariantami technologicznymi (tab. 2). Średnia zawartość tych związków w ziarnie badanych odmian jęczmienia wahała się od  $3,61 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$  dla odmiany browarnej Blask (w przypadku pierwszego wariantu agrotechniki) do  $4,80 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$  dla odmiany przemysłowej Nagradowicki (w wariacie drugim).

Oznaczone ilości  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia jarego nie odbiegają w zasadzie od poziomów stwierdzanych przez innych autorów (Michniewicz i in. 1998), jednakże w badaniach Michniewicza i in., 1998, wykazane ilości tych związków w ziarnie jęczmienia badanej odmiany Krona były nieco niższe i nie przekraczały poziomu  $3,5 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ . Natomiast Waszkiewicz-Robak i in. (2005) podają, że spośród zbóż najwięcej  $\beta$ -glukanów zawierają ziarna jęczmienia, a ich poziom może się wahać od 3-11%.

Zbyt wysoki poziom  $\beta$ -glukanów w odmianach browarnych jęczmienia jest zjawiskiem niepożądanym ze względów technologicznych (Michniewicz i Gąsiorowski 1994, Podpora i Świdorski 2010). Podobnie, jak w przypadku błonnika pokarmowego badane odmiany browarne charakteryzowały się niższym poziomem  $\beta$ -glukanów (wynoszącym średnio  $4,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ) w porównaniu z odmianami jęczmienia jarego uprawianymi dla przemysłu spożywczego lub paszowego (średnio  $5,0 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ ). W doświadczeniu Czarnieckiego i in., (2004) wykazano, że zawartość tych związków w 10 odmianach jęczmienia browarnego była bardzo zróżnicowana i wahała się w granicach 2,5-4,5%. Stwierdzona zawartość  $\beta$ -glukanów w trzech odmianach browarnych (Blask, Marthe, Stratus) uprawianych standardowo (wariant technologiczny A1) wynosiła średnio  $3,73 \text{ g} \cdot (100 \text{ g})^{-1}$ , tj., była niezbyt wysoka. Wykazano bowiem, że obecność  $\beta$ -glukanów w odpowiednio małych ilościach jest czynnikiem korzystnym w browarnictwie, warunkującym uzyskanie takich cech gotowego wyrobu, jak właściwa lepkość, odpowiedni bukiet smakowo-zapachowy oraz stabilność piany (Michniewicz i Gąsiorowski 1994).

Ponadto przeprowadzone doświadczenie polowe pozwoliło na stwierdzenie, że ziarno jęczmienia pochodzące z obiektów, na których stosowano dodatkowe nawożenie azotem i środki ochrony roślin charakteryzowało się mniejszą średnią zawartością  $\beta$ -glukanów. Stwierdzona w tej pracy zależność była zgodna z wynikami innych autorów. Badania Bichońskiego i in. (2003) wykazały, że wszystkie fungicydy zastosowane w terminie od fazy krzewienia do początku fazy strzelania w źdźbło obniżały zawartość  $\beta$ -glukanów w ziarnie jęczmienia browarnego, a także w uzyskanej z nich brzeczce.

Uzyskane w badaniach wyniki poddano analizie statystycznej. Przeprowadzona analiza wariancji nie potwierdziła zróżnicowania zawartości błonnika pokarmowego w ziarnie jęczmienia jarego w zależności od stosowanych poziomów agrotechniki (A1 i A2 warianty technologiczne). Analiza statystyczna wykazała natomiast istotny wpływ zastosowanej technologii uprawy (dodatkové nawożenie N oraz fungicydy Amistar 250 EC+ Tilt Turbo oraz regulator wzrostu Cerone 280 SL) na zawartość  $\beta$ -glukanów.

Przeprowadzona analiza statystyczna wyników wykazała także istotny dodatni współczynnik korelacji pomiędzy zawartością błonnika pokarmowego a poziomem  $\beta$ -glukanów w ziarnie badanych odmian jęczmienia jarego ( $r = 0,42$ ), a nieco wyższy ( $r = 0,56$ ) w przypadku odmian browarnych (tab. 3).

**Tabela 3.** Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością błonnika i  $\beta$ -glukanami dla badanych odmian jęczmienia

**Table 3.** Correlation coefficients between the content of dietary fibre and  $\beta$ -glucans of barley cultivars

Zmienna Variable	Wszystkie odmiany All varieties	Odmiany browarne Brewing varieties	Odmiany pastewne Fodder varieties
Błonnik/ $\beta$ -glukany Cellulose/ $\beta$ -glucans	0,421	0,564	0,155

## WNIOSKI

1. Porównywane odmiany jęczmienia jarego różnią się istotnie zarówno zawartością błonnika pokarmowego w ziarnie, jak i  $\beta$ -glukanów.
2. Badania wykazały istotną dodatnią korelację pomiędzy zawartością błonnika pokarmowego a poziomem  $\beta$ -glukanów w ziarnie wszystkich badanych odmian jęczmienia jarego. Stwierdzono istotną korelację w przypadku odmian browarnych, natomiast nieistotną dla odmian pastewnych.
3. Analiza wariancji nie potwierdziła zróżnicowania zawartości błonnika pokarmowego w jęczmieniu w zależności od stosowanych poziomów agrotechniki. Wykazano natomiast istotny wpływ zastosowanej technologii uprawy (dodatkové nawożenie N oraz fungicydy) na zawartość  $\beta$ -glukanów.

## PIŚMIENNICTWO

AOAC International, 2003. Total dietary fiber in foods, and food products, enzymatic-gravimetric method. In: Official Methods of Analysis of AOAC International. Ed. W. Horwitz. Gaithersburg, MD, USA.



- Bichoński A., Pecio A., Radecki-Pawlik A., 2003. Wpływ chemicznej ochrony jęczmienia browarnego odmiany Rudzik na zawartość  $\beta$ -glukanów w brzezce. *Biuletyn IHAR*, 230, 311-316.
- Czarnecki Z., Czarnecka M., Śpiewak A. 2004. Zmiany wysokocząsteczkowych  $\beta$ -glukanów i aktywności  $\beta$ -glukanazy w procesie słodowania jęczmienia browarnego. *Acta Sci. Pol. Technologia Alimentaria*, 3(2), 137-146.
- Jasińska I., Kołodziejczyk P., Michniewicz J., 2006. Ziarno żyta potencjalne źródło składników prozdrowotnych w diecie. *Żywność. Nauka Technologia Jakość*, 47, 2, 85-91.
- Jurczyńska E., Saczko J., Kulbacka J., Kawa-Rygielska J., Błażewicz J., 2012. Beta-glukan, jako naturalny antykarcynogen. *Pol. Merk. Lek.*, XXXIII, 196, 217.
- Kawka A., 1999. Lipidy ziarna jęczmienia - zawartość, rozmieszczenie i skład frakcyjny. *Postępy Nauk Rolniczych*. 46/51, 51-58.
- Kawka A., 2004. Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. Rozpr. Nauk., AR Poznań*, 342, 1-78.
- Kawka A., 2010. Współczesne trendy w produkcji piekarskiej – wykorzystanie owsa i jęczmienia jako zbóż niechlebowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (70), 25 - 43.
- Koziara W., Panasiewicz K., Sulewska H., 2006. Efekty nawożenia azotem jęczmienia jarego w warunkach pól niedeszczowanych i deszczowanych. *Pamiętnik Puławski*, 142, 216-224.
- Metoda standardowa ICC Nr 166, Megazyme, 2011.
- Michniewicz J., Gąsiorowski H. 1994. B-glukany zbóż – ich rola w przemyśle i żywieniu człowieka. *Post. Nauk Rol.* 1/94, 41-49.
- Michniewicz J., Kołodziejczyk P., Nadolińska J., Anioła J., Lichnowska A. 1998. Ocena zawartości różnych form nieskrobiowych polisacharydów. *Przegl. Zboż. Młyn.*, 5, 14-17.
- Mougiakos C, Dylewicz P., Kawka A., Gąsiorowski H., Jezierska M., 1999. Wpływ wysokobłonnikowego produktu z jęczmienia na profil lipidowy u pacjentów z hypercholesterolemią po zawale serca. *Czynniki Ryzyka*, 23, 49-52.
- Noworolnik K., Leszczyńska D., 2000. Reakcja odmian jęczmienia na poziom nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 214: 163-166.
- Podpora B., Świdorski F., 2010. Preparaty żywnościowe otrzymywane z odpadowych drożdży pofermentacyjnych, jako przykład innowacji, *Post. Tech. Przetw. Spoż.*, 1; 95-99.
- StatSoft, 1997. *Statistica dla Windows (Tom I). Ogólne konwencje i statystyki I*.
- Waszkiewicz-Robak B., Karwowska W., Świdorski F. 2005. Beta-Glukan jako składnik żywności funkcjonalnej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, XXXVIII, 3, 301-306.
- Wołoch R., Pisulewski P.M., 2003. Wpływ mąki otrzymanej z ziarna nieoplewionych i oplewionych form jęczmienia i owsa na profil lipidowy surowicy krwi szczurów. *Biuletyn IHAR*, 229, 271-281.
- Zbroszczyk T., Nowak W., 2009. Wpływ poziomu ochrony i nawożenia azotem na plonowanie i skład chemiczny ziarna kilku odmian jęczmienia jarego pastewnego Część II. Skład chemiczny. *Biuletyn IHAR*, 251, 145-152.

THE INFLUENCE OF DIFFERENT LEVELS OF AGRICULTURAL  
TECHNOLOGY ON THE CONTENT OF DIETARY FIBRE  
AND  $\beta$ -GLUCANS IN GRAIN OF SOME SPRING BARLEY VARIETIES

*Ewa Cieślik<sup>1</sup>, Elżbieta Pisulewska<sup>2</sup>, Agnieszka Kidacka<sup>3</sup>, Robert Witkowiec<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Department of Nutrition Technology and Consumption,  
Faculty of Food Technology, University of Agriculture in Krakow  
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków  
e-mail: rciesli@cyf-kr.edu.pl

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture and Economics, Institute of Crop Production,  
University of Agriculture in Krakow  
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

<sup>3</sup>Małopolska Plant Growing Company – HBP LLC  
ul. Zbożowa 4, 30-00 Kraków

**Abstract.** The aim of the study was to evaluate the impact of two different levels of agricultural technology used in trials, including the level of N fertilisation, on the content of dietary fibre and  $\beta$ -glucans in grain of some varieties of spring barley. The research material was grain of 10 varieties of spring barley: 3 varieties for brewing (Blask, Marthe, Stratus) and 7 varieties intended for food or feed industry (Antek, Atico, KWS Olof, Nagradowicki, Rubinek, Skarb, Suweren). Two-factor field experiment (split-plot) was conducted in growing seasons in 2010-2011 at the Institute of Cultivation and Production of Malopolska Plant Growing Company, Polanowice near Krakow. The first experimental factor consisted of the varieties and the second were 2 levels of agricultural technology: A1 (10/20/50 NPK kg h<sup>-1</sup>) and A2 (additional N fertilization in amount of 20 kg.h<sup>-1</sup> and fungicides Amistar 250 EC+ Tilt Turbo used in the shooting phase doses 0.6 + 0.6 l ha<sup>-1</sup> in the earing phase, as well as growth regulator Cerone 280 SL at a dose of 0.75 l ha<sup>-1</sup> applied in the late phase of shooting). The compared spring barley varieties were significantly different both in the grain content of dietary fibre as well as in the  $\beta$ -glucans content. The brewery varieties had a lower average level of fibre and  $\beta$ -glucans than the varieties of barley intended for food or feed industry. The lowest average content of dietary fibre was found in grain of barley from the brewery variety Marthe. The significant correlation between the content of dietary fibre and level of  $\beta$ -glucans in grain of spring barley was found. Differentiation of the content of dietary fibre in barley depending of the levels of agricultural technology applied was not confirmed. Whereas, a significant impact of cultivation technology on the content of  $\beta$ -glucans was observed.

**Key words:** dietary fibre,  $\beta$ -glucans, barley, nitrogen fertilisation