

EWELINA ŁYSOŃ, WIOLETTA BIEL

OCENA SKŁADU CHEMICZNEGO ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN ŻYTA (*SECALE CEREALE* L.) Z UPRAWY EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ

Streszczenie

Żywność ekologiczna jest dla konsumentów synonimem wysokiej jakości oraz gwarancji bezpieczeństwa produkcji. W związku z tym celem pracy była analiza składu podstawowego (suchej masy, białka ogółem, tłuszczu surowego, włókna surowego, związków mineralnych w postaci popiołu ogółem i węglowodanów ogółem), frakcji błonnika (NDF – błonnika neutralnodetergentowego, ADF – błonnika kwaśnodetergentowego, ADL – ligniny kwaśnodetergentowej, HCEL – hemicelulozy i CEL – celulozy) oraz makroelementów (wapnia, fosforu, potasu i sodu) ziarna czterech odmian żyta ozimego ('Visello', 'Kapitan', 'Kondukt', 'Dukato'), pochodzących z upraw ekologicznej i konwencji konwencji.

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że ziarno żyta z produkcji ekologicznej zawierało średnio o 9,4 g/kg s.m. mniej białka niż ziarno z uprawy konwencji konwencji ($p \leq 0,05$). Ziarno to zawierało również istotnie mniej: popiołu ogółem, NDF, ADL i potasu w porównaniu z ziarnem żyta z uprawy konwencji konwencji. Badane odmiany żyta również różniły się między sobą. W ziarnie odmiany 'Kondukt' było istotnie więcej: białka ogółem, włókna surowego oraz wapnia w porównaniu z pozostałymi odmianami. Na podstawie przeprowadzonych badań nie stwierdzono korzystnego wpływu ekologicznego systemu uprawy ziarna żyta ozimego na jego skład chemiczny.

Słowa kluczowe: żyto ozime, odmiany żyta, uprawa ekologiczna, uprawa konwencji konwencji, skład chemiczny, frakcje włókna, makroelementy

Wprowadzenie

Wielu producentów i przetwórców upatruje w produkcji ekologicznej szansy na rozwój i zapełnienie niszy rynkowej powstałej na skutek zwiększonego zainteresowania konsumentów żywnością wysokiej jakości, jaką jest żywność ekologiczna [14, 20]. Podkreśla się, że surowce z produkcji ekologicznej mają korzystniejsze cechy pro-

Mgr inż. E. Lysoń, dr hab. inż. W. Biel, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Żywienia Zwierząt i Żywności, Wydz. Biotechnologii i Hodowli Zwierząt, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Doktora Judyma 10, 71-460 Szczecin. Kontakt: Wioletta.Biel@zut.edu.pl

zdrowotne, wynikające na ogół z większej wartości odżywczej i zdecydowanie mniejszego poziomu zanieczyszczeń niż produkowane w systemie konwencjonalnym. Wpływ na to ma wiele czynników, w tym m.in. sposób uprawy, odmiana roślin, stopień dojrzałości oraz warunki w okresie wegetacji [37, 38]. Ponadto surowce pochodzące z rolnictwa ekologicznego lepiej się przechowują w stosunku do płodów rolnictwa konwencjonalnego, co jest uwarunkowane z reguły większą zawartością suchej masy i związanym z tym ograniczeniem aktywności enzymatycznej oraz spowolnieniem procesów oddychania, gnicia i rozkładu. Wraz ze wzrostem suchej masy wzrasta też zawartość składników odżywczych, stąd można przypuszczać, że uprawa ekologiczna jest sposobem na zachowanie i zwiększenie zawartości składników odżywczych oraz związków bioaktywnych [6, 15].

Zmiany zachodzące w uprawie żyta ozimego stały się możliwe dzięki postępowi biologicznemu i agrotechnicznemu. W pewnym stopniu zostały wymuszone większym popytem na ziarno dla piekarnictwa. Ziarno żyta i jego przetwory, zwłaszcza pieczywo żytnie, wnoszą do codziennej diety wiele cennych składników [4, 33]. Aktualne badania dostarczają nowych informacji na temat walorów żywieniowych i dietetycznych tego zboża [5, 22]. Ze względu na wartościowy skład chemiczny i właściwości zdrowotne żyto, obok pszenicy, jest cennym surowcem do produkcji chleba. Ziarno żyta charakteryzuje się łatwo przyswajalnym białkiem, bogatym w lizynę. Mąka żytnia razowa przewyższa mąkę pszenną pod względem zawartości błonnika pokarmowego (o ok. 25 %). Ponadto podczas fermentacji kwasowej ciasta żytniego zostają uwolnione większe ilości wapnia niż w przypadku ciasta pszennego [16, 23, 25]. Pieczywo żytnie znacznie dłużej zachowuje świeżość i przydatność konsumpcyjną [4, 34, 40]. Ziarno żyta jest również bogate w witaminy a także w kwasy fenolowe oraz fitoestrogeny [3, 9, 11]. Spośród wszystkich zbóż żyto odznacza się najniższą kalorycznością (netto). Szczególnie ważne jest wykorzystanie mąki całościowej do wypieku chleba [23].

Istnieje niewiele danych dotyczących składu chemicznego ziarna żyta z upraw ekologicznych, co skłoniło autorki do podjęcia badań w tym kierunku.

Celem pracy było określenie wpływu metody uprawy (ekologicznej i konwencjonalnej) oraz odmiany żyta ozimego na skład chemiczny ziarna.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym było ziarno żyta ozimego (*Secale cereale* L.) z dwóch lat zbioru (2010 i 2011) otrzymane z Krajowego Instytutu Badawczego ds. Rybactwa i Rybołówstwa w Gülzow (Niemcy). Analizowanymi czynnikami doświadczenia były: sposób uprawy (ekologiczny i konwencjonalny) oraz odmiana żyta ozimego ('Viselo', 'Kapitan', 'Kondukt' i 'Dukato'). W systemie konwencjonalnym zastosowano nawożenie azotem w ilości 210 kg N/ha oraz pełną ochronę roślin z zastosowaniem herbicydów w postaci oprysków przeciwko chorobom i szkodnikom.

W uprawie ekologicznej źródłem azotu była mieszanka koniczyny z trawami, jako przedplon, bez stosowania regulatorów wzrostu i środków ochrony roślin, w tym środków grzybobójczych. W roku 2010 przedplonem w uprawie konwencjonalnej były trawy w uprawie polowej, a w roku 2011 – jęczmień ozimy. W uprawie ekologicznej w obydwu latach przedplonem była mieszanka koniczyny z trawami. Wilgotność otrzymanego ziarna nie przekraczała $14 \div 15$ %, w związku z czym nie wymagało dosuszenia [28]. Do badań chemicznych używano śruty otrzymanej z ziarna zmielonego w młynku laboratoryjnym Knifetec 1095 (Foss Tecator, Szwecja). W celu oznaczenia suchej masy próbki suszono w temp. $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ do uzyskania stałej masy. W wysuszonej śrucie oznaczano podstawowy skład chemiczny (białko ogółem, tłuszcz surowy, włókno surowe, związki mineralne w postaci popiołu ogółem, węglowodany ogółem) zgodnie z AOAC [1]. Zawartość tłuszczu surowego oznaczano metodą Soxhleta, a jako rozpuszczalnik stosowano eter dietylowy według PN-ISO 6492:2005 [31]. Zawartość popiołu ogółem oznaczano poprzez mineralizację próbki w piecu muflowym w temp. $580\text{ }^{\circ}\text{C}$ przez 8 h, według PN-ISO-2171:1994 [27]. Białko ogółem ($N \times 6,25$) określano metodą Kjeldahla według PN-EN-ISO-5983-1:2005 [30] przy użyciu aparatu Büchi B-324 (Szwajcaria). Zawartość włókna surowego oznaczano według PN-EN-ISO-6865:2002 [29]. Zawartość węglowodanów ogółem obliczano z tzw. różnicy według schematu [17]: węglowodany ogółem = $100 - (\text{woda} + \text{białko ogółem} + \text{tłuszcz surowy} + \text{włókno surowe} + \text{popiół ogółem})$.

Zawartość frakcji błonnika oznaczano metodą van Soesta i wsp. [41]. Metoda ta różnicuje skład błonnika na frakcje: neutralnodetergentowe (NDF, *neutral detergent fibre*), kwaśnodetergentowe (ADF, *acid detergent fibre*), celulozę (CEL, *cellulose*), hemicelulozy (HCEL, *hemicellulose*) i ligniny (ADL, *acid detergent lignin*). Oznaczenia wykonywano przy użyciu aparatu Ankom 220 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, Macedon New York, USA). Błonnik neutralnodetergentowy (NDF), odpowiadający sumie hemiceluloz, celulozy i ligniny, oznaczano przy użyciu dodecylsiarczanu sodu (Merc 102342, Niemcy), zaś kwaśnodetergentowy (ADF), w skład którego wchodzi celuloza i lignina – przy użyciu bromku cetylotrimetyloamoniowego. Zawartość ligniny (ADL) określano po hydrolizie próbki ADF w 72-procentowym kwasie siarkowym(VI), natomiast hemicelulozy (HCEL) wyliczano na podstawie różnicy zawartości NDF i ADF, a celulozę (CEL) z różnicy między ADF i ADL.

Zawartość wapnia, potasu i sodu oznaczano przy użyciu fotometru płomieniowego FLAPHO-4 (Carl Zeiss Jena, Niemcy), a fosfor – metodą spektrofotometryczną według PN-ISO 6491:2000 [26] z zastosowaniem aparatu Spekol 11 (Carl Zeiss Jena, Niemcy).

Każdą analizę wykonano w trzech powtórzeniach i przedstawiono jako wartość średnią z dwóch lat ($n = 3 \times 2$). Wyniki badań dotyczące wpływu metody uprawy i odmian żyta na zawartość składników odżywczych opracowano statystycznie z zasto-

sowaniem dwuczynnikowej analizy wariancji dla doświadczeń wieloletnich, a istotność różnic przy poziomie istotności $p = 0,05$ oceniano testem Tukeya. Analizy statystyczne wykonano w programie Statistica 12.0 PL.

Różnice procentowe obrazujące zmiany zawartości badanych składników w ziarnie obliczano z równania Worthingtona [42]:

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

gdzie: eko – zawartość badanych składników w ziarnie żyta z uprawy ekologicznej, konw – zawartość badanych składników w ziarnie żyta z uprawy konwencjonalnej.

Wyniki i dyskusja

Skład chemiczny próbek ziarna wykazywał zmienność w zależności od analizowanych czynników (tab. 1 - 3). Nie wykazano statystycznie istotnych ($p > 0,05$) różnic pod względem zawartości suchej masy w ziarnie żyta w zależności od sposobu uprawy, natomiast odmiana miała istotny wpływ na poziom analizowanych składników (tab. 1).

W ocenie wartości odżywczej zbóż ważnym parametrem jest zawartość białka. Spośród badanych czynników doświadczenia zarówno sposób uprawy, jak i odmiana żyta w istotny sposób różnicowały zawartość białka. Konwencjonalny system uprawy żyta wpłynął istotnie na zwiększenie poziomu białka o 9,4 g/kg suchej masy (s.m.) w ziarnie. Także odmiany żyta wykazały istotne zróżnicowanie pod względem zawartości białka w ziarnie. Najmniej tego składnika było w ziarnie odmiany ‘Visello’. Wyniki potwierdzają badania Sadowskiego i Rychcika [35], którzy również stwierdzili, że zawartość białka ogółem w ziarnie żyta z uprawy ekologicznej była mniejsza niż w ziarnie pozyskanym z uprawy konwencjonalnej. Równocześnie w badaniach wymienionych autorów zawartość białka w ziarnie pochodzącym z upraw ekologicznej i konwencjonalnej była mniejsza odpowiednio: o 23,9 g/kg s.m i 23,5 g/kg s.m. niż w badaniach własnych. Kraska [13] oznaczył zawartość tego składnika w ziarnie żyta uprawianego konwencjonalnie w granicach 97,68 ÷ 107,14 g/kg s.m. Dla porównania średnia zawartość białka w ziarnie najstarszego zboża chlebowego, czyli pszenicy z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej wynosi odpowiednio: 115,7 i 158,3 g/kg s.m. [18].

Zarówno czynnik genetyczny, jak i uprawowy, nie miały istotnego wpływu na zawartość lipidów w ziarnie. Średnia ich zawartość wynosiła 14,2 g/kg s.m. Schwarz i wsp. [36] wykazali zawartość lipidów na poziomie 16,54 g/kg s.m. Ragaee i wsp. [32] podają ich z kolei aż 25,3 g/kg s.m., a Nowotna i wsp. [23] – 18 ÷ 26 g/kg s.m. w próbkach ziarna pochodzącego z uprawy konwencjonalnej.

Tabela 1. Podstawowy skład ziarna żyta ozimego z upraw ekologicznej i konwencjonalnej

Table 1. Basic composition of winter rye grain from organic and conventional crops

Wyszczególnienie Specification		Sucha masa Dry matter [g/kg]	Białko ogółem Total protein [g/kg s.m. / d.m.]	Tłuszcz surowy Crude fat [g/kg s.m. / d.m.]	Włókno surowe Crude fibre [g/kg s.m. / d.m.]	Popiół ogółem Total ash [g/kg s.m. / d.m.]	Węglowodany ogółem Total carbohydrates [g/kg s.m. / d.m.]
Sposób uprawy Cultivation system	ekologiczna organic	894 ± 2,3	97,7 ± 9,2	14,4 ± 0,5	13,4 ± 1,4	17,3 ± 0,6	857,3 ± 10,2
	konwencjonalna conventional	894,9 ± 2,0	107,1 ± 6,8	14,0 ± 1,0	12,6 ± 1,4	17,7 ± 0,7	848,6 ± 6,7
Odmiana Cultivar	'Visello'	896,5 ± 1,9	94,3 ± 7,2	13,9 ± 0,4	13,2 ± 1,3	17,1 ± 0,5	861,4 ± 7,9
	'Kapitan'	894,3 ± 2,6	103,1 ± 8,1	14,4 ± 0,5	13,1 ± 1,9	17,6 ± 0,8	851,9 ± 8,4
	'Kondukt'	893,3 ± 1,6	106,3 ± 9,9	14,5 ± 1,2	13,7 ± 1,0	17,5 ± 0,8	847,9 ± 9,0
	'Dukato'	893,7 ± 1,1	105,9 ± 7,9	13,9 ± 0,7	12,0 ± 1,2	17,8 ± 0,6	850,5 ± 8,6
\bar{x}		894,4	102,4	14,2	13,0	17,5	852,9
Różnica eko/konw Difference org/conv [%]		-0,1	-8,8	2,9	6,4	-2,3	1,0
NIR _{0,05} uprawa LSD _{0,05} cultivation		n.s.	4,631	n.s.	n.s.	0,369	4,426
NIR _{0,05} odmiana LSD _{0,05} cultivar		2,186	8,878	n.s.	1,576	n.s.	8,483

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 6;

NIR_{0,05} – najmniejsza istotna różnica / LSD_{0,05} – least significant difference; n.s. nieistotnie statystycznie / statistically insignificant difference. Węglowodany ogółem = 100 – (woda + białko ogółem + tłuszcz surowy + włókno surowe + popiół ogółem) / Total carbohydrates = 100 – (water + total protein + crude fat + crude fibre + total ash).

W przeprowadzonych badaniach czynnik genetyczny miał istotny wpływ na zawartość włókna surowego. Największą zawartością włókna surowego odznaczało się ziarno odmiany 'Kondukt' – 13,7 g/kg s.m. Dla porównania Chrenková i wsp. [7] podają zawartość włókna surowego w ziarnie z uprawy konwencjonalnej jako 24,55 g/kg s.m.

Ziarno zbóż jest źródłem składników mineralnych. Spośród badanych czynników wpływ na zawartość tych składników w postaci popiołu miał sposób uprawy. Próbkę pochodzące z uprawy konwencjonalnej zawierały istotnie więcej popiołu niż ziarno pochodzące z uprawy ekologicznej. Średnia zawartość popiołu ogółem w ziarnie żyta wynosiła 17,5 g/kg s.m. Jak podają Nyström i wsp. [24], ziarno żyta zawiera 16 ÷

22 g/kg s.m. popiołu ogółem, natomiast Nowotna i wsp. [23] wykazali go 15,6 ÷ 19,2 g/kg s.m. Wymienieni autorzy badali ziarno pochodzące z uprawy konwencjonalnej.

Spośród badanych czynników, zarówno sposób uprawy, jak i czynnik genetyczny miały wpływ na zawartość węglowodanów ogółem w ziarnie żyta. Największą zawartością tego składnika odznaczała się odmiana ‘Visello’, zawierająca 861,4 g/kg s.m. Matras i Szot [19] podają średnią zawartość tego składnika na niższym poziomie, wynoszącym 855,60 g/kg s.m.

W tab. 2. przedstawiono zawartość frakcji błonnika pokarmowego. Odmiana miała statystycznie istotny wpływ ($p \leq 0,05$) na zawartość frakcji ADF, ADL oraz CEL, a system uprawy – na poziom frakcji NDF i ADL. Cohn i wsp. [8] stwierdzili, że duża zawartość frakcji rozpuszczalnej błonnika w diecie prowadzi do obniżenia poziomu cholesterolu i triacylogliceroli we krwi poprzez wiązanie cholesterolu dostarczanego z pożywieniem w strukturze żelowej, a to powoduje zmniejszenie jego wchłaniania oraz zwiększenie wydalania z kałem. Próbkami pochodzące z uprawy konwencjonalnej w porównaniu z próbkami pochodzącymi z uprawy ekologicznej zawierały o 7,8 g/kg s.m. więcej frakcji neutralnodetergentowej. Średnia zawartość NDF w ziarnie wynosiła 165 g/kg s.m. W badaniach ziarna żyta pochodzącego z uprawy konwencjonalnej Žilić i wsp. [43] oznaczyli więcej tej frakcji – 220,1 ÷ 461,0 g/kg s.m. Z kolei Mikulioniene i Balezentiene [21] podają średnią zawartość frakcji NDF na poziomie 139 g/kg s.m.

Na zawartość frakcji kwaśnodetergentowej (ADF), na którą składają się celuloza i lignina, istotnie większy wpływ miała odmiana żyta. Najbogatsze we frakcję ADF okazało się ziarno odmiany ‘Kapitan’ – zawierało jej 33,1 g/kg s.m. Z kolei odmiana ‘Dukato’ zawierała najmniej ADF – 29,4 g/kg s.m. Podobne wyniki uzyskali Žilić i wsp. [43], natomiast Mikulioniene i Balezentiene [21] oznaczyli zawartość frakcji ADF na poziomie 47 g/kg s.m. Wymienieni autorzy przeprowadzili badania z udziałem ziarna pochodzącego z uprawy konwencjonalnej.

W badaniach własnych poziom frakcji ADL był większy w próbkach uzyskanych z uprawy konwencjonalnej o 1,0 g/kg s.m. Największą ilością tej frakcji odznaczała się odmiana ‘Kapitan’, zawierająca 8,1 g/kg s.m. Žilić i wsp. [43] oznaczyli zawartości tej frakcji w zakresie 6 ÷ 13,8 g/kg s.m., a Mikulioniene i Balezentiene [21] – 19 g/kg s.m.

Średni poziom hemicelulozy w ziarnie żyta wynosił 134,6 g/kg s.m. Była to zawartość mniejsza od wyników Žilića i wsp. [43], którzy oznaczyli 186,7 ÷ 423,7 g/kg s.m. hemicelulozy.

Średnia zawartość celulozy w badanych próbkach wynosiła 23,6 g/kg s.m. Najbogatsze w tę frakcję było ziarno odmiany ‘Kapitan’, zawierające 25,0 g/kg s.m. Więcej celulozy w ziarnie oznaczyli Mikulioniene i Balezentiene [21] – 28 g/kg s.m.

Tabela 2. Zawartość frakcji błonnika w ziarnie żyta ozimego z upraw ekologicznej i konwencjonalnej [g/kg s.m.]

Table 2. Content of fibre fraction in winter rye grain from organic and conventional crops [g/kg d.m.]

Wyszczególnienie Specification		Błonnik neutralno- detergentowy Neutral de- tergent fibre	Błonnik kwaśno- detergentowy Acid deter- gent fibre	Lignina kwaśno- detergentowa Acid deter- gent lignin	Hemiceluloza Hemicellulose	Celuloza Cellulose
Sposób uprawy Cultivation system	ekologiczna organic	161,1 ± 9,5	30,9 ± 3,2	7,2 ± 0,7	131,3 ± 10,8	23,6 ± 3,0
	konwencjonalna conventional	168,9 ± 7,5	31,8 ± 2,5	8,2 ± 1,1	137,9 ± 7,9	23,6 ± 1,7
Odmiana Cultivar	'Visello'	165,8 ± 10,3	32,3 ± 1,4	7,7 ± 1,0	133,2 ± 9,2	24,5 ± 1,1
	'Kapitan'	164,5 ± 7,8	33,1 ± 2,2	8,1 ± 1,4	135,6 ± 10,0	25,0 ± 1,6
	'Kondukt'	165,6 ± 8,6	30,4 ± 2,8	7,0 ± 0,7	135,1 ± 10,9	23,4 ± 2,4
	'Dukato'	164,1 ± 11,9	29,4 ± 3,4	7,9 ± 0,7	134,7 ± 11,2	21,5 ± 2,9
\bar{X}		165,0	31,3	7,7	134,6	23,6
Różnica eko/konw Difference org/conv [%]		-4,6	-2,8	-12,2	-4,8	0
NIR _{0,05} uprawa LSD _{0,05} cultivation		5,860	n.s.	0,468	n.s.	n.s.
NIR _{0,05} odmiana LSD _{0,05} cultivar		n.s.	2,620	0,898	n.s.	2,096

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 6;

NIR_{0,05} – najmniejsza istotna różnica / LSD_{0,05} – least significant differences; n.s. nieistotne statystycznie / statistically insignificant difference.

Składniki mineralne są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Utrzymujący się przez dłuższy czas zarówno ich niedobór, jak i nadmiar, może mieć udział w etiologii niektórych chorób metabolicznych [2]. Właściwie zbilansowana dieta ma korzystny wpływ na parametry stresu oksydacyjnego [10]. W tab. 3. przedstawiono zawartość wybranych składników mineralnych w badanym ziarnie żyta. Czynniki genetyczne miały istotny wpływ na zawartość wapnia, potasu i sodu, co wskazuje na różną zdolność do pobierania i kumulowania w biomacie wymienionych składników przez poszczególne odmiany rosnące w tych samych warunkach siedliskowych. Sposób uprawy miał istotny wpływ jedynie na poziom potasu w ziarnie żyta. Średnia zawartość wapnia w badanych próbkach wynosiła 1,1 g/kg s.m. i była większa od tej, którą oznaczyli Matras i Szot [19].

W badaniach własnych na poziom fosforu w ziarnie nie miał wpływu żaden z badanych czynników. Średnia zawartość tego składnika wynosiła 3,6 g/kg s.m. Sadowski i Rychcik [35] stwierdzili w ziarnie pochodzącym z uprawy ekologicznej 3,42 g/kg s.m. tego pierwiastka, a z uprawy konwencjonalnej – 3,51 g/kg s.m.

Tabela 3. Zawartość makroelementów w ziarnie żyta ozimego z upraw ekologicznej i konwencjonalnej [g/kg s.m.]

Table 3. Content of macro-elements in winter rye grain from organic and conventional crops [g/kg d.m]

Wyszczególnienie / Specification		Wapń Calcium	Fosfor Phosphorus	Potas Potassium	Sód Sodium
Sposób uprawy Cultivation system	ekologiczna organic	1,1 ± 0,1	3,7 ± 0,3	4,5 ± 0,5	0,20 ± 0,07
	konwencjonalna conventional	1 ± 0,1	3,6 ± 0,2	4,9 ± 0,3	0,19 ± 0,07
Odmiana Cultivar	'Visello'	1,1 ± 0,1	3,7 ± 0,2	4,4 ± 0,4	0,17 ± 0,03
	'Kapitan'	1,1 ± 0,1	3,5 ± 0,2	4,3 ± 0,4	0,12 ± 0,02
	'Kondukt'	1,1 ± 0,1	3,8 ± 0,2	4,9 ± 0,3	0,25 ± 0,04
	'Dukato'	1,0 ± 0,1	3,6 ± 0,4	5,1 ± 0,2	0,25 ± 0,04
\bar{x}		1,1	3,6	4,7	0,20
Różnica eko/konw Difference org/conv [%]		10	2,8	-8,2	5,26
NIR _{0,05} uprawa LSD _{0,05} cultivation		n.s.	n.s.	0,190	n.s.
NIR _{0,05} odmiana LSD _{0,05} cultivar		0,047	n.s.	0,364	0,047

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

Ziarno żyta pochodzące z uprawy konwencjonalnej zawierało istotnie więcej potasu niż ziarno pochodzące z uprawy ekologicznej. Najbogatsze w ten składnik było ziarno odmiany 'Dukato', zawierające 5,1 g/kg s.m. Z kolei Sadowski i Rychcik [35] podają zawartość potasu w ziarnie pochodzącym z uprawy konwencjonalnej – 4,48 g/kg s.m., natomiast z ekologicznej – 4,42 g/kg s.m.

Średnia zawartość sodu w ziarnie żyta wynosiła 0,20 g/kg s.m. Największą zawartością tego składnika charakteryzowały się odmiany 'Dukato' i 'Kondukt' – 0,25 g/kg s.m. Uzyskane wyniki własne były porównywalne z przedstawionymi przez Kowieskę i wsp. [12], którzy w ziarnie z uprawy konwencjonalnej oznaczyli sód w ilości 0,208 g/kg s.m.

Na podstawie przeprowadzonych badań nie można jednoznacznie określić korzystnego wpływu ekologicznego sposobu uprawy na skład chemiczny ziarna żyta. Wymaga to dalszych badań chemicznych oraz badań nad przydatnością technologiczną i przechowalniczą omawianych odmian żyta.

Wnioski

1. Czynniki genetyczny w znacznie większym stopniu miał wpływ na skład chemiczny ziarna żyta niż sposób uprawy.
2. Brak stosowania nawozów azotowych w uprawie ekologicznej wpłynął na statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) zmniejszenie zawartości białka ogółem w ziarnie żyta (o 9,4 g/kg s.m.).
3. Ziarno żyta z uprawy ekologicznej zawierało statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) mniej: związków mineralnych w postaci popiołu ogółem, błonnika neutralnoderwentowego, błonnika kwaśnodetergentowego i potasu w porównaniu z ziarnem żyta z produkcji konwencjonalnej.
4. Żyto 'Kondukt' charakteryzujące się ziarnem o statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) najmniejszej zawartości węglowodanów ogółem, a największej zawartości: białka ogółem, włókna surowego oraz wapnia jest odmianą polecaną do przeprowadzenia szerszej oceny wartości odżywczej i technologicznej.

Literatura

- [1] AOAC: Official methods of analysis of AOAC International. 19th ed. Gaithersburg 2012.
- [2] Berg A.O.: Screening for osteoporosis in postmenopausal women: Recommendations and rationale. *Am. J. Nurs.*, 2003, **103** (1), 73-80.
- [3] Björk I., Östman E., Kristensen M., Anson M.N., Price R.K., Haenen G.R.M.M., Havenaar M., Knudsen K.E.B., Frid A., Mykkänen H., Welch R.W., Riccardi G.: Cereal grains for nutrition and health benefits: Overview of results from in-vitro animal and human studies in the health grain project. *Trends Food Sci. Technol.*, 2012, **25**, 87-100.
- [4] Buksa K., Nowotna A., Gambuś H.: Wpływ dodatku preparatu pentozanowego na właściwości ciasta i chleba z mąki żytniej. *Acta Agrophysica*, 2012, **19** (1), 7-18.
- [5] Buksa K., Nowotna A., Gambuś H., Krawontka J., Sabat R., Noga M.: Analiza towaroznawcza i skład chemiczny ziarna wybranych polskich odmian żyta, pochodzących z trzech kolejnych lat uprawy. *Acta Agrophysica*, 2012, **19** (2), 265-276.
- [6] Carvalho F.P.: Agriculture, pesticides, food security, and food safety. *Environ. Sci. Policy.*, 2006, **9**, 685-692.
- [7] Chrenková M., Chrastinová L., Lauková A., Ondruška L., Poláčíková M., Formelová R., Szabóová R., Rafay J.: The use of selected triticale and rye varieties in rabbit diets: Effect on growth performance, digestibility and balance of nutrients. *JMBFS*, 2012, **1**, 923-929.
- [8] Cohn J.C., Kamili A., Wat E., Chung R.W.S., Tandy S.: Reduction in intestinal cholesterol absorption by various food components: Mechanisms and implications. *Atherosclerosis Suppl.* 2010, **11**, 45-48.
- [9] Gani A., Wani S.M., Masoodi F.A., Hameed G.: Whole-grain cereal bioactive compounds and their health benefits: A review. *J. Food. Proces. Technol.*, 2012, **3**, 3.
- [10] Hans C., Chaudhary D., Bansal D.: Effect of magnesium supplementation on oxidative stress in alloxanic diabetic rats. *Magnes. Res.*, 2003, **16** (1), 13.
- [11] Jasińska I., Kołodziejczyk P., Michniewicz J.: Ziarno żyta jako potencjalne źródło składników prozdrowotnych w diecie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2** (47) **Supl.**, 85-92.
- [12] Kowieska A., Lubowicki R., Jaskowska I.: Chemical composition and nutritional characteristics of several cereal grain. *Acta Sci. Pol., Zootech.*, 2011, **10** (2), 37-50.

- [13] Kraska P.: Wpływ zróżnicowanej agrotechniki na plon i wybrane cechy jakościowe ziarna jęczmienia jarego i żyta ozimego. Pam. Puł., 2005, **139**, 75-85.
- [14] Kuś J., Jończyk K., Stalenga J., Feledyn-Szewczyk B., Mróz A.: Plonowanie wybranych odmian pszenicy ozimej w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej. J. Res. Appl. Agric. Eng., 2010, **55 (3)**, 18-23.
- [15] Lairon D.: Nutritional quality and safety of organic food. A review. Argon. Sustain. Dev., 2010, **30**, 33-41.
- [16] Litwinek D., Gambuś H., Sabat R., Wywrotka-Gurgul A., Lakoś M.: Porównanie jakości i wartości odżywczej mąki żytniej, pszennej i orkiszowej z pełnego przemiału. W: Technologiczne kształtowanie jakości żywności. Red. K.M. Wójciak, Z.J. Dolatowski. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2015, ss. 171-180.
- [17] Łoś-Kuczera M., Iwanow K., Kłys W., Kunachowicz H., Nadolna I., Okolska G., Rutkowska U., Wojtasik A.: Produkty spożywcze. Skład i wartość odżywcza. Warszawa 1990, Prace IŻŻ nr 54.
- [18] Lysoń E., Biel W., Sobolewska M.: Estimation of the selected winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties cultivated in organic and conventional crop production systems. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech., 2015, **320 (35) 3**, 59-68.
- [19] Matras J., Szot B.: Wstępna ocena właściwości fizycznych i składu chemicznego ziarna żyta *Secale montanum*. Acta Agrophysica, 2009, **13 (3)**, 753-759.
- [20] Mazurkiewicz J.: Porównanie jakości technologicznej pszenicy i żyta uprawianych w warunkach konwencjonalnych i gospodarstwa ekologicznego. Acta Agrophysica, 2005, **6 (3)**, 729-741.
- [21] Mikulioniene S., Balezientiene L.: Responses of cereals grain quality on organic and conventional farming. Agron. Res., 2009, **7 (2)**, 677-683.
- [22] Nordlund E., Heiniö R.L., Viljaen K., Pihlava J.M.: Flavour and stability of rye grain fractions in relation to their chemical composition. Food Rev. Int., 2013, **54**, 48-56.
- [23] Nowotna A., Buksa K., Gambuś H., Gnela M., Ziobro R., Sabat R., Krawontka J.: Użycie mąki całościowej z różnych odmian żyta w piekarstwie. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **3 (52)**, 90-97.
- [24] Nyström L., Lampi A.M., Andersson A.M., Kamal-Eldin A., Gebruers K., Courtin C.M., Delcour J.A., Li L., Ward J.L., Fra A., Boros D., Rakszegi M., Bedő Z., Shewry P.R., Piironen V.: Phytochemicals and dietary fiber components in rye varieties in the health grain diversity screen. J. Agric. Food Chem., 2008, **56**, 9758-9766.
- [25] Peñas E., Martínez-Villaluenga C., Vidal-Casero C., Zieliński H., Frias J.: Protein quality of traditional rye breads and ginger cakes as affected by the incorporation of flour with different extraction rates. Pol. J. Food Nutr., 2013, **63 (1)**, 5-10.
- [26] PN-ISO 6491:2000. Pasze. Oznaczanie zawartości fosforu. Metoda spektrometryczna.
- [27] PN-EN ISO 2171:2010. Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i ich przetwory. Oznaczanie zawartości popiołu metodą spalania.
- [28] PN-EN ISO 712:2012. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności. Metoda odwoławcza.
- [29] PN-EN ISO 6865:2002. Pasze. Oznaczanie zawartości włókna surowego. Metoda z pośrednią filtracją.
- [30] PN-EN ISO 5983-1:2006. Pasze. Oznaczanie zawartości azotu i obliczanie zawartości białka ogólnego. Część 1: Metoda Kjeldahla.
- [31] PN-ISO 6492:2005. Pasze. Oznaczanie zawartości tłuszczu.
- [32] Ragaei S., Abdel-Aal E.M., Noaman M.: Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. Food Chem., 2006, **98**, 32-38.
- [33] Rosén L.A.H., Östman E.M., Shewry P.R., Ward J.L., Andersson A.A.M., Piironen V., Lampi A.M., Rakszegi M., Bedő Z., Björk I.M.E.: Postprandial glycemia, insulinemia, and satiety responses in healthy subjects after whole grain rye bread made from different rye varieties 1. J. Agric. Food Chem., 2011, **59**, 12139-12148.
- [34] Ruszkowska M.: Właściwości sorpcyjne mąk przeznaczonych do wypieku chleba w warunkach domowych. Acta Agrophysica, 2012, **19 (1)**, 111-121.

- [35] Sadowski T, Rychcik B.: Plonowanie i wybrane cechy jakościowe żyta ozimego w okresie przestawiania jego uprawy na system ekologiczny. *Ann. UMCS Lublin*, 2010, **LXV (2)**, 91-99.
- [36] Schwarz T., Kuleta W., Turek A., Tuz R., Nowicki J., Rudzki B., Bartlewski P.M.: Assessing the efficiency of using a modern hybrid rye cultivar for pig fattening, with emphasis on production costs and carcass quality. *Anim. Prod. Sci.*, 2014, **55 (4)**, 467-473.
- [37] Sembratowicz I., Rusinek-Prystupa E.: Zawartość substancji bioaktywnych w owocach pozyskiwanych z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. *Probl. Hig. Epidemiol*, 2015, **96 (1)**, 259-263.
- [38] Staniak S.: Charakterystyka żywności produkowanej w warunkach rolnictwa ekologicznego. *Pol. J. Agron.*, 2014, **19**, 25-35.
- [39] Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **4 (41) Supl.**, 5-28.
- [40] Tomiło J., Dziki D., Różyło R.: Zmiany tekstury pieczywa żytniego podczas przechowywania. *Episteme*, 2013, **21 (2)**, 143-154.
- [41] Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A.: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 1991, **74**, 3583-3597.
- [42] Worthington V.: Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *J. Altern. Complem. Med.*, 2001, **7 (2)**, 161-173.
- [43] Žilić S., Dodig D., Milašinović-Šeremešić M., Kandić V., Kostadinović M., Prodanović S., Savić D.: Small grain cereals compared for dietary fibre and protein contents. *Genetika*, 2011, **43 (2)**, 381-395.

ASSESSING CHEMICAL COMPOSITION OF GRAIN OF SOME SELECTED RYE (*SECALE CEREALE L.*) CULTIVARS FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CROPS

S u m m a r y

For consumers, organic food is the byword for high quality and guarantee of production safety. Therefore, the objective of the research study was the analysis of the basic composition (i.e. dry matter, total protein, crude fat, crude fibre, mineral compounds in the form of total ash and total carbohydrates) of four winter rye cultivars ('Visello', 'Kapitan', 'Kondukt', 'Dukato') derived from organic and conventional crops as well as the analysis of the fibre fractions (NDF – neutral detergent fibre, ADF – acid detergent fibre, ADL – acid detergent lignin, HCEL – hemicellulose, CEL – cellulose) and macro-elements (calcium, phosphorus, potassium, sodium) therein.

Based on the analysis research, it was found that the content of crude protein in rye grain from organic crops was, on average, 9.4 g/kg of d.m. lower compared to that in the rye grain from conventional crops ($p \leq 0.05$). Moreover, the rye grain from organic crops contained significantly lower amounts of: total ash, NDF, ADL, and potassium compared to the rye grain from conventional crops. Also, the rye cultivars analyzed differed from each other. Compared to others cultivars, the grain from the 'Kondukt' cultivar contained significantly more crude protein, crude fibre, and Ca. Based on the research performed, it was concluded that the organic farming of winter rye grain had no beneficial effect on its chemical composition.

Key words: winter rye, cultivars of rye, organic crops, conventional crops, chemical composition, fibre fraction, macro-elements 