

DANUTA BOROS¹**MAGDALENA PLOCH**¹**DANIELA GRUSZECKA**²¹ Pracownia Oceny Jakości Produktów Roślinnych, Zakład Biochemii i Fizjologii Roślin

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

² Instytut Genetyki i Hodowli Roślin, Akademia Rolnicza, Lublin

Charakterystyka jakości dwóch mieszańców pszenżyta z pszenperzem Komunikat

Quality characteristics of hybrids derived from triticale and *Agrotriticum* Short communication

Podjęte badania miały na celu określenie możliwości wykorzystania pszenperzu do poprawy wartości użytkowej ziarna pszenżyta. Materiałem badawczym były dwa mieszańce pszenperzu z pszenżytem Presto i rodem [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] oraz ich formy rodzicielskie. Ziarno oceniano pod względem cech fizyko-chemicznych: masy 1000 ziarniaków, masy objętościowej (MHL), zawartości białka, popiołu, włókna pokarmowego i jego frakcji jak również lepkości wodnego ekstraktu. Określono także ich wartość biologiczną w warunkach laboratoryjnych. Spośród testowanych prób ziarna pszenperz cechował się największą zawartością białka (15%) i MHL (78) oraz najniższą MTZ (42). Pozostałe analizowane cechy były na poziomie zbliżonym do rodzicielskich form pszenżyta. Mieszańcowe rody pszenżyta z pszenperzem charakteryzowały się podwyższoną zawartością włókna pokarmowego i jego frakcji składowych. Największe różnice stwierdzono między ilością NSP i arabinoksylianów w mieszańcu z rodem [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79]. Zawartość białka była natomiast zwiększona w ziarnie mieszańca z odmianą Presto. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu pszenperzu na strawność białka i suchej masy badanych rodów mieszańcowych, jednakże istotny na wartość biologiczną zależną prawdopodobnie od koncentracji białka. Uzyskane wstępne wyniki badań wykazały przydatność pszenperzu do poprawy cech użytkowych pszenżyta. Rekombinacja genów pszenżyta z pszenperzem zwiększyła zakres zmienności zawartości białka i włókna pokarmowego.

Słowa kluczowe: pszenperz, pszenżyto, mieszańce, wartość użytkowa, włókno pokarmowe

The study was undertaken to determine the possibility of exploiting *Agrotriticum* for improving end-use quality of triticale. Experimental materials consisted of two hybrids derived from *Agrotriticum* and triticale, variety Presto and line [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79], as well as their parental forms. The following physico-chemical features were analyzed: thousand-kernel weight (TKW), mass of hectoliter (MHL), content of: protein, ash, dietary fibre (TDF) and its constituent polysaccharides and viscosity of water extract. Biological value on a laboratory scale was also examined. *Agrotriticum*

showed the highest content of protein (15%) and MHL (78) but the lowest TKW (42) within tested grains. The remaining features were at a level similar to triticale parental forms. Hybrids of *Agrotriticum* and triticale characterized by increased content of dietary fibre and its fractions as compared to triticale. The greatest differences were found in nonstarch polysaccharides (31%) and arabinoxylans (43%) in the hybrid derived from line [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79], whereas the content of protein was increased in the highest degree in the hybrid with variety Presto. *Agrotriticum* did not have any impact on digestibility of protein and dry matter in the hybrids but significant one on biological value, which seems to be related to the concentration of protein. The preliminary results indicate usefulness of *Agrotriticum* to improve quality of triticale and possibly other cereals. Recombination of triticale and *Agrotriticum* genes increased the range of variability of protein and dietary fibre contents.

Key words: *Agrotriticum*, triticale, hybrids, end-use quality, dietary fibre

Indeks skrótów użytych w pracy — Index of abbreviations used

MTZ — masa tysiąca ziarniaków; weight of thousand kernels

MHL — masa objętościowa; mass of hectolitre

NSP — nieskrobiowe polisacharydy; nonstarch polysaccharides

TDF — włókno pokarmowe całkowite; total dietary fibre

SAX — rozpuszczalne arabinoksylany; soluble arabinoxylans

TAX — całkowite arabinoksylany; total arabinoxylans

WEV — lepkość wodnego ekstraktu; water extract viscosity

TPD — strawność rzeczywiście białka; true protein digestibility

BV — wartość biologiczna; biological value

NPU — wykorzystanie białka netto; net protein utilization

DMD — strawność suchej masy; dry matter digestibility

BWG — przyrost masy ciała; body mass gain

WSTĘP

Ziarno zbóż jako podstawowy składnik pożywienia jest nie tylko głównym dostarczycielem energii i znaczącym źródłem białka, ale także wielu substancji bioaktywnych o korzystnym wpływie na zdrowie człowieka. Do najważniejszych substancji w tym aspekcie zaliczane jest włókno pokarmowe. Zgodnie z najnowszą definicją terminem tym określa się składniki roślinne nietrawione przez enzymy układu pokarmowego człowieka, częściowo lub całkowicie ulegające fermentacji w jelicie grubym, obejmujące polisacharydy nieskrobiowe, oligosacharydy, ligniny i substancje z nimi powiązane jak: woski, kutyny, saponiny, suberyny fityniany i taniny (AACC Report, 2001). Składniki włókna pokarmowego mają korzystny fizjologiczny wpływ na przewód pokarmowy i nasze zdrowie, które to działanie przejawia się regulacją pasażu treści jelitowej oraz obniżeniem we krwi poziomu cholesterolu i glukozy. W ziarnie pszenżyta podobnie jak w jego formach rodzicielskich — pszenicy i żyta, w grupie polisacharydów nieskrobiowych, głównego składnika włókna pokarmowego, dominują arabinoksylany, spośród których poziom frakcji rozpuszczalnych w wodzie ma decydujące znaczenie dla ich fizjologicznego działania (Chesson, 1990; Boros, 1999), wpływu na hipocholesterolemię i hipoglikemię (Hasik i Bartnikowska, 1987).

Podejmowane są obecnie liczne prace nad poprawą cech użytkowych ziarna zbóż zarówno poprzez wykorzystanie technik hodowlanych jak i procesy przetwórstwa. W odniesieniu do technik hodowlanych jedną z dróg polepszenia cech użytkowych form uprawnych jest krzyżowanie oddalone i selekcja pozytywna w obrębie mieszańcowego potomstwa. W tym celu sięga się między innymi do dzikich gatunków pszenperzu, w których poszukuje się genów warunkujących korzystne cechy i wykazujących jednocześnie ekspresję u mieszańców z pszenżytem. Wyniki badań potomstwa mieszańcowego wskazują na poprawę cech ilościowych i jakościowych pszenżyta, tj. masy 1000 ziaren, ciężaru objętościowego oraz zmniejszenia porażenia przez czynniki chorobotwórcze (Arseniuk i in., 1998; Kowalczyk i Gruszecka, 2000 i 2002; Gruszecka i Czerwińska, 2004).

W poszukiwaniu nowych źródeł cech warunkujących wysoką wartość użytkową ziarna zbóż zapoczątkowaliśmy w naszej pracowni badania zawartości składników bioaktywnych i wartości pokarmowej pszenperzu i rodów mieszańcowych pszenżyta z pszenperzem.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto dwa mieszańcowe rody pszenżyta z pszenperzem, rodzicielskie formy pszenżyta heksaploidalnego, odmianę Presto i ród [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] × (*Triticum aestivum* × *Agropyron* sp.) oraz pszenperz (*Agropyron* sp.).

W ziarnie oznaczono masę 1000 ziarniaków (MTZ), masę objętościową (MHL), zawartość białka, popiołu oraz włókna pokarmowego i jego składowych polisacharydów. Zmierzono także lepkość wodnych ekstraktów ziarna (Boros i in., 1993). Analizy białka, popiołu i lignin wykonano metodami standardowymi (AOAC, 1999), podczas gdy zawartość nieskrobiowych polisacharydów (NSP) metodą Englysta i Cummingsa (1984). Włókno pokarmowe (TDF) wyliczono jako sumę zawartości NSP i lignin (Theander i in., 1995).

Doświadczenie żywieniowe wykonano testem bilansowym na szczurach wg metodyki Egguma (1973). Kryteriami jakościowymi były strawność rzeczywista białka (TPD), jego wartość biologiczna (BV) i wykorzystanie netto (NPU) oraz strawność suchej masy (DMD) jako prosty wskaźnik wykorzystania energii i przyrost masy ciała (BWG).

Wyniki przedstawiono w tabelach 1–3.

WYNIKI I DYSKUSJA

Ziarno pszenperzu cechowało się wysoką zawartością białka i MHL oraz najniższą MTZ w porównaniu do ziarna pszenżyta (tab. 1). Mieszańcowe rody pszenżyta pod względem cech fizyko-chemicznych z pszenperzem charakteryzowały się natomiast zbliżonymi do rodzicielskiej formy pszenżyta MTZ i MHL i wyższą zawartością białka, średnio o 7%, przy czym w tym przypadku 2 badanych pszenżyty reakcja na dodane geny pszenperzu była całkowicie odmienna. Poziom białka w mieszańcu pszenperzu z odmianą Presto był aż o 19% wyższy niż w formie rodzicielskiej pszenżyta, podczas gdy w mieszańcu z rodem [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] o 4% niższy. Tak odmienna reakcja pszenżyta na

dodane geny pszenperzu w odniesieniu do zawartości białka mogła być efektem odmiennego tła genetycznego odmiany Presto i rodu [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] jak również rekombinacji genów, jednakże mała liczba testowanych mieszańców pszenżyta z pszenperzem nie pozwala na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków.

Mieszańcowe rody pszenżyta z pszenperzem odznaczały się podwyższoną zawartością włókna pokarmowego, średnio o 21%, w porównaniu do form rodzicielskich pszenżyta (tab. 2).

Tabela 1

Charakterystyka fizyko-chemiczna mieszańców pszenżyta z pszenperzem w porównaniu z formami rodzicielskimi (w % sm)

Physico-chemical characteristics of hybrids between triticale and *Agrotriticum* (% of DM)

Zboże Cereal	MTZ TKW	MHL Vol. mass	Białko Protein	Popiół Ash
Pszenperz — (<i>Triticum aestivum</i> × <i>Agropyron</i> 1)	41,6	77,8	15,4	2,0
Presto	46,3	73,9	12,4	2,0
Presto × pszenperz	47,8	73,6	14,7	1,9
[(Lanca × L506/79) × CZR 142/79]	44,6	67,9	13,3	1,9
[(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] × pszenperz	46,4	70,7	12,8	2,1
Pszenżyto; Triticale	45,5	70,9	12,9	2,0
<i>sd</i>	1,2	4,2	0,6	0,1
Mieszańce z pszenperzem; Hybrids	47,1	72,2	13,8	2,0
<i>sd</i>	1,0	2,1	1,3	0,1

Tabela 2

Porównanie zawartości włókna pokarmowego (TDF) i jego składników: nieskrobiowych polisacharydów (NSP), lignin, arabinoksylanów całkowitych (TAX) i rozpuszczalnych (SAX) oraz lepkości wodnego ekstraktu ziarna (WEV) mieszańców pszenżyta z pszenperzem w porównaniu z formami rodzicielskimi (w % sm)

Content of total dietary fibre (TDF) and its components: nonstarch polysaccharides (NSP), lignins, total (TAX) and soluble (SAX) arabinoxylans and viscosity of water extract (WEV) in hybrids between triticale and *Agrotriticum* as compared to parental forms (% of DM)

Zboże Cereal	NSP	Ligniny Lignins	TDF	TAX	SAX	WEV
Pszenperz — (<i>Triticum aestivum</i> × <i>Agropyron</i> 1)	9,7	2,9	12,6	6,76	1,45	1,45
Presto	9,1	1,8	10,8	6,05	1,53	1,48
Presto × pszenperz	10,6	1,9	12,5	7,25	1,56	1,54
[(Lanca × L506/79) × CZR 142/79]	9,4	2,6	12,0	6,12	1,45	1,57
[(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] × pszenperz	12,3	2,8	15,1	8,77	1,76	1,69
Pszenżyto; Triticale	9,3	2,2	11,4	6,1	1,49	1,53
<i>sd</i>	0,2	0,6	0,8	0,0	0,1	0,1
Mieszańce z pszenperzem; Hybrids	11,4	2,4	13,8	8,0	1,66	1,62
<i>sd</i>	1,2	0,7	1,9	1,1	0,1	0,1

Największe jednakże różnice stwierdzono między ilością NSP i ich frakcji składowych. Całkowita zawartość NSP oraz frakcji rozpuszczalnych były wyższe w ziarnie mieszańcowych rodów pszenżyta z pszenperzem. Różnice te wynosiły średnio 22% dla całkowitej zawartości NSP, 27% dla ogólnych arabinoksylanów i 13% dla ich form rozpuszczalnych (SAX). Z uwagi na wyższą zawartość SAX rody mieszańcowe pszenżyta

z pszenperzem charakteryzowały się także wyższą o 8% lepkością ziarna. Należy podkreślić, że różnice te były znacznie większe dla mieszańca pszenperzu z linią pszenżyta [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] aniżeli z odmianą Presto. W odniesieniu do zawartości NSP, TDF, SAX i TAX różnice były szczególnie wyraźne w porównaniu do matecznej formy pszenżyta i wynosiły od 21% dla SAX do 43% dla TAX. Dla rodu mieszańcowego pszenperzu z odmianą Presto różnice w zawartości składowych polisacharydów włókna pokarmowego były znacznie mniejsze, od 2% dla SAX do 16% dla NSP.

Nie stwierdzono ujemnego wpływu pszenperzu na strawność białka badanych rodów mieszańcowych (tab. 3). W sposób odmienny natomiast pszenperz wpłynął na przyswajalność białka mieszańcowych rodów z pszenżytem, mierzoną wskaźnikiem BV. W przypadku mieszańca z odmianą Presto odnotowano 8% obniżenie wartości wskaźnika BV wskazujące na niższą jakość białka, podczas gdy z linią [(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] o 10% poprawioną przyswajalność białka w porównaniu do formy matecznej pszenżyta. Te znaczne różnice w przyswajalności białka wiążą się prawdopodobnie z różnicami w jego koncentracji w ziarnie. Znana jest bowiem ujemna zależność między zawartością białka a jego jakością w pszenzycie, a także w ziarnie innych zbóż spowodowana niższą zawartością aminokwasów egzogennych, lizyny w szczególności (Boros, 1990; Rakowska i in., 1992). Badania z podobnymi formami dzikimi będą kontynuowane.

Tabela 3

Wskaźniki strawności białka (TPD) i suchej masy (DMD), przyswajalności i wykorzystania netto białka (BV, NPU) oraz przyrost masy ciała (BWG) szczurów karmionych dietami zawierającymi ziarno mieszańców pszenżyta z pszenperzem i form rodzicielskich
Protein (TPD) and dry matter (DMD) digestibility, protein availability (BV) and utilization (NPU) and body mass gain of rats feeding diets based on hybrids between triticale and *Agrotriticum* and parental forms

Dieta Diet	TPD	BV	NPU	DMD	BWG
Kazeina — Casein	98,5 ± 1,2	99,2 ± 1,8	97,7 ± 2,8	97,0 ± 0,2	31,4 ± 3,3
Pszenperz — (<i>Triticum aestivum</i> × <i>Agropyron</i> 1)	93,0 ± 0,6	71,6 ± 2,1	66,7 ± 2,3	89,3 ± 0,5	15,2 ± 3,2
Presto	93,4 ± 1,0	75,7 ± 0,7	70,7 ± 1,1	91,1 ± 0,3	17,2 ± 2,3
Presto × pszenperz	92,1 ± 1,2	69,3 ± 3,1	63,8 ± 2,8	90,2 ± 0,5	15,9 ± 1,6
[(Lanca × L506/79) × CZR 142/79]	92,0 ± 0,5	71,3 ± 3,9	65,6 ± 3,7	90,2 ± 0,3	16,7 ± 5,0
[(Lanca × L506/79) × CZR 142/79] × pszenperz	92,0 ± 2,4	78,4 ± 3,1	72,2 ± 4,4	89,2 ± 1,0	16,6 ± 3,0
Pszenżyto; Triticale	92,7	73,5	68,2	90,7	17,0
sd	1,0	3,1	3,6	0,6	0,4
Mieszańce z pszenperzem; Hybrids	92,1	73,8	68,0	89,7	16,2
sd	0,1	6,4	5,9	0,7	0,5

Uzyskane wstępne wyniki badań wskazują, że pszenperz może być wykorzystany do poprawy cech użytkowych pszenżyta. Rekombinacja genów pszenżyta z pszenperzem zwiększyła zakres zmienności zawartości białka i włókna pokarmowego.

LITERATURA

- AACC Report. 2001. The definition of dietary fibre. Cereal Foods World. 46: 112 — 126.
- Arseniuk E., Gruszecka D., Tarkowski Cz. 1998. Analysis of *Stagonospora nodorum* blotch resistance in hybrids of triticale, wheat, rye, *Aegilops* sp., *Agrotriticum* sp. and *Dasypyrum* sp. Proceedings of the 4th International Triticale Symposium. 26–31 July 1998, Red Deer, Alberat, Canada, vol. 1: 303 — 311.
- Becker R., Hanners G. D., Irving D. W. Saunders R. M. 1986. Chemical composition and nutritional qualities of five potential perennial grains. Food Sci. Techn. 19: 312 — 315.
- Boros D. 1990. Pszenżyto w ocenie biologicznej wartości pokarmowej na tle innych zbóż. Biul. IHAR. 173/174: 27 — 30.
- Boros D., Marquardt, R. R., Slominski, B. A., Guenter, W. 1993. Extract viscosity as an indirect assay for water-soluble pentosan content in rye. Cereal Chem. 70 (5): 575 — 580.
- Boros D. 1999. Influence of R genome on nutritional value of triticale for broiler chicks. Anim. Feed Sci. Technol. 76: 219 — 226.
- Chesson A. 1990. Nutritional significance and nutritive value of plant polysaccharides. Feedingstuffs evaluation. Butterworths UK 179 — 195.
- Englyst H. N., Cummings J. H. 1984. Simplified method for the measurement of total non-starch polysaccharides by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. Analyst 109: 937 — 942.
- Eggum B. O. 1973. A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. Beretrn. Report, 406. Nat. Inst. Anim. Sci. Copenhagen, 173 p.
- Gruszecka D., Czerwińska E. 2004. Charakterystyka rodów uzyskanych z mieszańców pszenżyta (X *Triticosecale* Wittmack) z pszenperzem (*Agrotriticum* sp.). Biul. IHAR 231: 171 — 177.
- Hasik J., Bartnikowska E. 1987. Włókno roślinne w żywieniu człowieka. PZWL, Warszawa.
- Kowalczyk K., Gruszecka D. 2000. Charakterystyka wybranych cech ilościowych mieszańców pszenżyta (X *Triticosecale* Wittmack) z pszenperzem (*Agrotriticum* sp.). Biul. IHAR 216: 151 — 157.
- Kowalczyk K., Gruszecka D. 2002. Struktura plonu mieszańcowych rodów X *Triticosecale* Wittmack z *Agrotriticum* sp. Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura 228, 91: 51 — 56.
- Rakowska M., Boros D., Gąsiorowska M. 1992. Quality traits of the grain of Polish varieties of triticale. Triticale Topics. 8: 4 — 9.
- Theander O., Åman P., Westerlund E., Andersson R., Pettersson D. 1995. Total dietary fiber determined as neutral sugar residues, uronic acids and klason lignin, gas chromatographic-colorimetric-gravimetric method (Uppsala Method), AOAC method 994.13. Official Methods of Analysis, 16th edition, 1st supplement, 1995.