

Katedra Hodowli Trzody Chlewniej, Żywienia Zwierząt i Żywności
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Judyma 10, 71-460 Szczecin
e-mail: Wioletta.Biel@zut.edu.pl

EWELINA ŁYSONŃ, WIOLETTA BIEL

**Wpływ systemu produkcji na wartość odżywczą ziarna
niektórych odmian pszenżyta ozimego
(× *Triticosecale* Wittm. ex *A. Camus*)**

The effect of the cultivation system of selected winter triticale grain (× *Triticosecale* Wittm. ex *A. Camus*) cultivars on the nutritional value

Streszczenie. Celem badań było porównanie wybranych składników odżywczych ziarna czterech odmian pszenżyta ozimego ('Cultivo', 'Grenado', 'Benetto', 'Tarzan') uprawianych w konwencjonalnym i ekologicznym systemie produkcji pochodzących z doświadczenia polowego w latach 2010–2011. Oceną objęto zawartość: suchej masy, białka ogółem, tłuszczu surowego, włókna surowego, popiołu surowego i BAW oraz frakcji włókna (NDF, ADF, ADL, HCEL, CEL), a także Ca, P, K i Na. W ziarnie pszenżyta z uprawy ekologicznej uzyskano średnio o 16% mniej białka ogółem w porównaniu z ziarnem pochodzącym z uprawy konwencjonalnej. Ziarno pochodzące z uprawy ekologicznej zawierało istotnie więcej tłuszczu, popiołu, BAW oraz ADF i ADL. System uprawy nie wpłynął istotnie na zawartość składników mineralnych w ziarnie pszenżyta. Ziarno odmiany 'Cultivo' charakteryzowało się największą zawartością białka, tłuszczu surowego, popiołu surowego, wszystkich frakcji włókna (z wyjątkiem ADL), a także fosforu i potasu w porównaniu z ziarnem pozostałych odmian.

Słowa kluczowe: ekologiczny i konwencjonalny system produkcji, odmiany, pszenżyto ozime, skład chemiczny, frakcje włókna, makroelementy

WSTĘP

Rolnictwo ekologiczne ukierunkowane jest na wytwarzanie produktów wysokiej jakości przez zastosowanie technik bezpiecznych dla środowiska przyrodniczego i zdrowia ludzi. Stanowi restrykcyjny system produkcji, zwłaszcza pod względem ochrony środowiska, co wiąże się z eliminacją nawozów sztucznych oraz syntetycznych środków ochrony roślin. Z ekonomicznego punktu widzenia produkcja ekologiczna jest mniej wydajna niż konwencjonalna. Rolnictwo konwencjonalne natomiast, korzystając ze środków pochodzenia przemysłowego, stanowi obciążenie dla środowiska i tym samym nie jest korzystne z punktu widzenia ekologicznego [Runowski 2009].

Pszenżyto (\times *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) jest stosunkowo młodym gatunkiem zboża i głównie jest wykorzystywane na cele paszowe. Prowadzone są badania nad wykorzystaniem ziarna pszenżyta do celów konsumpcyjnych. Wstępne badania wykazują, że pieczywo otrzymane z mąki pszenżytniej uzyskuje dobre walory smakowe. Przy odpowiedniej metodzie wypieku może dorównać objętością i walorami smakowymi pieczywu pszennemu. Pszenżyto może być interesującym alternatywnym surowcem do produkcji pieczywa, wzbogacając jego asortyment. Ten gatunek zboża ma mniejsze wymagania środowiskowe od pszenicy, ale większe od żyta. Wprowadzenie pszenżyta na część areалу gleb zajmowanych przez żyto powiększa ilość białka wprowadzonego przez ziarno zbóż do paszy [Estrada-Campuzano i in. 2008]. Polskie odmiany pszenżyta dobrze adaptują się do warunków środowiskowych, uważane są za najwydajniejsze na świecie, stanowią 70–80% powierzchni uprawy pszenżyta na świecie [Tohver i in. 2005, Jaśkiewicz 2014a]. Powierzchnia zasiewów pszenżyta w Polsce w 2014 roku wynosiła 1,3 mln ha, co stanowiło 16% udziału zbóż ogółem w strukturze zasiewów. Średnie plony pszenżyta były na poziomie 40 dt·ha⁻¹, w tym ziarna ozimego 41 dt·ha⁻¹ i jarego 34 dt·ha⁻¹ [GUS 2015]. Znaczący wpływ na dochodowość uprawy zbóż wywiera ich cena zbytu. Często porównanie kosztów produkcji ziarna pszenżyta z innymi zbożami decyduje o uprawie przez rolnika właśnie tego gatunku. Zboże to ma duże znaczenie gospodarcze, głównie ze względu na zawartość białka w ziarnie, o lepszym składzie aminokwasowym, większą odporność na choroby, mniejsze wymagania glebowe oraz większą odporność na zakwaszenie gleby niż pszenica. Ziarno pszenżyta stosuje się w żywieniu wszystkich zwierząt gospodarskich [Myer i Lozano del Rio 2004, Stankiewicz 2005, Jaśkiewicz 2009].

Istnieje niewiele informacji dotyczących wartości odżywczej ziarna pszenżyta z upraw ekologicznych, co skłoniło do podjęcia badań w tym kierunku. Celem pracy było porównanie składu chemicznego ziarna odmian pszenżyta ozimego uprawianego w warunkach rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego przy hipotezie badawczej zakładającej zróżnicowanie wartości odżywczej w ziarnie pochodzącym z różnych systemów produkcji.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło ziarno pszenżyta ozimego (\times *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) z dwóch lat zbioru (2010 i 2011) otrzymane z Krajowego Instytutu Badawczego ds. Rybactwa i Rybołówstwa w Gülzow (Niemcy). Badanymi czynnikami doświadczenia były: system uprawy (ekologiczny i konwencjonalny) oraz odmiany pszenżyta ozimego ('Cultivo', 'Grenado', 'Benetto' i 'Tarzan'). W systemie konwencjonalnym zastosowano nawożenie azotem w ilości 210 kg N·ha⁻¹ oraz pełną ochronę roślin ze stosowaniem herbicydów, oprysków przeciwko chorobom i szkodnikom. W systemie ekologicznym źródłem azotu była mieszanka koniczyny z trawami jako przedplon, bez stosowania regulatorów wzrostu i środków ochrony roślin, w tym środków grzybobójczych. W roku 2011 przedplonem w systemie konwencjonalnym był jęczmień ozimy, natomiast w roku 2010 – trawy w uprawie polowej. W systemie ekologicznym w każdym badanym roku przedplonem była mieszanka koniczyny z trawami. Do badań chemicznych użyto ziarna pszenżyta zmielnego w młynku laboratoryjnym KNIFETEC 1095

(Foss Tecator). Podstawowy skład chemiczny oznaczono metodami standardowymi według AOAC [2012]. W celu oznaczenia suchej masy próby suszono w piecu w temperaturze 105°C do uzyskania stałej wagi suszonej masy. Tłuszcz, jako ekstrakt eterowy, oznaczono za pomocą eteru dietylowego metodą Soxhleta, popiół surowy – poprzez spalenie w piecu muflowym w temperaturze 580°C przez 8 h, białko ogółem ($N \times 6,25$) określono metodą Kjeldahla przy użyciu zestawu do mineralizacji Büchi Scrubber B414 i zestawu destylacyjnego Büchi 324 (Szwajcaria), włókno surowe (CF) oznaczono na aparacie Ankom 220 Fiber Analyzer (Ankom Technology Co., Fairport, NY). Zawartość bezazotowych związków wyciągowych (BAW) obliczono wg schematu:

$$\text{BAW} = \text{sucha masa} - (\text{białko ogółem} + \text{tłuszcz surowy} + \text{popiół surowy} + \text{włókno surowe}).$$

Fracje włókna: neutralno-detergentowego (NDF, neutral detergent fibre), kwaśno-detergentowego (ADF, acid detergent fibre), ligniny kwaśno-detergentowej (ADL, acid detergent lignin) oznaczono zgodnie z metodą Van Soest i in. [1991] na aparacie Ankom 220 Fiber Analyzer. Frakcję NDF oznaczono z zastosowaniem SLS (siarczanu sodowo-laurylowego), ADF z zastosowaniem CTAB (bromku cetylo-trójmetylo-amonowego), ADL poprzez rozkład otrzymanego ADF w 72-procentowym kwasie siarkowym. Hemicelulozę (HCEL, hemicellulose) obliczono z różnicy pomiędzy NDF i ADF, a celulozę (CEL, cellulose) – z różnicy ADF i ADL.

Poziom wapnia, potasu i sodu oznaczono na fotometrze płomieniowym Flapho 4 (Carl Zeiss Jena), a fosfor metodą kolorymetryczną na aparacie Spekol 11 (Carl Zeiss Jena).

Wyniki składu podstawowego przedstawiono w g na kg suchej masy (s.m.). Każdą analizę wykonano w trzech powtórzeniach i przedstawiono jako wartość średnią z dwóch lat. Wyniki badań dotyczące wpływu systemu uprawy i odmian pszenżyta na zawartość składników odżywczych opracowano statystycznie, z zastosowaniem analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, a istotność różnic przy NIR 0,05 oceniono testem Tukeya. Różnice procentowe obrazujące zmiany zawartości badanych składników w materiale roślinnym obliczono na podstawie wzoru Worthington [2001]:

$$(\text{eko} - \text{konw})/\text{konw} \times 100\%.$$

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane odmiany pszenżyta wykazały zróżnicowaną zawartość analizowanych składników odżywczych. Zastosowane systemy produkcji wpłynęły istotnie na zawartość suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego, popiołu surowego i bezazotowych związków wyciągowych (tab. 1). Sucha masa ziarna stanowi wypadkową zawartych w nim składników innych niż woda. Średni poziom suchej masy wynosił 898,43 g·kg⁻¹. Najbogatsze w suchą masę okazały się odmiany ‘Grenado’ oraz ‘Benetto’. Spośród składników chemicznych występujących w ziarnie zbóż szczególnie dużo uwagi poświęca się zawartości białka ogółem. Jest to składnik ważny zarówno z punktu widzenia paszowego, jak i technologicznego. Konwencjonalny system uprawy istotnie zwiększył zawartość białka w ziarnie o 16%. Najwięcej białka zawierała odmiana ‘Cultivo’,

natomiast odmiany 'Benetto', 'Tarzan' i 'Grenado' charakteryzowały się odpowiednio o 6, 11 i 12% mniejszą zawartością białka od odmiany 'Cultivo'. W porównaniu z tymi badaniami Stacey i in. [2006] uzyskali zawartość białka w ziarnie pszenżyta mniejszą o 13%. W innych opracowaniach naukowych [Gil 2001, Brand i in. 2003, Piasecka-Kwiatkowska i in. 2007, Jaśkiewicz 2014b] w warunkach uprawy konwencjonalnej poziom białka waha się w szerokich granicach od 120,8 g·kg⁻¹ do 177,28 g·kg⁻¹ s.m. Natomiast Ceglińska i in. [2003] podają zawartość białka w ziarnie pszenżyta jarego od 121 do 138 g·kg⁻¹ s.m. Dla porównania w innym głównym zbożu pastewnym, jęczmieniu, zawartość białka w ziarnie pochodzącym z uprawy konwencjonalnej wynosiła 155,93 g·kg⁻¹ s.m., z uprawy ekologicznej z kolei 141,80 g·kg⁻¹ s.m. [Cierpiąta i Wesołowski 2015].

Tabela 1. Podstawowe składniki pokarmowe (g·kg⁻¹ s.m.) w ziarnie odmian pszenżyta ozimego z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej

Table 1. Chemical composition (g·kg⁻¹ d.m.) of triticale grain cultivars from organic and conventional cultivation

Wyszczególnienie Item		Sucha masa Dry matter (g/kg)	Białko ogółem Total protein (N × 6,25)	Tłuszcz surowy Crude fat	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash	BAW NFE
System produkcji Cultivation system	ekologiczny organic	897,91 ±2,60	102,47 ±10,65	15,60 ±1,99	17,63 ±2,69	20,60 ±1,03	843,71 ±13,22
	konwencjonalny conventional	898,95 ±2,37	121,32 ±7,86	14,34 ±1,20	16,13 ±4,01	18,96 ±1,02	829,25 ±7,68
Odmiana Cultivars	'Cultivo'	898,46 ±1,93	120,65 ±11,66	16,21 ±2,32	16,47 ±1,28	20,24 ±1,48	826,44 ±8,85
	'Grenado'	900,76 ±0,95	105,95 ±16,34	13,61 ±0,68	14,30 ±2,09	19,74 ±1,16	826,41 ±13,41
	'Benetto'	899,18 ±2,21	113,78 ±9,60	15,37 ±1,24	17,16 ±4,02	19,49 ±1,17	834,20 ±5,42
	'Tarzan'	895,33 ±0,59	107,20 ±11,38	14,68 ±1,34	19,60 ±3,76	19,65 ±1,52	838,87 ±11,07
Średnia Mean		898,43	111,90	14,97	16,88	19,78	836,48
Różnica eko/ kon Difference org/ con (%)		-0,12	-15,54	8,79	9,30	8,65	1,74
NIR _{0,05} uprawa LSD _{0,05} cultivation		0,813	4,937	0,951	n.s.	0,454	4,251
NIR _{0,05} odmiana LSD _{0,05} cultivars		1,559	9,464	1,823	3,294	n.s.	8,149

NIR_{0,05}/ LSD_{0,05} – najmniejsza istotna różnica/ least significant differences, n.s. – nieistotne statystycznie/ not significant difference, ± odchylenie standardowe/ standard deviation, BAW (bezasotowe związki wyciągowe) = sucha masa – (białko ogółem + tłuszcz surowy + włókno surowe + popiół całkowity)/ NFE (nitrogen free extract) = dry matter – (crude protein + crude fat + crude fibre + total ash)

Tłuszcz w znacznie większym stopniu niż białko, węglowodany ogółem i włókno ma wpływ na energię brutto. Zawartość tłuszczu surowego w próbach pochodzących z uprawy ekologicznej była większa o 8% od zawartości w próbach pochodzących z uprawy

konwencjonalnej. Średnia zawartość tego składnika w ziarnie wynosiła $14,97 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Najwięcej zawierała go odmiana 'Cultivo' – $16,21 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., najmniej natomiast odmiana 'Grenado' – $13,61 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 1). W warunkach uprawy konwencjonalnej Osek i in. [2010] stwierdzili mniejszą zawartość tłuszczu surowego w ziarnie ($10,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Badania Jaśkiewicz i Podolskiej [2011] wykazały, że poziom tego składnika zależał od technologii produkcji. W warunkach technologii standardowej wynosił $16,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., natomiast intensywnej $18,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

Odpowiedni poziom włókna stymuluje motorykę przewodu pokarmowego, jednakże zbyt duża jego ilość może wpływać na mniejsze wykorzystanie składników pokarmowych. Na zawartość włókna surowego w badaniach własnych w ziarnie istotny wpływ miała odmiana. Badania wykazały, że najbogatsza w ten składnik jest odmiana 'Tarzan', zawierająca $19,60 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., najmniej zawierały go odmiany 'Cultivo' – $16,47 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. oraz 'Grenado' – $14,30 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (tab. 1). Wartości większe o 26% otrzymali Józefiak i in. [2007], natomiast Maina i in. [2014] stwierdzili od $31,3$ do $47,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. włókna surowego w ziarnie pochodzącym z uprawy konwencjonalnej.

Stwierdzono, że system uprawy ma istotny wpływ na zawartość popiołu surowego w ziarnie. Próby uzyskane z uprawy ekologicznej zawierały o 8% więcej popiołu w porównaniu z próbami pochodzącymi z uprawy konwencjonalnej. Zbliżone wyniki uzyskali Stacey i in. [2006], podając zawartość tego składnika na poziomie $20,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. W badaniach Józefiak i in. [2007] oraz Brand i in. [2003] średnio zawartość popiołu w ziarnie pszenżyta uprawianego w systemie konwencjonalnym wynosiła kolejno $16,30 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. i $18 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

Głównym składnikiem suchej masy były związki bezazotowe wyciągowe. Odmiany 'Cultivo' i 'Benetto' charakteryzowały się podobną zawartością BAW, ale zawierały istotnie mniej tego składnika od odmiany 'Tarzan' i 'Grenado'. Obecnie coraz więcej uwagi poświęca się trudno strawnym w przewodzie pokarmowym człowieka składnikom odżywczym zaliczanym do włókna pokarmowego (błonnik). Włókno pokarmowe pod względem strukturalnym jest bardzo zróżnicowane i ma istotne znaczenie w technologii żywności [Ötles i Cagindi 2006]. Zawiera wiele struktur różniących się właściwościami fizycznymi i chemicznymi oraz cechuje się fizjologicznym oddziaływaniem na organizm człowieka [Mann i Cummings 2009]. Nie jest ono jedynie sumą właściwości związków wchodzących w skład włókna pokarmowego. Bardzo istotny jest również synergizm interakcji zachodzących między poszczególnymi składnikami włókna pokarmowego oraz między włóknem pokarmowym a innymi substancjami (białkami, oligosacharydami, lipidami, substancjami mineralnymi).

Zawartość włókna neutralno-detergentowego (NDF) w paszy pozwala przewidzieć jej pobranie. Im więcej tej frakcji w paszy, tym gorsze jest jej pobranie [Jankowska 2012]. Stwierdzono istotny wpływ odmiany na udział frakcji neutralno-detergentowej NDF w ziarnie (tab. 2). Istotnie najwięcej NDF zawierała odmiana 'Cultivo' i 'Tarzan', średnio o 14% więcej od odmiany 'Grenado' i 'Benetto'. Uzyskane wyniki były mniejsze o 12% od podawanych przez Chrenkovą i in. [2012].

Zawartość frakcji włókna detergentowego kwaśnego (ADF) w ziarnie pszenżyta zależała zarówno od systemu uprawy, jak i od odmiany. Próby uzyskane z uprawy ekologicznej zawierały o 6% więcej tej frakcji od prób uzyskanych z uprawy konwencjonalnej. Najbogatszą w ADF była odmiana 'Cultivo', natomiast odmiana 'Grenado' zawierała o 13% mniej tej frakcji. Wyniki własne były niższe od uzyskanych przez Chrenkovą i in.

[2012], którzy podają zawartość tej frakcji na poziomie $43,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w ziarnie z uprawy konwencjonalnej.

W czasie dojrzewania i starzenia się roślin wzrasta zawartość celulozy w tkankach. Ligniny odkładają się w ścianach komórkowych pod koniec wzrostu komórki po pełnym wykształceniu szkieletu wielocukrowego ścian [Nawirska i in. 2008]. Niniejsze badania wykazały, że zawartość ligniny kwaśno-detergentowej (ADL) w ziarnie była zależna od systemu produkcji. Próby uzyskane z uprawy ekologicznej zawierały o 10% więcej frakcji ADL w porównaniu z próbami uzyskanymi z uprawy konwencjonalnej. Badania zaprezentowane przez Chrenkovą i in. [2012] wykazały zawartość ADL ponad dwukrotnie większą, tj. $20,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w ziarnie. Według Nawirskiej [2005] hemicelulozy najlepiej wiążą jony metali ciężkich. Celulozy i ligniny mają również tę właściwość, ale w nieco mniejszym stopniu, zależy to od pochodzenia frakcji. Ostatnio prowadzone są badania nad możliwością tworzenia wiązań lignina-białko [Diehl i in. 2014].

Tabela 2. Frakcje włókna surowego ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w ziarnie odmian pszenżyta ozimego z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej
Table 2. Fibre fraction ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.) of triticale grain cultivars from organic and conventional cultivation

Wyszczególnienie Item		NDF	ADF	ADL	HCEL	CEL
System produkcji Cultivation system	ekologiczny organic	131,03 $\pm 12,32$	35,30 $\pm 5,46$	8,48 $\pm 1,09$	95,79 $\pm 9,73$	26,78 $\pm 4,72$
	konwencjonalny conventional	125,67 $\pm 14,73$	33,20 $\pm 4,81$	7,64 $\pm 0,81$	92,47 $\pm 11,76$	25,55 $\pm 4,18$
Odmiana Cultivars	'Cultivo'	138,54 $\pm 6,92$	36,11 $\pm 2,88$	8,26 $\pm 0,63$	102,42 $\pm 7,43$	27,85 $\pm 2,82$
	'Grenado'	119,18 $\pm 6,33$	31,33 $\pm 3,00$	7,82 $\pm 0,73$	87,85 $\pm 4,81$	23,50 $\pm 2,57$
	'Benetto'	118,46 $\pm 15,85$	34,30 $\pm 5,92$	8,31 $\pm 1,08$	84,16 $\pm 10,02$	25,99 $\pm 5,33$
	'Tarzan'	137,23 $\pm 8,18$	35,25 $\pm 7,15$	7,85 $\pm 1,56$	102,09 $\pm 4,79$	27,32 $\pm 5,58$
Średnia Mean		128,35	34,25	8,06	94,13	26,16
Różnica eko/ kon Difference org/ con (%)		4,27	6,33	10,99	3,59	4,81
NIR _{0,05} uprawa LSD _{0,05} cultivation		n.s.	1,851	0,561	n.s.	n.s.
NIR _{0,05} odmiana LSD _{0,05} cultivars		10,780	3,548	n.s.	9,434	2,715

NIR_{0,05}/ LSD_{0,05} – najmniejsza istotna różnica/ least significant differences, n.s. – nieistotne statystycznie/ not significant difference, \pm odchylenie standardowe/ standard deviation, NDF – włókno detergentowe neutralne/ neutral detergent fibre, ADF – włókno kwaśno-detergentowe/ acid detergent fibre, ADL – lignina kwaśno-detergentowa/ acid detergent lignin, HCEL – hemiceluloza/ hemicellulose, CEL – celuloza/ cellulose

Zawartość hemicelulozy w ziarnie istotnie zależała od odmiany pszenżyta ozimego. Odmiany 'Cultivo' i 'Tarzan' miały podobną i istotnie większą jej zawartość niż 'Grena-

do' i 'Benetto'. Średnia zawartość hemicelulozy w ziarnie wyniosła 94,13 g·kg⁻¹ s.m., co potwierdziły badania Kuznetsovej i in. [2014].

Z literatury wynika [Kahlon i in. 2007], że włókna celulozy nie są praktycznie trawione w przewodzie pokarmowym, wspomagają jednak w znacznym stopniu perystaltykę jelit. Istotnie najwyższą zawartością celulozy w ziarnie charakteryzowały się odmiany 'Cultivo' i 'Tarzan'. Odmiana 'Benetto' miała natomiast o 10% wyższą jej zawartość niż odmiana 'Grenado'. Wartość tej frakcji podana przez Kuznetsovą i in. [2014] była o 7% większa od średniej dla badanych odmian.

Z przeprowadzonych badań wynika, że na zawartość włókna surowego (tab. 1) oraz frakcji włókna (tab. 2) w ziarnie pszenżyta większy wpływ ma odmiana, a nie system produkcji. Niestety w literaturze przedmiotu bardzo mało jest doniesień odnośnie do zawartości poszczególnych frakcji włókna w ziarnie pszenżyta z różnych systemów produkcji.

Tabela 3. Makroelementy (g·kg⁻¹ s.m.) w ziarnie odmian pszenżyta ozimego z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej

Table 3. Macroelements (g·kg⁻¹ d.m.) of triticale grain cultivars from organic and conventional cultivation

Wyszczególnienie Item		Wapń Calcium	Fosfor Phosphorus	Potas Potassium	Sód Sodium
System produkcji Cultivation system	ekologiczny organic	0,93 ±0,06	3,93 ±0,37	4,71 ±0,27	0,156 ±0,02
	konwencjonalny conventional	0,95 ±0,08	3,76 ±0,45	4,68 ±0,42	0,150 ±0,02
Odmiana Cultivars	'Cultivo'	0,94 ±0,05	4,27 ±0,43	4,96 ±0,36	0,137 ±0,01
	'Grenado'	0,97 ±0,11	3,54 ±0,32	4,66 ±0,14	0,252 ±0,01
	'Benetto'	0,92 ±0,06	3,68 ±0,13	4,60 ±0,42	0,163 ±0,02
	'Tarzan'	0,95 ±0,07	3,91 ±0,31	4,57 ±0,31	0,134 ±0,00
Średnia Mean		0,94	3,85	4,70	0,171
Różnica eko/ kon Difference org/ con (%)		-2,10	4,52	0,64	-16,58
NIR _{0,05} uprawa LSD _{0,05} cultivation		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NIR _{0,05} odmiana LSD _{0,05} cultivars		n.s.	0,412	0,260	n.s.

NIR_{0,05}/ LSD_{0,05} – najmniejsza istotna różnica/ least significant differences, n.s. – nieistotne statystycznie/ not significant difference, ± odchylenie standardowe/ standard deviation

Składniki mineralne są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Utrzymujący się przez dłuższy czas zarówno ich niedobór, jak i nadmiar może mieć udział w etiologii niektórych metabolicznych chorób cywilizacyjnych [Berg 2003]. Kon-

centracja składników mineralnych w ziarnie wykazuje dużą zmienność, która jest wypadkową działania wielu czynników, takich jak: rodzaj i zasobność gleby w przyswajalne składniki mineralne, nawożenie, zabiegi agrotechniczne, warunki atmosferyczne podczas wegetacji i zbioru [Karczmarczyk i in. 2000, Nieróbca 2004, Mut i in. 2005, Spychaj-Fabisiak i in. 2005, Ścigalska 2006]. Zawartość makroskładników w ziarnie z obu typów systemu produkcji malała w następującej kolejności: $K > P > Ca > Na$ (tab. 3). Zawartości składników mineralnych wykazywały względnie małe zróżnicowanie w ziarnie przy obu systemach uprawy i mieściły się w podobnych zakresach. System uprawy nie miał istotnego wpływu na zawartość makroelementów. Średnie zawartości fosforu i potasu były nieznacznie większe w ziarnie pszenżyta z uprawy ekologicznej, a wapnia i sodu – z konwencjonalnej. Z tego względu nie można jednoznacznie wykazać lepszej jakości ziarna uzyskanego w jednym z porównanych systemów gospodarowania. Stwierdzono, że czynnik genetyczny miał istotny wpływ jedynie na zawartość fosforu i potasu (tab. 3). Największą zawartość fosforu miały odmiany ‘Cultivo’ i ‘Tarzan’, natomiast zawartość potasu w ziarnie odmiany ‘Tarzan’, ‘Grenado’, ‘Benetto’ była istotnie mniejsza niż odmiany ‘Cultivo’. Dwukrotnie większe wartości uzyskała Wojtkowiak [2014], podając zawartość wapnia w ziarnie od 1,75 do 1,88 g·kg⁻¹ s.m. Średni poziom fosforu w ziarnie wynosił 3,85 g·kg⁻¹ s.m., przy czym najbogatsza w ten składnik odmiana ‘Cultivo’ zawierała 4,27 g·kg⁻¹ s.m. Niższe wartości uzyskała Wojtkowiak [2014], 3,47–3,83 g·kg⁻¹ s.m. fosforu w ziarnie. Średnia zawartość potasu była na poziomie 4,70 g·kg⁻¹ s.m. ziarna, przy czym najwięcej tego składnika zawierała odmiana ‘Cultivo’. Wartości uzyskane w badaniach własnych były mniejsze od podawanych przez Wojtkowiak [2014], które mieściły się w granicach 5,47–5,77 g·kg⁻¹ s.m. Ścigalska i in. [2000] podają, że zawartość potasu w ziarnie pszenżyta różnicuje czynnik odmianowy, co potwierdziły prezentowane badania.

W każdym żywym organizmie za prawidłowy metabolizm odpowiada główny składnik płynu międzykomórkowego, sód. Jego niedobór zmniejsza wykorzystanie białka i energii z pasz, hamuje wzrost. Żaden z badanych czynników nie miał wpływu na zawartość sodu w ziarnie pszenżyta ozimego. Średnia zawartość tego składnika była wyższa od wartości, jakie podają w swoich badaniach Kraska i Pałys [2008], które wahają się od 0,099 do 0,109 g·kg⁻¹ s.m. w ziarnie.

WNIOSKI

1. Systemy uprawy zmieniły istotnie w ziarnie pszenżyta zawartość suchej masy, białka, tłuszczu surowego, popiołu oraz związków bezazotowych wyciągowych, a także frakcji włókna ADF i ADL.
2. Uprawa pszenżyta ozimego systemem ekologicznym obniżyła o 16% zawartość białka ogółem w ziarnie.
3. Uprawa konwencjonalna i ekologiczna nie różnicowała jednoznacznie zawartości składników mineralnych.
4. Ziarno pszenżyta odmiany ‘Cultivo’ charakteryzowało się większą zawartością białka ogółem, tłuszczu, popiołu, wszystkich frakcji włókna (z wyjątkiem ligniny kwasno-detergentowej) oraz fosforu i potasu w porównaniu z pozostałymi odmianami.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC, 2012. Official methods of analysis of AOAC International. 19th ed., Gaithersburg.
- Berg A.O., 2003. Screening for osteoporosis in postmenopausal women: recommendations and rationale. *Am. J. Nurs.* 103 (1), 73–80.
- Brand T.S., Cruywagen C.W., Brandt D.A., Viljoen M., Burger W.W., 2003. Variation in the chemical composition, physical characteristics and energy value of cereal grain produced in the Western Cape area of South Africa. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 33 (2), 117–126.
- Ceglińska A., Cichy H., Haber T., Sadecka M., 2003. Ocena wartości technologicznej ziarna pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 230, 177–185.
- Chrenková M., Čerešňáková Z., Formelová Z., Poláčiková M., Mlyneková Z., Fl'ak P., 2012. Chemical and nutritional characteristics of different types of DDGS for ruminants. *J. Anim. Feed Sci.* 21, 425–435.
- Runowski H., 2009. Rolnictwo ekologiczne – rozwój czy regres? *Rocz. Nauk., seria G*, 96, 4, 182–193.
- Cierpiała R., Wesołowski M., 2015. Plonowanie i jakość ziarna nagoziarnistej formy jęczmienia jarego uprawianego w systemie rolnictwa ekologicznego i konwencjonalnego. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 70 (2), 33–42.
- Diehl G.D., Watts H.D., Kubicki J.D., Regner M.R., Ralph J., Brown N.R., 2014. Towards lignin-protein crosslinking: amino acid adducts of a lignin model quinone methide. *Cellulose* 21, 1395–1407.
- Estrada-Campuzano G., Miralles D.J., Slafer G.A., 2008. Genotypic variability and response to water stress of preand post-anthesis phases in triticale. *Eur. J. Agron.* 28 (3), 171–177.
- Gil Z., 2001. Charakterystyka cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego. *Biul. IHAR*. 220, 139–146.
- GUS, 2015. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2014 r. GUS, Departament Rolnictwa, Warszawa.
- Jankowska J., 2012. Wpływ chemicznego i mechanicznego zwalczania *Taraxacum officinale* na zawartość NDF i ADF w runi łąkowej. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Aliment., Pisc., Zootech.* 296 (23), 27–34.
- Jaśkiewicz B., 2009. Czynniki decydujące o regionalnym zróżnicowaniu produkcji pszenżyta w Polsce. *Fragm. Agron.* 26 (2), 72–80.
- Jaśkiewicz B., 2014a. Integrowana uprawa pszenżyta ozimego. Instrukcja upowszechniona nr 199. Puławy, 1–28.
- Jaśkiewicz B., 2014b. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i zawartość w ziarnie odmian pszenżyta ozimego. *Frag. Agron.* 31 (1), 25–31.
- Jaśkiewicz B., Podolska G., 2011. Impact of cultivation technology on yield and fodder value of winter triticale grain. W: M. Salampasis, A. Matopoulos (red.), *Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainable Agri-production and Environment (HAICTA 2011)*, Skiathos, 8–11 September 2011, 749–752.
- Józefiak D., Rutkowski A., Jensen B.B., Engberg R.M., 2007. Effects of dietary inclusion of triticale, rye and wheat and xylanase supplementation on growth performance of broiler chickens and fermentation in the gastrointestinal tract. *Anim. Feed Sci. Tech.* 132, 79–93.
- Kahlon T.S., Chapman M.H., Smith G.E., 2007. In vitro binding of bile acids by okra, beets, asparagus, eggplant, turnips, green beans, carrots, and cauliflower. *Food Chem.* 103, 676–680.
- Karczmarczyk S., Koszański Z., Zbieć I., Tyrakowska-Bielec U., 2000. Reakcja pszenżyta jarego na deszczowanie i nawożenie mineralne. Cz. 2, Aktywność procesów fizjologicznych, skład chemiczny i wartość wypiekowa ziarna. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 206, *Agricultura* 82, 117–124.

- Kraska P., Pałys E., 2008. Plonowanie i skład chemiczny ziarna pszenżyta ozimego uprawianego w monokulturze w warunkach zróżnicowanych dawek herbicydów. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 63 (2), 1–7.
- Kuznetsova E.A., Klepov R.E., Brindza J., Motyleva S., 2014. Changes in the microstructure of the cereal shells cell walls under the influence of biocatalysts on the basis of cellulase. *J. Int. Sci. Publ. Agric. Food* 2, 524–531.
- Maina D.N.B., Onjoro P.A., Njoka E.N., Ambula M.K., 2014. Evaluation of triticale grain as a feed for broiler finishers in Kenya. *Egerton J. Sci. Technol.* 14, 1–13.
- Mann J.I., Cummings J.H., 2009. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 19, 226–229.
- Mut Z., Sezer I., Gülümsel A., 2005. Effect of different sowing rates and nitrogen levels on grain yield, yield components and some quality traits of triticale. *Asian J. Plant Sci.* 4, 533–539.
- Myer R.O., Lozano del Rio A.J., 2004. Triticale as animal feed. W: *Triticale improvement and production*. FAO Plant Prod. Prot. Pap. 179, 49–58.
- Nawirska A., 2005. Binding of metal ions by selected fractions of fruit pomace. *Food Chem.* 90, 395–400.
- Nawirska A., Sokół-Łętowska A., Kucharska A.Z., Biesiadna A., Bednarek M., 2008. Porównanie zawartości frakcji włókna pokarmowego w odmianach dyni z gatunku *Cucurbita maxima* i *Cucurbita pepo*. *ŻNTJ* 1 (56), 65–73.
- Nieróbca P., 2004. Wpływ nawożenia azotowego, terminu siewu i ilości wysiewu na plon i elementy struktury plonu pszenżyta jarego. *Biul. IHAR* 231, 231–235.
- Osek M., Milczarek A., Janocha A., Świniarska R., 2010. Effect of triticale as a partial or complete wheat and maize substitute in broiler chicken diets on growth performance, slaughter value and meat quality. *Ann. Anim. Sci.* 10 (3), 275–283.
- Ötles S., Cagindi O., 2006. Cereal based functional foods and nutraceuticals. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 5 (1), 107–112.
- Piasecka-Kwiatkowska D., Madaj D., Warchalewski J.R., 2007. The biological activity of wheat, rye and triticale varieties harvested in four consecutive years. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 6 (4), 55–65.
- Runowski H., 2009. Rolnictwo ekologiczne – rozwój czy regres? *Rocz. Nauk Rol.* 96 (4), 183–193.
- Spychaj-Fabisiak E., Łożek O., Knapowski T., Ralcewicz M., 2005. Ocena oddziaływania terminu siewu i nawożenia azotem na wysokość plonu i zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenżyta. *Fragm. Agron.* 22 (1), 550–562.
- Stacey P., Kiely P.O., Hackett R., Rice B., O'Mara F.P., 2006. Changes in yield and composition of barley, wheat and triticale grains harvested during advancing stages of ripening. *Irish J. Agr. Food Res.* 45, 197–209.
- Stankiewicz C., 2005. Skład aminokwasowy i wartość biologiczna białka pszenżyta jarego w zależności od gęstości wysiewu i stosowanych herbicydów. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4 (1), 127–139.
- Ścigalska B., 2006. Reakcja pszenżyta jarego odmiany Wanad na uprawę w płodozmianie i monokulturach zbożowych. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 257, *Agricultura* 100, 207–210.
- Ścigalska B., Pisulewska E., Kołodziejczyk M., 2000. Zawartość makro- i mikroskładników w ziarnie odmian pszenżyta jarego. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 206, *Agricultura* 82, 287–292.
- Tohver M., Kann A., Täht R., Mihhalevski A., Hakman J., 2005. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chem.* 89, 125–132.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.

- Wojtkowiak K., 2014. Wpływ nawożenia azotem na jakość ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo. Cz. 2, Plonowanie i zawartość składników mineralnych. ZPPNR 576, 217–226.
- Worthington V., 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *J. Altern. Complem. Med.* 7 (2), 161–173.

Summary. Four winter triticale cultivars ('Cultivo', 'Grenado', 'Benetto', 'Tarzan') derived from organic and conventional production systems carried out in 2010–2011 in a field experiment were evaluated. The triticale samples were analysed for the content of dry mass, crude protein, fat, crude fibre, NFE, fibre fractions (NDF, ADF, ADL, HCEL, CEL) and Ca, P, K, Na. Grain originated from the organic system contained crude protein on average 16% lower than that from the conventional one. It was found that grain from the organic system contained a higher level of crude fat, ash, NFE, ADF and ADL than that from the conventional one. It was found that the cultivation system did not affect the level of minerals. The grain from cultivar 'Cultivo' contained significantly more crude protein, crude fat, ash and all examined fibre fractions (except ADL) as well as phosphorus and potassium compared to other cultivars.

Key words: organic production, conventional production, cultivars, winter triticale, chemical composition, fibre fraction, macroelements