

WIOLETTA BIEL, ROBERT MACIOROWSKI

## OCENA WARTOŚCI ODŻYWCZEJ ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY

### Streszczenie

Materiał badawczy stanowiło ziarno 6 odmian pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) ze zbioru w latach 2007 i 2008 (jare: Torka, Korynta, Cytra, Zadra oraz ozime: Fregata, Markiza). Oceną objęto zawartość: suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego, włókna, węglowodanów ogółem, frakcji włókna (NDF, ADF, ADL, HEM, CEL), aminokwasów oraz wskaźniki wartości odżywczej białka (CS, EAAI, PER). Największą zawartością białka charakteryzowała się odmiana Korynta (176 g/kg SM), a najmniejszą odmiana Markiza (151 g/kg s.m.). Ziarno odmian jarych zawierało mniej włókna surowego niż odmian ozimych. Największą zawartością ligniny charakteryzowało się ziarno odmian ozimych – Fregata i Markiza. Stwierdzono dużą zawartość aminokwasów egzogennych w ziarnie odmiany Markiza, co znalazło odzwierciedlenie w wartości odżywczej obliczonej na podstawie wskaźników CS, EAAI, przewidywanej wartości PER. Pierwszym aminokwasem ograniczającym jakość białka ( $CS_{MH}, CS_{WE}$ ) we wszystkich badanych próbach okazała się lizyna.

**Słowa kluczowe:** pszenica, skład chemiczny, frakcje włókna, aminokwasy, jakość białka

### Wprowadzenie

Zadaniem współczesnej hodowli pszenicy w Polsce jest uzyskanie odmian plennych o ulepszonych cechach jakościowych i wysokiej wartości odżywczej oraz odpornych na choroby. Bardzo ważnym zadaniem hodowli jest uzyskanie dużej zawartości białka w ziarnie. Zawartość białka w ziarnie nie jest wyłącznie cechą odmianową, ale zależy również od warunków klimatyczno-glebowych, nawożenia oraz ochrony chemicznej [28].

Wymogi te skłaniają do stałej weryfikacji wartości technologicznej, jak i jakości nowych odmian pszenicy.

---

*Dr inż. W. Biel, Katedra Hodowli Trzody Chlewnej, Żywienia Zwierząt i Żywności, Wydz. Biotechnologii i Hodowli Zwierząt, ul. Doktora Judyma 2, 71-466 Szczecin, dr hab. R. Maciorowski, prof. ZUT, Katedra Agronomii, Wydz. Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, ul. Papieża Pawła VI 3, 71-459 Szczecin, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

Celem pracy była ocena składu chemicznego i wartości odżywczej ziarna odmian pszenicy ozimej i jarej ze zbioru w latach 2007-2008.

### Material i metody badań

Material badawczy stanowiło ziarno 6 odmian pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) ze zbioru w latach 2007 i 2008 r., pochodzące z Hodowli Roślin Strzelce sp. z o.o.

Do oceny wybrano pszenicę wzorcową odmiany Torka, trzy odmiany pszenicy jarej (Korynta, Cytra, Zadra) oraz dwie odmiany pszenicy ozimej (Fregata, Markiza). Warunki pogodowe w badanych latach były następujące: opady średnioroczne w 2007 r. wynosiły 798 mm, przy wilgotności 79 %, w 2008 r. – 541 mm, przy wilgotności 78 %. Średnia temperatura powietrza w 2007 r. wynosiła 9 °C (-15,7 do 35,5 °C), w 2008 r. 8 °C (-12,4 do 30,9 °C). Średnia temperatura gleby wynosiła w 2007 r. 10 °C (-3 do 26 °C), tak samo w 2008 r. 10 °C (-5,2 do 31,1 °C). Ziarno było zaprawiane przed siewem środkiem Maxi 025 FS. Nawożenie azotem wynosiło 80 kg N×ha<sup>-1</sup> oraz 40 kg×ha<sup>-1</sup>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 40 kg×ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Przed wykłoszeniem pszenicy zastosowano oprysk preparatem Tergal CCC.

Do badań chemicznych użyto śruty otrzymanej z ziarna zmielonego w młynku laboratoryjnym Knifetec 1095, Foss Tecator. Podstawowy skład chemiczny ziarna pszenicy (sucha masa, związki mineralne w postaci popiołu całkowitego, białko ogólne, włókno surowe) oznaczano metodą standardową AOAC [2]. W celu oznaczenia suchej masy próby suszono w piecu w temp. 105 °C do uzyskania stałej masy. Ekstrakt eterowy oznaczano za pomocą eteru dietylowego metodą Soxhleta wg PN-ISO 6492:2005 [24], popiół całkowity – poprzez spalanie w piecu muflowym w temp. 580 °C przez 8 h wg PN-ISO-2171:1994 [21], białko ogólne (N×6,25) określono metodą Kjeldahla wg PN-EN-ISO-5983-1:2005 [23] przy użyciu aparatu Büchi B-324, włókno surowe oznaczono wg PN-EN-ISO-6865:2002 [22].

Frakcje włókna: NDF (neutral detergent fibre), ADF (acid detergent fibre), ADL (acid detergent lignin) oznaczano z zastosowaniem metody van Soesta i wsp. [32], wykorzystując aparat Ancom 220 Fiber Analyzer. Frakcję NDF oznaczano z zastosowaniem SLS (siarczanu sodowo-laurylowego), ADF z zastosowaniem CTAB (bromku cetylo-trójmetylo-amoniowego), ADL poprzez rozkład otrzymanego ADF w 72-procentowym kwasie siarkowym. Zawartość hemicelulozy obliczano z różnicy pomiędzy NDF i ADF, a celulozy – z różnicy ADF i ADL. Wyniki składu podstawowego przedstawiono w g na kg s.m.

Udział aminokwasów w białku ziarna ocenianych odmian pszenicy, z wyjątkiem tryptofanu, oznaczano w analizatorze aminokwasów typ AAA-400, po uprzedniej hydrolizie 6 M HCl. Ponadto aminokwasy siarkowe poddawano hydrolizie 6 M HCl po utlenieniu mieszaniną kwasu mrówkowego i nadtlenu wodoru w stosunku 9 : 1. Tryp-

tofan oznaczano zgodnie z metodą AOAC [2]. Skład aminokwasowy przedstawiono w g na 16 g azotu. Skład ten posłużył do oceny wartości odżywczej białka. Wskaźnik aminokwasu ograniczającego (CS, chemical score) określano z zastosowaniem dwóch standardów: aminokwasów dla człowieka dorosłego (MH) [11] oraz białka jaja kurzego (WE) [10]:

$$CS = a_i/a_s \times 100 [\%],$$

gdzie:

$a_i$  – zawartość aminokwasu egzogenego białka badanego,

$a_s$  – zawartość aminokwasu egzogenego białka wzorcowego.

Wskaźnik aminokwasów niezbędnych (EAAI, essential amino acid index) obliczano jako średnią geometryczną wszystkich aminokwasów egzogennych do zawartości tych aminokwasów w danym wzorcu:

$$EAAI = \sqrt[n]{(a_1/a_{1s}) \times 100 \times \dots \times (a_n/a_{ns}) \times 100} = \sqrt[n]{\frac{a_1}{a_{1s}} 100 \times \dots \times \frac{a_n}{a_{ns}} 100} = 10^{\log EAAI},$$

gdzie

$a_n$  – zawartość aminokwasu białka badanego,

$a_{ns}$  – zawartość aminokwasu białka wzorcowego,

przy czym:

$$\log EAAI = \frac{1}{n} \left( \log \left( \frac{a_1}{a_{1s}} 100 \right) + \dots + \log \left( \frac{a_n}{a_{ns}} 100 \right) \right) = \frac{1}{n} \left( \log \frac{a_1}{a_{1s}} + \dots + \log \frac{a_n}{a_{ns}} \right) + 2.$$

Przewidywaną wartość PER (protein efficiency ratio) obliczano za pomocą trzech równań regresji podanych przez Alsmeyer i wsp.[1]:

-  $PER_1 = -0,684 + 0,456 \times Leu - 0,047 \times Pro$ ;

-  $PER_2 = -0,468 + 0,454 \times Leu - 0,105 \times Tyr$ ;

-  $PER_3 = -1,816 + 0,435 \times Met + 0,780 \times Leu + 0,211 \times His - 0,944 \times Tyr$ .

Dane analizowano za pomocą metody analizy wariancji w układzie kompletnej randomizacji. Czynniki w analizie były odmiany i lata badań. Ze względu na to, że dysponowano tylko powtórzeniami laboratoryjnymi analiz, do testowania istotności efektów głównych użyto sumy błędu oraz interakcji lata  $\times$  odmiany. Wartości średnie porównywano za pomocą testu Duncana przy  $p = 0,05$  [30].

## Wyniki i dyskusja

Wyniki badanych cech wybranych odmian pszenicy były zbliżone w poszczególnych latach badań. Stąd interpretowano je jako wartości średnie z dwóch lat zbioru 2007 i 2008, bez przedstawienia interakcji badanych czynników.

Jakość ziarna pszenicy w dużym stopniu zależy od odmiany, czynników pogodowych i agrotechnicznych oraz warunków zbioru, transportu i przechowywania [12]. Jednym z najważniejszych składników odżywczych jest białko. Wielu autorów podkreśla, że białko stanowi podstawowe kryterium oceny wartości wypiekowej pszenicy. Zawartość białka w ziarnie jest cechą dziedziczną, silnie modyfikowaną czynnikami siedliskowymi i agrotechnicznymi [25]. Poziom białka (tab. 1) w ziarnie pszenicy badanych odmian był zróżnicowany od 151 do 176 g/kg s.m. Największą istotną zawartość oznaczono w ziarnie dwóch odmian pszenicy: jarej odmiany Korynta – 176 g/kg s.m. i ozimej odmiany Fregata – 174 g/kg s.m., co potwierdza badania Stagnari i wsp. [29]. Zawartość białka w tych odmianach była większa o ok. 9 % od odmiany wzorcowej Torka. Istotnie najniższym poziomem białka charakteryzowała się odmiana ozima (paszowa) Markiza, należąca do klasy C – 151 g/kg s.m. Natomiast Jakubczyk i Gondek [13] uzyskali mniejszą zawartość białka w ziarnie odmiany Cytra i Zadra – 136 g/kg s.m. niż w badaniach własnych. Różnica może wynikać z innego miejsca zbioru. Ziarno badane przez wymienionych autorów pochodziło ze Stacji Doświadczalnej Osina, należącej do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB w Puławach, z 2007 r.

Biorąc pod uwagę wykorzystanie ziarna pszenicy w przemyśle młynarsko-piekarskim należy podkreślić, że każda z omawianych odmian może być przeznaczona do produkcji mąki, ponieważ ziarno na cele piekarskie powinno zawierać co najmniej 11,5 % białka w s.m. Ziarno, które może spełniać rolę tzw. poprawiacza w mieszankach przemiałowych z ziarnem o średniej bądź niskiej wartości technologicznej powinno zawierać ponad 14 % białka w s.m. [17].

Zawartość tłuszczu w znacznie większym stopniu niż białko, węglowodany ogółem i włókno decyduje o energii zawartej w pszenicy. W badanym ziarnie istotnie największą zawartością tłuszczu charakteryzowało się ziarno odmiany jarej Korynta – 23 g/kg s.m. Natomiast najmniejszą istotną zawartość, spośród badanych odmian, wykazywała pszenica ozima paszowa Markiza – 13 g/kg s.m. Udział tłuszczu w badanych odmianach jest zbliżony z wynikami uzyskanymi przez Augustyna i Barteczkę [3] oraz Charalampopoulos i wsp. [8], którzy podają, że poziom tłuszczu mieści się w granicach 10,6 - 25,8 g/kg s.m.

Wartość biologiczna jest uzależniona od ilości i rodzaju włókna pokarmowego oraz zawartości polisacharydów nieskrobiowych (NSP – non starch polysaccharides). Z badań własnych wynika, że zawartość włókna w badanych odmianach pszenicy była bardzo zróżnicowana. Ziarno odmian jarych zawierało istotnie mniej włókna surowego niż odmian ozimych. Najmniejszą zawartość włókna stwierdzono w ziarnie odmiany wzorcowej Torka – 10 g/kg s.m., zaś największą – odmiany Fregata – 22 g/kg s.m. W badaniach przedstawionych przez Rahman i Kader [26] pszenica zawierała w zależności od odmiany 19,3 - 22,0 g/kg s.m.

Tabela 1

Skład chemiczny ziarna pszenicy badanych odmian [g/kg s.m.].  
Chemical composition of wheat grains of cultivars analysed [g/kg d.m.].

Wyszczególnienie Specification	Torka	Korynta	Cytra	Zadra	Fregata	Markiza	$\bar{x}$
Sucha masa Dry matter [g/kg]	871 <sup>b</sup>	868 <sup>bc</sup>	870 <sup>bc</sup>	866 <sup>c</sup>	877 <sup>a</sup>	871 <sup>b</sup>	871
Białko ogólne Total protein	161 <sup>cd</sup>	176 <sup>a</sup>	166 <sup>bc</sup>	155 <sup>de</sup>	174 <sup>ab</sup>	151 <sup>e</sup>	164
Tłuszcz Fat	20 <sup>c</sup>	23 <sup>a</sup>	20 <sup>c</sup>	22 <sup>b</sup>	20 <sup>c</sup>	13 <sup>d</sup>	20
Włókno surowe Crude fibre	10 <sup>e</sup>	14 <sup>cd</sup>	12 <sup>de</sup>	14 <sup>bc</sup>	22 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	15
Popiół całkowity Total ash	17	17	18	17	18	18	17
Węglowodany* Carbohydrates	662 <sup>ab</sup>	639 <sup>c</sup>	655 <sup>b</sup>	658 <sup>b</sup>	643 <sup>c</sup>	673 <sup>a</sup>	655
NDF Neutral detergent fibre	83 <sup>c</sup>	88 <sup>c</sup>	92 <sup>c</sup>	109 <sup>b</sup>	124 <sup>a</sup>	135 <sup>a</sup>	105
ADF Acid detergent fibre	27 <sup>bc</sup>	28 <sup>b</sup>	28 <sup>b</sup>	23 <sup>c</sup>	29 <sup>b</sup>	50 <sup>a</sup>	31
ADL Acid detergent lignin	4 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	6 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	4
Celuloza Cellulose	23 <sup>bc</sup>	25 <sup>b</sup>	24 <sup>bc</sup>	20 <sup>c</sup>	23 <sup>bc</sup>	44 <sup>a</sup>	27
Hemiceluloza Hemicellulose	57 <sup>b</sup>	60 <sup>b</sup>	64 <sup>b</sup>	87 <sup>a</sup>	94 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	74

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{x}$  – wartość średnia / mean value; n = 2; a, b, c – różnice statystycznie istotne w wierszach przy  $p \leq 0,05$  / statistically significant differences in rows at  $p \leq 0.05$ ;

\*Węglowodany ogółem = sucha masa – (białko ogólne + tłuszcz surowy + popiół surowy + włókno surowe) / total carbohydrates = dry matter – (total protein + crude oil + raw ash + crude fibre).

Ziarna zbóż są źródłem składników mineralnych, cennych zarówno ze względów odżywczych, jak i technologicznych. Zawartość popiołu jest jednym z kryteriów oceny jakości mąki i pośrednio informuje o wyciągu mąki, czyli o procentowym udziale masy mąki uzyskanej podczas przemiału w stosunku do masy ziarna [17]. Zawartość

składników mineralnych, wyrażonych jako popiół całkowity, wyniosła średnio 17 g/kg s.m., co potwierdza badania innych autorów [7, 26].

Włókno pokarmowe jest pod względem strukturalnym bardzo zróżnicowane i ma istotne znaczenie w fizjologii przewodu pokarmowego oraz w technologii żywności [18]. W badaniach własnych istotnie najmniejszą zawartość frakcji NDF (tab. 1) stwierdzono w ziarnie odmiany Korynta – 88 g/kg s.m. oraz wzorcowej – Torka 83 g/kg s.m. Największą zawartością ligniny charakteryzowało się ziarno odmian ozimych – Fregata i Markiza. Odmiany jare cechowała istotnie mniejsza zawartość tej frakcji. Jak podaje Cyran [9], poziom celulozy w pszenicy, podobnie, jak i w pszenżycie oraz życie nie przekracza 2 % s.m., co potwierdzają wyniki badań własnych. Jedynie w ziarnie odmiany Markiza stwierdzono aż 4 % celulozy w s.m. (tab. 1).

Aminokwasy decydują o wartości odżywczej białka, a ściślej – zawarte w nim aminokwasy niezbędne. Suma wszystkich aminokwasów (tab. 2) nie różnicowała odmian i wyniosła średnio 86 g/16 g N.

W żywieniu najważniejsze znaczenie mają: lizyna, aminokwasy siarkowe, treonina, tryptofan, walina i izoleucyna. Należy podkreślić, że pomimo relatywnie dużej zawartości aminokwasów w białku pszenicy, pozostaje ono nadal niepełnowartościowym białkiem. Ziarno pszenicy, podobnie jak inne zboża, jest ubogie w lizynę (średnia zawartość w badaniach własnych – 1,89 g/16 g N). Istotnie największą zawartością lizyny charakteryzowało się ziarno odmiany Markiza – 2,15 g/16 g N. Ziarna zbóż, w tym pszenica, są doskonałym źródłem aminokwasów siarkowych. Jak podaje Boros [6], ich zawartość w pszenicy kształtuje się na poziomie 3 g/16 g N. Może być zatem doskonałym uzupełnieniem w zestawieniu z roślinami strączkowymi, których jakość białka ograniczają metionina z cystyną [31]. Ralcewicz i Knapowski [27] stwierdzili, że zawartość białka i aminokwasów w ziarnach zbóż jest zależna od warunków pogodowych panujących podczas okresu wegetacyjnego. Odmiana paszowa Markiza jest najbogatsza w tryptofan oraz fenyloalaninę i tyrozynę (tab. 2). Natomiast istotnie najmniej tryptofanu oznaczono w ziarnie odmiany wzorcowej Torka oraz odmiany ozimej chlebowej Fregata – 0,97 g/16 g N. Podobną zawartość w ziarnie odmiany ozimej Rywarka uzyskali Kowieska i wsp. [14]. W pszenicy występuje również niedobór treoniny. Z badań własnych wynika, że największa istotna zawartość treoniny występowała w ziarnie odmiany ozimej Fregata – 2,61 g/16 g N, zaś najmniejsza – 2,08 g/16 g N w jarej odmianie wzorcowej Torka. Jest to drugi w kolejności aminokwas ograniczający wykorzystanie białka według wzorca dla ludzi ( $CS_{MH}$ ) w przypadku wszystkich badanych odmian. Boros [6] oznaczył 2,93 g/16 g N treoniny.

Tabela 2

Skład aminokwasowy białka ziarna pszenicy badanych odmian [g/16 g N].  
Amino acid compositions of protein of wheat grains of cultivars analysed [g/16 g N].

Wyszczególnienie Specification	Torka	Korynta	Cytra	Zadra	Fregata	Markiza	$\bar{x}$
Aminokwasy niezbędne / Essential amino acids							
Lizyna / Lysine	1,76 <sup>b</sup>	1,82 <sup>b</sup>	1,89 <sup>b</sup>	1,85 <sup>b</sup>	1,88 <sup>b</sup>	2,15 <sup>a</sup>	1,89
Metionina+Cystyna Methionine + Cystine	2,78 <sup>a</sup>	2,85 <sup>a</sup>	2,72 <sup>a</sup>	2,89 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	2,51 <sup>b</sup>	2,77
Cystyna / Cystine	1,45 <sup>b</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,45 <sup>b</sup>	1,52 <sup>ab</sup>	1,59 <sup>a</sup>	1,30 <sup>c</sup>	1,48
Treonina /Threonine	2,08 <sup>d</sup>	2,10 <sup>cd</sup>	2,11 <sup>cd</sup>	2,27 <sup>bc</sup>	2,61 <sup>a</sup>	2,30 <sup>b</sup>	2,25
Izoleucyna /Isoleucine	2,22 <sup>b</sup>	2,33 <sup>b</sup>	2,35 <sup>b</sup>	2,21 <sup>b</sup>	2,32 <sup>b</sup>	2,90 <sup>a</sup>	2,39
Tryptofan / Tryptophan	0,97 <sup>b</sup>	0,99 <sup>b</sup>	1,01 <sup>b</sup>	1,04 <sup>b</sup>	0,97 <sup>b</sup>	1,14 <sup>a</sup>	1,02
Walina /Valine	3,49 <sup>a</sup>	3,19 <sup>cd</sup>	3,45 <sup>ab</sup>	3,03 <sup>d</sup>	3,23 <sup>bcd</sup>	3,38 <sup>abc</sup>	3,30
Leucyna /Leucine	6,22 <sup>ab</sup>	6,04 <sup>ab</sup>	5,89 <sup>b</sup>	5,03 <sup>d</sup>	5,39	6,36	5,82
Histydyna / Histidine	1,86 <sup>c</sup>	1,70 <sup>cd</sup>	2,29 <sup>a</sup>	1,65 <sup>d</sup>	2,04 <sup>b</sup>	1,85 <sup>c</sup>	1,90
Fenylalanina+Tyrozyna Phenylalanine+Tyrosine	5,72 <sup>b</sup>	5,98 <sup>b</sup>	5,09 <sup>c</sup>	5,70 <sup>b</sup>	5,48 <sup>bc</sup>	6,65 <sup>a</sup>	5,77
Aminokwasy endogenne / Non-essential amino acids							
Tyrozyna / Tyrosine	2,18 <sup>ab</sup>	2,18 <sup>ab</sup>	1,81 <sup>c</sup>	2,02 <sup>bc</sup>	1,98 <sup>bc</sup>	2,38 <sup>a</sup>	2,09
Arginina / Arginine	4,13 <sup>b</sup>	4,20 <sup>b</sup>	3,93 <sup>b</sup>	4,04 <sup>b</sup>	4,01 <sup>b</sup>	4,85 <sup>a</sup>	4,19
Kwas asparaginowy Asparaginic acid	4,28 <sup>c</sup>	4,52 <sup>bc</sup>	5,05 <sup>a</sup>	4,58 <sup>b</sup>	4,39 <sup>bc</sup>	5,20 <sup>a</sup>	4,67
Seryna / Serine	4,07 <sup>a</sup>	3,70 <sup>bc</sup>	3,88 <sup>ab</sup>	3,25 <sup>d</sup>	3,22 <sup>d</sup>	3,51 <sup>cd</sup>	3,61
Kwas glutaminowy Glutaminic acid	34,33 <sup>ab</sup>	33,56 <sup>ab</sup>	35,00 <sup>a</sup>	33,11 <sup>ab</sup>	32,20 <sup>bc</sup>	30,47 <sup>c</sup>	33,12
Prolina / Proline	7,06 <sup>cd</sup>	7,58 <sup>ab</sup>	7,29 <sup>bc</sup>	7,68 <sup>a</sup>	7,21 <sup>cd</sup>	6,90 <sup>d</sup>	7,29
Glicyna / Glycine	3,30	3,18	3,43	2,47	3,47	3,36	3,36
Alanina / Alanine	2,81 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,90 <sup>a</sup>	1,68 <sup>c</sup>	2,87 <sup>a</sup>	2,45 <sup>b</sup>	2,58
Suma / Total	87,10	86,52	88,33	83,41	84,16	86,00	85,92

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{x}$  – wartość średnia / mean value; n = 2; a, b, c – różnice statystycznie istotne w kolumnach przy  $p \leq 0,05$  / statistically significant differences in rows at  $p \leq 0,05$ ;

W białku pszenicy, podobnie jak w innych zbożach, zauważa się deficyt izoleucyny. Przypuszcza się, że izoleucyna, podobnie jak inne aminokwasy rozgałęzione, ma znaczenie w procesach odporności. Dotyczy to zarówno niedoboru, jak i nadmiaru tego

aminokwasu. Badania na szczurach wykazały, że immunosupresja powodowana przez nadmiar leucyny w diecie może być ograniczona przez wzrost spożycia izoleucyny i waliny. Z kolei niedobór izoleucyny i waliny powoduje zmniejszenie odporności myszy [15]. Istotnie największą zawartość uzyskano jedynie w ziarnie odmiany Markiza – 2,90 g/16 g N. Izoleucyna okazała się drugim aminokwasem ograniczającym wykorzystanie białka według wzorca jaja kurzego (CS<sub>WE</sub>). Bonafaccia i wsp. [5] uzyskali większą zawartość izoleucyny – 3,3 g/16 g N.

Tabela 3

Wskaźniki wartości odżywczej [%] białka ziarna pszenicy badanych odmian.  
Nutritional parameters [%] of protein in wheat grains of cultivars analysed.

Wyszczególnienie / Item	Torka	Korynta	Cytra	Zadra	Fregata	Markiza	$\bar{x}$
EAA <sub>MH</sub> [g/16 g N]	25,26 <sup>b</sup>	25,31 <sup>b</sup>	24,53 <sup>b</sup>	24,02 <sup>b</sup>	24,74 <sup>b</sup>	27,40 <sup>a</sup>	25,21
EAA <sub>MH</sub> as per cent of total AA	29,02 <sup>b</sup>	29,26 <sup>b</sup>	27,78 <sup>c</sup>	28,80 <sup>b</sup>	29,40 <sup>b</sup>	31,86 <sup>a</sup>	29,35
CS <sub>MH</sub>	32,05 <sup>b</sup>	33,05 <sup>b</sup>	34,41 <sup>b</sup>	33,59 <sup>b</sup>	34,14 <sup>b</sup>	39,05 <sup>a</sup>	34,38
EAAI <sub>MH</sub>	67,10 <sup>b</sup>	67,73 <sup>b</sup>	66,96 <sup>b</sup>	65,97 <sup>b</sup>	68,04 <sup>b</sup>	72,15 <sup>a</sup>	67,99
EAA <sub>WE</sub> [g/16 g N]	27,12 <sup>b</sup>	27,02 <sup>b</sup>	26,82 <sup>b</sup>	25,68 <sup>b</sup>	26,78 <sup>b</sup>	29,25 <sup>a</sup>	27,11
EAA <sub>WE</sub> as per cent of total AA	31,16 <sup>bc</sup>	31,23 <sup>bc</sup>	30,37 <sup>c</sup>	30,78 <sup>bc</sup>	31,82 <sup>b</sup>	34,02 <sup>a</sup>	31,56
CS <sub>WE</sub>	25,18 <sup>b</sup>	25,96 <sup>b</sup>	27,03 <sup>b</sup>	26,39 <sup>b</sup>	26,82 <sup>b</sup>	30,68 <sup>a</sup>	27,01
EAAI <sub>WE</sub>	51,46 <sup>b</sup>	51,34 <sup>b</sup>	52,56 <sup>b</sup>	50,12 <sup>b</sup>	52,58 <sup>b</sup>	56,04 <sup>a</sup>	52,35
PER <sub>1</sub>	1,82 <sup>ab</sup>	1,72 <sup>b</sup>	1,66 <sup>b</sup>	1,24 <sup>d</sup>	1,43 <sup>c</sup>	1,89 <sup>a</sup>	1,63
PER <sub>2</sub>	2,02 <sup>a</sup>	1,95 <sup>bc</sup>	1,94 <sup>a</sup>	1,51 <sup>c</sup>	1,68 <sup>b</sup>	2,06 <sup>a</sup>	1,86
PER <sub>3</sub>	1,94 <sup>ab</sup>	1,75 <sup>bc</sup>	2,10 <sup>a</sup>	1,14 <sup>d</sup>	1,50 <sup>c</sup>	1,82 <sup>abc</sup>	1,71

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

Na zawartość aminokwasów egzogennych wpłynęła odmiana pszenicy (tab. 3). Istotnie najwyższym poziomem aminokwasów egzogennych charakteryzowała się odmiana Markiza, biorąc pod uwagę zarówno wzorzec aminokwasów dla człowieka 27,40 g/16 g N, jak i dla zwierząt 29,25 g/16 g N.

W porównaniu z obu standardami lizyna okazała się pierwszym aminokwasem ograniczającym (CS) jakością białka w ziarnie wszystkich badanych odmian pszenicy (tab. 3). Istotnie najwyższy poziom EAA w ziarnie odmiany Markiza korespondował ze wskaźnikiem wartości odżywczej białka na podstawie wskaźnika aminokwasów niezbędnych (EAAI) wynoszącym: 72 % (MH) i 56 % (WE). W innych badaniach wskaźnik EAAI określony według wzorca WE wyniósł w ziarnie: pszenicy 63 %, żyta 59 % i pszenżyta 57 % [16], owsa 57 % [4], a według wzorca MH wyniósł w ziarnie: pszenicy 66 %, pszenżyta 66 % i owsa 70 % [20] lub 74 % [4].



Obliczone przewidywane wskaźniki PER (1,82 - 2,06 %) potwierdzają największą wartość odżywczą białka pszenicy Markiza. Pérez-Conesa i wsp. [19] uzyskali większe wartości tego wskaźnika (średnio o 2,4 %). Podobne wartości wymienionych wskaźników określone na podstawie doświadczeń na zwierzętach uzyskali Lubowicki i wsp. [16] w ziarnie żyta – 1,93 %, natomiast w ziarnie pszenicy wartość ta była niższa niż obliczona w badaniach własnych i wyniosła 1,43 %.

Przedstawione wyniki badań wskazują na konieczność prowadzenia oceny wartości odżywczej nowych odmian pszenicy, jako integralnej części pracy hodowlanej nad tym gatunkiem. Uzyskane wyniki badań własnych potwierdzają, że skład chemiczny zależy od odmiany. O wartości odżywczej białka decyduje nie tylko zawartość białka ogółem, ale przede wszystkim jego skład aminokwasowy, co wykazano przede wszystkim w ziarnie odmiany paszowej Markiza.

### Wnioski

1. Spośród przebadanych odmian pszenicy największą zawartość białka ogólnego stwierdzono w ziarnie jarej odmiany Korynta (klasa A) – 176 g/kg s.m., a najmniejszą w ziarnie ozimej odmiany paszowej Markiza (klasa C) – 151 g/kg s.m.
2. Mimo najmniejszej zawartości białka w ziarnie odmiana Markiza wyróżniała się najkorzystniejszym składem aminokwasowym, szczególnie pod względem aminokwasów niezbędnych.
3. W ziarnie pszenicy odmiany Markiza stwierdzono istotnie największą zawartość lizyny (2,15 g/ 16 g N), aminokwasu najczęściej ograniczającego jakość białka zbóż. Mimo to lizyna okazała się pierwszym aminokwasem ograniczającym (CS) w przypadku tej odmiany, jak i wszystkich badanych odmian.
4. Korzystny poziom aminokwasów egzogennych w ziarnie odmiany Markiza korespondował z najwyższą wartością odżywczą białka, obliczoną na podstawie wskaźnika EAAI oraz PER.

### Literatura

- [1] Alsmeyer R.H., Cunningham A.E., Happich M.L.: Equations predicts PER from amino acid analysis. *Food Technol.*, 1974, **28**, 34–40.
- [2] AOAC: Official Methods of Analysis. 15th Edition. Assoc. Off. Anal. Chem. Washington, D.C., 1990.
- [3] Augustyn R., Barteczko J.: Effect of crude, detergent or dietary fibre in wheat grain cultivars on pH and intestinal viscosity in broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.*, 2009, **18** (1), 124-131.
- [4] Biel W., Bobko K., Maciorowski R.: Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain. *J. Cereal Sci.*, 2009, **49**, 413-418.
- [5] Bonafaccia G., Galli V., Francisci R., Mair V., Škrabanja V., Kreft I.: Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chem.*, 2000, **68**, 437-441.

- [6] Boros D.: Influence of R genome on the nutritional value of triticale for broiler chicks. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 1999, **76**, 219-226.
- [7] Cacak-Pietrzak G., Gondek E.: Właściwości przemiałowe ziarna orkiszu i pszenicy zwyczajnej. *Acta Agrophys.*, 2010, **16 (2)**, 263-273.
- [8] Charalampopoulos D., Wang R., Pandiella S.S., Webb C.: Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *Int. J Food Microbiol.*, 2002, **79**, 131-141.
- [9] Cyran M.: Skład chemiczny, właściwości fizykochemiczne i technologiczne niektórych składników włókna pokarmowego zbóż. *Biul. IHAR*, 1997, **203**, 257-257.
- [10] FAO/WHO/UNU: Energy and protein requirements. Report of a joint FAO-WHO nutritional meeting. Geneva, Tech. Rep., 1985, 273.
- [11] FAO/WHO: Protein quality evaluation. Report of a joint FAO-WHO expert consultation. Rome. FAO. Food Nutr. 1991, 51.
- [12] Gondek E., Jakubczyk E., Sułek A., Cacak-Pietrzak G.: Wpływ nawożenia azotem i prędkości ściskania na emisję akustyczną ziarna wybranych odmian pszenicy jarej. *Acta Agrophys.*, 2009, **14 (2)**, 323-334.
- [13] Jakubczyk E., Gondek E.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na właściwości mechaniczne ziarna odmian pszenicy jarej. *Acta Agrophys.*, 2009, **14 (2)**, 335-34.
- [14] Kowieska A., Jaskowska I., Lipiński P.: Zawartość frakcji węglowodanowych i aminokwasów w ziarnie pszenicy wyprodukowanym w dwóch następujących po sobie latach. *Acta Sci. Pol. Zootechnica.*, 2009, **9 (3)**, 135-146.
- [15] Lipiński K.: Aminokwasy w żywieniu świń – izoleucyna. *Trzoda Chlewna*, 2011, **6**, 54-57.
- [16] Lubowicki R., Kotlarz A., Petkov K., Jaskowska I.: Ocena składu chemicznego i wartości biologicznej białka ziarna pszenżyta, pszenicy i żyta. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, 1997, **65**, 243-248.
- [17] Majchrzak M.: Jaką pszenicę wybrać? *Aktual. Rol.*, 2009, **3**, 11-13.
- [18] Ötles S., Cagindi Ö.: Cereal based functional foods and nutraceuticals. *Acta Sci. Pol. Tech. Aliment.*, 2006, **5 (1)**, 107-112.
- [19] Pérez-Conesa D., Ros G., Periago M. J.: Protein nutritional quality of infant cereals during processing. *J. Cereal Sci.*, 2002, **36**, 125-133.
- [20] Pisulewska E., Zajac T.: Porównanie plonu zawartości oraz składu aminokwasowego białka w ziarnie pszenżyta jarego w zależności od współrzędnie uprawianej rośliny motylkowej. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie*, 1997, **65**, 325-333.
- [21] PN-ISO 2171:1994. Ziarno zbóż. Oznaczanie popiołu całkowitego.
- [22] PN-EN-ISO-6865: 2002. Pasze. Oznaczanie zawartości włókna surowego.
- [23] PN-EN-ISO-5983-1: 2005. Pasze. Oznaczanie zawartości azotu i obliczanie zawartości białka ogólnego. Część I. Metoda Kjeldahla.
- [24] PN-ISO-6492: 2005. Pasze. Oznaczanie zawartości tłuszczu surowego.
- [25] Podolska G.: Wpływ dawki i sposobu nawożenia azotem na plon i wartość technologiczną ziarna odmian pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 2008, **7 (1)**, 57-65.
- [26] Rahman S., Kader A.: Comparison of nutritional and physiochemical properties of bangladeshi wheat varieties. *World App. Sci. J.*, 2011, **12 (2)**, 178-181.
- [27] Ralcewicz M., Knapowski T.: Ocena oddziaływania wybranych czynników agrotechnicznych na wielkość plonu ziarna i skład chemiczny białka owsa. *Biul. IHAR*, 2006, **239**, 193-204.
- [28] Shewry P.R.: Improving the protein content and composition of cereal grain. *J. Cer. Sci.*, 2007, **46**, 239-250.
- [29] Stagnari F., Ciodanni P., Pisante M.: Agronomic and kernel quality of ancient wheats grown in central and southern Italy. *Cer. Res. Comm.*, 2008, **36 (2)**, 313-326.
- [30] StatSoft, Inc.: STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. 2009, [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

- [31] Sujak A., Kotlarz A., Strobel W.: Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. *Food Chem.*, 2006, **98**, 711-719.
- [32] 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.

## ASSESSING NUTRITIONAL VALUE OF GRAINS OF SELECTED WHEAT CULTIVARS

### S u m m a r y

The research material consisted of grains of six wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) harvested in 2007 and 2008 (spring cultivars: Torka, Korynta, Cytra, Zadra; winter cultivars: Fregata and Markiza). The analyses comprised the contents of: dry mass, total protein, crude fat, fibre, total carbohydrates, fibre fraction, mineral compounds, amino acids, and nutritional parameters of protein (CS, EAAI, and PER). The Korynta cultivar was characterized by the highest content of protein (176 g/kg d.m.), whereas the Markiza cultivar – by the lowest content of protein (151 g/kg d.m.). The content of crude fibre in the grains of spring cultivars was lower than in the grains of winter cultivar. The grains of Fregata and Markiza winter cultivars were characterized by the highest content of lignin (ADL). A high content of exogenous amino acids was found in the grains of Markiza cultivar and this was reflected in a high nutritive value computed on the basis of CS and EAAI parameters and of the predicted PER value. In all the samples investigated, lysine appeared to be the first amino acid to limit the value of protein value (CS<sub>MH</sub>, CS<sub>WE</sub>).

**Key words:** wheat, chemical composition, fibre fractions, amino acids, protein quality ☒