

WPŁYW PROCESU KIEŁKOWANIA ZIARNA JĘCZMIENIA JAREGO
NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ BIAŁKA

Monika Michalak-Majewska¹, Ewa Makarska²

¹Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin
e-mail: monika.michalak@up.lublin.pl

²Katedra Chemii, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

Streszczenie: Materiał badań stanowiło ziarno jęczmienia jarego odmian Rodos, Rambo, Start, pochodzące z eksperymentu polowego prowadzonego w GD w Czesławicach, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Ziarno jęczmienia jarego analizowanych odmian poddano procesowi skróconego kiełkowania (cztery doby) w warunkach laboratoryjnych. W ziarnie tych odmian (przed i po skielkowaniu) oznaczono zawartość białka oraz przeprowadzono analizę składu aminokwasowego w hydrolizatach z kwasem solnym metodą chromatografii kolumnowej. Ilościowe określenie aminokwasów posłużyło do obliczenia wskaźnika CS, za pomocą którego przedstawiono jakość białka w analizowanych odmianach. Zabieg kiełkowania wpłynął na wzrost zawartości białka w trzech odmianach oraz na zwiększenie udziału aminokwasów egzogennych w białku odmian Rodos i Rambo, modyfikując korzystnie wartość odżywcza ziarna. Aminokwasem ograniczającym w składzie aminokwasowym białka badanych odmian jęczmienia była lizyna. Wskaźnik jakości (CS) dla lizyny po kiełkowaniu ziarna wzrósł dla odmiany Rambo i Start. Wyższą wartością odżywcza charakteryzowało się białko skielkowanego ziarna odmiany Rodos.

Słowa kluczowe: jęczmień jary, białko, skład aminokwasowy, wartość odżywcza, kiełkowanie

WSTĘP

Białka należą do podstawowych składników pożywienia. W organizmie są źródłem aminokwasów niezbędnych do budowy tkanek i warunkują prawidłowy przebieg wszystkich procesów metabolicznych zachodzących w ustroju. Ograniczone pobieranie białka może prowadzić do zahamowania wzrostu, anemii, pogorszenia regeneracji tkanek. Dorosły, zdrowy człowiek, aby pokryć dzienne zapotrzebowanie na białko, powinien spożywać około 1g białka na kg masy ciała.

Okolo połowy do dwóch trzecich tej ilości powinno być spożywane w postaci białka roślinnego (Szajewska i in. 2001). W polskich warunkach żywienia znaczącą rolę w dostarczaniu białka roślinnego, a także energii, witamin i składników mineralnych odgrywają produkty zbożowe. Zawartość białka jest jednym z najważniejszych kryteriów oceniających jakość zbóż (Gawęcki 2003, Kawka i Gąsiorowski 2000, Kunachowicz 1990).

Efektywnym sposobem zwiększenia wartości odżywczej zbóż i ich produktów jest poddawanie ziarna kiełkowaniu. Badania naukowe obejmują w ostatnim czasie zagadnienia określenia optymalnego czasu i warunków kiełkowania dla zbóż z uwzględnieniem w nich zawartości bioaktywnych składników, zwłaszcza witamin antyoksydacyjnych i związków fenolowych (Makarska i in. 2004, Yang i in. 2001). Z danych literaturowych wynika, że w podkiełkowanym ziarnie wzrasta poziom witamin, strawność białek i cukrów, obniżeniu ulega zawartość fitynianów (Makarska i in. 2002, Yang i in. 2001). Podczas kiełkowania większość białek zapasowych ulega proteolizie, a zwiększa się udział białek typu albumin i globulin (Mayer i Shain 1974). Skład aminokwasowy tych białek bogatszy jest w szereg aminokwasów egzogennych: lizyny, treoniny, metioniny, izoleucyny i tryptofanu (Gąsiorowski 1997).

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu procesu kiełkowania oplewionego ziarna jęczmienia jarego (odmiana – Rodos, Rambo, Start) na zawartość białka i jego skład aminokwasowy. Podjęto również próbę oceny wartości odżywczej białka.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badań stanowiło oplewione ziarno jęczmienia jarego odmian Rodos, Rambo, Start, pochodzące z eksperymentu polowego prowadzonego w Gospodarstwie Doświadczalnym w Czesławicach, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (z roku 2001). Doświadczenie usytuowano na glebie płowej wytworzonej z lessu, należącej do kompleksu pszennego dobrego (II klasa bonitacyjna). Gleba charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (pH 6,5) i zawartością próchnicy w wysokości 1,5%. Schemat doświadczenia – układ bloków losowanych z trzema powtórzeniami. Ziarno przed siewem zaprawiono preparatem Funaben T (200 g/100 kg nasion). W ochronie chemicznej zastosowano: Aminopielik D (3 l·ha⁻¹), Flordimex TH (2,5 l·ha⁻¹), Decis 25 EC (0,25 l·ha⁻¹), Tilt (0,5 l·ha⁻¹), Alert (1 l·ha⁻¹). Stosowano nawożenie mineralne (w kg czystego składnika na 1 hektar): N – 60, P – 31, K – 75.

Ziarno jęczmienia jarego analizowanych odmian poddano procesowi skróconego kiełkowania w warunkach laboratoryjnych. Przed rozpoczęciem procesu ziarno sterylizowano w 1% roztworze NaClO w temperaturze pokojowej przez 10 minut. Aby zmyć pozostały roztwór, ziarno przemyto wodą destylowaną

o temperaturze około 10°C. W celu kiełkowania, zdezynfekowane ziarno jęczmienia umieszczono na płaskich tacach z perforowanym dnem. Aby utrzymać stałą wilgotność ziarna, spryskiwano je wodą destylowaną przez kilka minut w 12 godzinnych odstępach. Proces kiełkowania prowadzono w ciemności w temperaturze 18-20°C przez cztery doby.

Następnie wszystkie próby liofilizowano, zmielono w młynku laboratoryjnym typ 3100 i przechowywano do analiz w temperaturze poniżej 0°C.

W ziarnie oznaczono zawartość białka ogółem (N×6,25) metodą Kjeldahla przy pomocy automatycznego aparatu Kjel-Foss. Analizę składu aminokwasowego białka w hydrolizatach z kwasem solnym wykonano metodą chromatografii kolumnowej na analizatorze aminokwasów Amino Acid Analyzer T339M. Do rozdziału aminokwasów stosowano odpowiednie roztwory buforowe. Zawartość aminokwasów (z wyjątkiem aminokwasów siarkowych) oznaczano po przygotowaniu próbek z zastosowaniem kwasowej hydrolizy białek w 6 mol·dm⁻³ HCl. Poziom metioniny przedstawiony w tabeli 1 uzyskano po hydrolizie kwasowej próbek. Hydrolizę białek prowadzono w temperaturze 110°C przez około 20 godzin.

Ilościowe określenie aminokwasów posłużyło do obliczenia wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS – Chemical Score), który określa stosunek zawartości egzogenego aminokwasu ograniczającego w testowanym białku do zawartości tego aminokwasu w białku wzorcowym (FAO/WHO 1991).

Wyniki oznaczeń poddano ocenie statystycznej metodą analizy wariancji, z zastosowaniem przedziałów ufności Tukeya (p = 0,05).

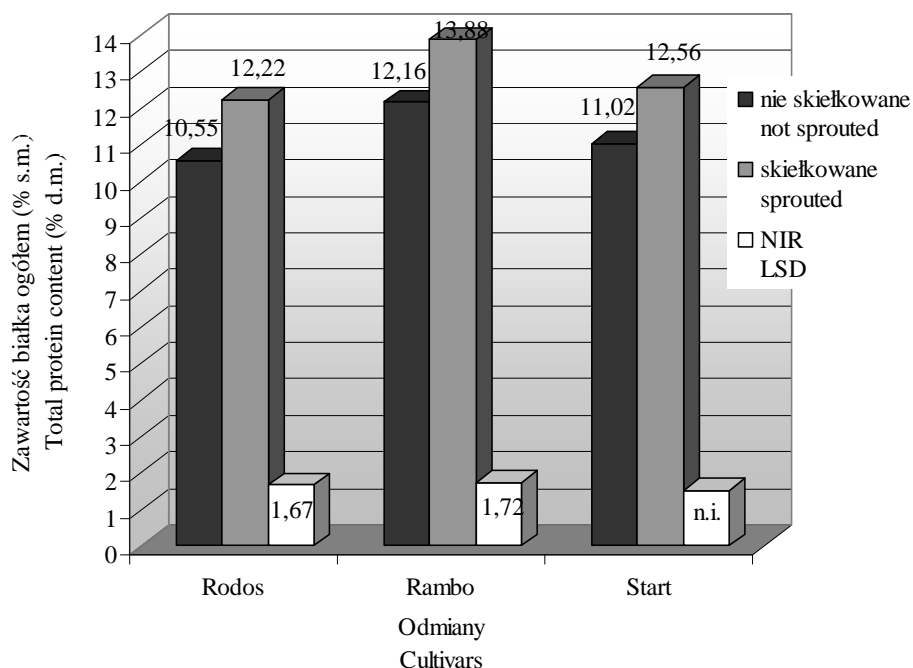
WYNIKI I DYSKUSJA

Jednym z najważniejszych kryteriów oceniających wartość odżywczą ziarna zbóż jest ilość i jakość białka. Ze względu na rolę białka w żywieniu, jak również, wpływ na wartość technologiczną, podstawowe znaczenie ma ocena nie tylko jego ogólnej zawartości, ale również wartości odżywczej. Wartość ta może być określona na podstawie składu aminokwasowego białka, uwzględniając szczególnie zawartość aminokwasów egzogennych.

Analiza statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie w zawartości białka w obrębie analizowanych odmian (rys. 1). Najwyższą zawartością białka charakteryzowała się odmiana Rambo (\bar{x} = 12,16% s.m.), najniższą zaś Rodos (\bar{x} = 10,55% s.m.).

Dla danego genotypu poziom białka jest parametrem dość stabilnym. Potwierdzają to badania przeprowadzone w odmiennych warunkach glebowo-klimatycznych, w których wystąpiło podobne zróżnicowanie zawartości białka dla w/w odmian (Kawka 2004, Subda i in. 1997). Z licznych danych literaturowych wynika także, że zawartość białka ogólnego w ziarnie różnych odmian

jęczmienia jarego jest wypadkową współdziałania genotypu, warunków agrotechnicznych i pogodowych i kształtuje się w granicach od 8 do 18% suchej masy, ze średnim poziomem 13% (Newman i Newman 1991, Oscarsson i in. 1996, Souci i in. 2000, Zhang i in. 2001).



Rys. 1. Zawartość białka ogółem (% s. m.) w ziarnie jęczmienia jarego
Fig. 1. Content of total protein (d.m. %) in spring barley grain

Podczas kiełkowania w ziarniakach zachodzą skomplikowane reakcje biochemiczne zdeterminowane genetycznie. Wzmoczona aktywność enzymów uruchamia w nich dwukierunkową przemianę materii. W tkankach zapasowych bielma następuje rozpad wielkocząsteczkowych biopolimerów (tj. białka, węglowodany, lipidy) i przemieszczanie się ich produktów do zarodka oraz wykorzystanie tych substancji do biosyntezy nowych związków budujących komórki, tkanki i organy zarodka czy kiełka (Kopcewicz i Lewak 2005). Duże zmiany jakościowe i ilościowe podczas kiełkowania ziarna zbóż zachodzą również w kompleksie białkowym (Dojczew i in. 2001, Mayer i Shain 1974).

Tabela 1. Zawartość aminokwasów egzogennych, względnie egzogennych i endogennych w białku ziarna jęczmienia jarego (g/100 g białka)**Table 1.** Content of essential, relatively essential and non-essential amino acids in the protein of spring barley grain (g/100 g protein)

Aminokwas (g/100 g białka) Amino acid (g/100 g protein)	Odmiana – Cultivar						Wzor- zec FAO 1991 FAO Model 1991
	Rodos		Rambo		Start		
	ziarno nie- skielko- wane non- sprouted grain	ziarno skielkow- ane sprouted grain	ziarno nie- skielko- wane non- sprouted grain	ziarno skielkow- ane sprouted grain	ziarno nie- skielko- wane non- sprouted grain	ziarno skielkow- ane sprouted grain	
Thr	1,88 ^a	2,52 ^b	1,95 ^a	2,51 ^b	2,30 ^a	2,15 ^a	3,4
Val	2,84 ^a	3,42 ^b	3,67 ^a	4,09 ^a	3,49 ^a	3,39 ^a	3,5
Ile	1,93 ^a	2,24 ^b	2,1 ^a	2,21 ^a	2,32 ^a	1,87 ^b	2,8
Leu	6,26 ^a	6,48 ^a	5,96 ^a	6,4 ^a	6,50 ^a	6,07 ^b	6,6
Met	1,75 ^a	1,18 ^b	1,2 ^a	1,09 ^a	1,84 ^a	0,95 ^b	2,2
Phe	6,53 ^a	5,72 ^b	6,38 ^a	6,18 ^b	5,88 ^a	5,66 ^a	5,6
Lys	3,51 ^a	3,38 ^a	3,02 ^a	3,36 ^b	3,17 ^a	3,34 ^a	5,8
Trp	na [*]	na	na	na	na	na	1,1
Σ aminokwasów egzogennych Σ essential amino acids	24,70	24,94	24,28	25,84	25,50	23,43	
Asp	4,79 ^a	4,74 ^a	4,83 ^a	5,85 ^b	5,65 ^a	6,64 ^b	
Ser	4,1 ^a	3,43 ^b	3,63 ^a	4,1 ^a	4,11 ^a	3,68 ^b	
Glu	21,19 ^a	21,09 ^a	24,1 ^a	24,72 ^a	23,57 ^a	17,54 ^b	
Pro	6,04 ^a	5,18 ^b	7,59 ^a	6,78 ^b	7,26 ^a	5,01 ^b	
Gly	3,8 ^a	3,45 ^a	3,64 ^a	4,08 ^a	3,82 ^a	3,18 ^b	
Ala	4,6 ^a	3,85 ^b	3,9 ^a	4,44 ^a	4,24 ^a	4,18 ^a	
Cys	na [*]	na	na	na	na	na	
Tyr	3,48 ^a	2,82 ^b	3,23 ^a	2,66 ^b	3,77 ^a	2,63 ^b	
His	2,48 ^a	2,25 ^a	2,24 ^a	2,43 ^a	2,25 ^a	2,55 ^a	
Arg	4,89 ^a	4,14 ^b	4,78 ^a	4,46 ^a	4,88 ^a	3,88 ^a	

Objaśnienia – Explanatory notes: * nie analizowano – * not determined. Tymi samymi literami w wierszach, w ramach tej samej odmiany, oznaczono wartości nie różniące się istotnie (p<0,05).

The same letters in lines, in the same cultivar, indicate non-significant differences (p<0.05).

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że proces kiełkowania wpływał na wzrost zawartości białka ogólnego w analizowanych odmianach jęczmienia jarego (rys. 1). Prawdopodobnie było to spowodowane syntezą enzymów hydrolitycznych oraz zmianami składu chemicznego, następującymi po degradacji innych składników ziarniaków.

Wzrost zawartości białka podczas kontrolowanego kiełkowania odnotował Alexander i in. (1984) w ziarnie jęczmienia, Lemar i Swanson (1976) w pszenicy oraz inni autorzy w nasionach fasoli (Stasiak i Drozdek 2001), i soi (Bau i in. 1997, Pysz i in. 2001). Odmienne obserwacje opisali Dojczew i in. (2001) oraz Gąsiorowski (2000), którzy stwierdzili niższą zawartość białka ogólnego w ziarnie skiełkowanej pszenicy, w porównaniu z ziarnem nie poddanym procesowi kiełkowania. Biorąc pod uwagę wartość odżywczą ziarna zbóż należy uwzględnić nie tylko zawartość białka, ale również jego skład aminokwasowy. Wartość biologiczna białka zależy m.in. od składu jakościowego i ilościowego zawartych w nim aminokwasów.

W białkach jęczmienia jarego badanych odmian stwierdzono podobną zawartość aminokwasów egzogennych, względnie egzogennych i endogennych (tab. 1). Suma aminokwasów egzogennych była najwyższa w odmianie Start, a najniższą odznaczała się odmiana Rambo, gromadząc odpowiednio 25,5 i 24,3 g aminokwasów egzogennych w 100 g białka. Oznaczony poziom aminokwasów był zbliżony do wartości podanych przez Kawkę (2004), Kawkę i Gąsiorowskiego (2000) i Matykę i in. (1993), ale niższy od wartości opublikowanych w tabelach Souci (2000) oraz w pracy El-Negoumy i in. (1979).

Oceniając zawartość aminokwasów w białku ziarna wyjściowego i poddane go kontrolowanemu kiełkowaniu stwierdzono, że proces ten przyczynił się do wzrostu poziomu aminokwasów egzogennych w odmianach Rodos i Rambo, poprawiając wartość odżywczą tego białka (tab. 1). Korzystniejsze tendencje wzrostowe stwierdzono w przypadku odmiany Rambo. Otrzymane wyniki są zgodne z obserwowanymi zmianami w składzie aminokwasowym skiełkowanego ziarna pszenicy (Lemar i Swanson 1976, Tkachuk 1987) oraz kukurydzy i sorga (Wang i Fields 1987). W zbożach tych również odnotowano wzrost poziomu aminokwasów egzogennych w ziarnie skiełkowanym, w porównaniu z kontrolnym.

Po zabiegu kiełkowania w ziarnie odmiany Start odnotowano obniżenie poziomu badanych aminokwasów, z wyjątkiem lizyny (tab. 1). Być może wynika to z różnej kinetyki syntezy enzymów hydrolitycznych, uruchamianej już po kilkunastu godzinach kiełkowania, początkowo *de novo* w tarczce, a następnie w komórkach warstwy aleuronowej (Kołodziejczyk i Michniewicz 2004, MacGregor i in. 1994).

Białka roślinne ze względu na mniej zbilansowany skład aminokwasowy, w porównaniu z białkami produktów zwierzęcych, zaliczane są do grupy białek częściowo niepełnowartościowych. Białka te są często deficytowe w jeden lub

więcej aminokwasów egzogennych (Gawęcki i Hryniewiecki 2005, Gawęcki i Mossor-Pietraszewska 2004, Kączkowski 2002, Shewry i Halford 2002).

W składzie aminokwasowym białka badanych odmian jęczmienia, podobnie jak w białkach innych zbóż, aminokwasem ograniczającym była lizyna (tab. 1). W ziarnie nie skielkowanym wartość wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS) była najwyższa w odmianie Rodos (60,52%), a w pozostałych, Rambo i Start, wartość ta kształtowała się odpowiednio na poziomie: 52,07% i 54,65% (tab. 2). Wartości te różnią się od stwierdzonych przez Kawkę (2004), w których wskaźnik CS w ziarnie jęczmienia oplewionego dla lizyny kształtował się na poziomie 57,8%.

Z analizy kilkunastu odmian jęczmienia uprawianego w USA wynika, że białko tych odmian ma nieznacznie zróżnicowany skład aminokwasowy, a wskaźnik CS dla lizyny przyjmował wartość do 60% (El-Negoumy i in. 1979).

Jak wskazują dane literaturowe białko jęczmienia zawiera wyższy poziom lizyny aniżeli pszenicy i kukurydzy, a niższy niż żyta i owsa. Również pod względem zawartości innych aminokwasów egzogennych jęczmień zdecydowanie przewyższa pszenicę i kukurydzę, dorównując białku żyta czy owsa (Gawęcki 2003, Gąsiorowski 1997).

Tabela 2. Wartości wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS) białka ziarna jęczmienia jarego
Table 2. Value of chemical score (CS) of the protein of spring barley grain

Odmiana Cultivar	Wskaźnik Index	CS (%)
Rodos	ziarno nie skielkowane non-sprouted grain	60,52
	ziarno skielkowane sprouted grain	58,27
Rambo	ziarno nie skielkowane non-sprouted grain	52,07
	ziarno skielkowane sprouted grain	57,93
Start	ziarno nie skielkowane non-sprouted grain	54,65
	ziarno skielkowane sprouted grain	57,59

Po przeprowadzeniu kontrolowanego kiełkowania ziarna jęczmienia zaobserwowano zróżnicowanie w wartościach CS (tab. 2). W próbkach skiełkowanego ziarna odmiany Rodos wartość CS była mniejsza niż w próbkach nie skiełkowanych. W przypadku skiełkowanego ziarna pozostałych odmian wartości te były wyższe od prób wyjściowych.

W świetle wartości wskaźnika CS i zawartości wszystkich aminokwasów, można stwierdzić, że ziarno analizowanych odmian jęczmienia jarego stanowi wartościowy surowiec ze względu na wysoki poziom białka, o dobrej wartości odżywczej. Najwyższą wartością odżywczą charakteryzowało się białko odmiany Rodos, wyróżniając się wyższym poziomem lizyny i pozostałych aminokwasów egzogennych oraz niższą zawartością kwasu glutaminowego.

WNIOSKI

1. Ziarno oplewionego jęczmienia jarego odmian Rodos, Start i Rambo stanowi wartościowy surowiec ze względu na wysoki poziom białka o wysokiej wartości biologicznej.
2. Zabieg kiełkowania ziarna jęczmienia jarego wpływa na zwiększenie ilości aminokwasów egzogennych w białku, modyfikując korzystnie wartość odżywczą ziarna.
3. Białko skiełkowanego ziarna odmiany Rodos, charakteryzuje się wyższą jakością, uzyskując niższą wartość wskaźnika aminokwasu ograniczającego (CS), w porównaniu z ziarnem nie skiełkowanym.

PIŚMIENNICTWO

- Alexander J. C., Gabriel G. H., Riechertz J. L., 1984. Nutritional value of germinated barley. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 17, 224-228.
- Bau H., Villaume Ch., Nicolas J., Mejean L., 1997. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutritional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. *J. Sci. Food Agric.*, 73, 1-9.
- Dojczew D., Haber T., Kujawa K., 2001. Zmiany frakcji białek glutenowych a wartość wypiekowa mąki, Materiały XXXII Sesji Naukowej KT i ChŻ PAN, Warszawa.
- El-Negoumy A., Newman C., Moss B., 1979. Amino acid composition of total protein and electrophoretic behavior of protein fractions of barley. *Cereal Chem.*, 56, 468-473.
- FAO/WHO, 1991. Protein quality evaluation. Report series 51 FAO, Rome.
- Gawęcki J., 2003. Białka w żywności i żywieniu, Wyd. AR Poznań.
- Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red.), 2005. Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu, t. 1, PWN, Warszawa.
- Gawęcki J., Mossor-Pietraszewska T. (red.), 2004. Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu, PWN Warszawa.
- Gąsiorowski H. (red.), 1997. Jęczmień – chemia i technologia, PWR i L, Poznań.

- Gąsiorowski H., 2000. Ziarno wadliwe (cz. 4). Choroby wywołane czynnikami abiotycznymi. *Przeł. Zboż.-Młyn.*, 12, 28-30.
- Kawka A., 2004. Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. AR Poznań, Rozpr. Nauk.*, 342.
- Kawka A., Gąsiorowski H., 2000. Skład aminokwasowy wybranych odmian jęczmienia. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 3, 39-47.
- Kączkowski J., 2002. Nowe poglądy na strukturę i funkcje białek zapasowych zbóż na przykładzie pszenicy (*Triticum aestivum* L.). *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, 223/224, 3-31.
- Kołodziejczyk P., Michniewicz J., 2004. Zmiany aktywności enzymów hydrolitycznych podczas procesu kiełkowania ziarna żyta. *Przeł. Zboż.-Młyn.*, 5, 25-27.
- Kopcewicz J., Lewak S., 2005. *Fizjologia roślin*, PWN, Warszawa
- Kunachowicz H., 1990. Wybrane aspekty wartości odżywczej produktów zbożowych. *Przem. Spoż.*, 4-5, 90-94.
- Lemar L., Swanson B., 1976. Nutrive value of sprouted wheat flour. *J. Food Sci.*, 41, 719-720.
- MacGregor A., Dushnicky L., Schroeder S., 1994. Changes in barley endosperms during early stages of germination. *J. Inst. Brew.*, 100, 85-90.
- Makarska E., Michalak M., 2004. Wpływ procesu kiełkowania i przedświejnej biostymulacji laserowej na skład chemiczny ziarna pszenicy zwyczajnej. *Mat. XXXV Sesji Naukowej Komitetu Nauk o Żywności Polskiej Akademii Nauk, Łódź*, 96.
- Makarska E., Michalak M., Wesołowska-Trojanowska M., 2002. Ocena wartości odżywczej podkiełkowanego ziarna jęczmienia. *Mat. XXXIII Sesji Nauk. KT i ChŻ PAN, Lublin*, 93.
- Makarska E., Michalak M., Wesołowska-Trojanowska M., 2004. Wpływ światła lasera na wartość siewną oraz poziom antyoksydantów wybranych odmian pszenicy ozimej. *Acta Agrophysica*, 4(2), 407-417.
- Matyka S., Bogusz G., Korol W., 1993. Fityniany w ziarnie zbóż, nasionach roślin strączkowych i rzepaku „00”. *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, 1, 37-43.
- Mayer A., Shain Y., 1974. Control of seed germination. *Ann. Rev. of Plant Physiol.*, 25, 167-194.
- Newman R., Newman C., 1991. Barley as a food grain. *Cereal Foods World*, 36, 800-805.
- Oscarsson M., Andersson R., Salomonsson A. C., Aman P., 1996. Chemical composition of barley samples focusing on dietary fibre components. *J. Cereal Sci.*, 24, 161-170.
- Pysz M., Biezanowska R., Pisulewski P., 2001. Porównanie wpływu zabiegów termicznych i kiełkowania na skład chemiczny, zawartość substancji nieodżywczych oraz wartość odżywczą białka nasion grochu i soi. *Żywn. Nauka Technol. Jakość*, 1, 85-92.
- Shewry P., Halford N., 2002. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53, 947-958.
- Slavin J., Marquart L., Jakobs D., 2000. Consumption of whole-grain food and decreased risk of cancer: proposed mechanisms. *Cereal Foods World*, 45, 54-58.
- Souci S., Fachmann W., Kraut H., 2000. *Food composition and Nutrition Tables*, Scientific Publishers Stuttgart.
- Stasiak A., Drozdek M., 2001. Wartość żywieniowa surowych i skiełkowanych nasion *Phaseolus vulgaris*. *Materiały XXXII Sesji Naukowej KT i ChŻ PAN, Warszawa*.
- Subda H., Gniłka P., Czubaszek A., Karolini-Skardzińska Z., 1997. Skład chemiczny i wartość technologiczna mąki odmian jęczmienia jarego i ozimego. *Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl.*, 203, 147-157.
- Szajewska A., Haber T., Ceglińska A., 2001. Pieczywo źródłem białka. *Przeł. Piek. Cukier.*, 3, 2-3.
- Tkachuk R., 1979. Free amino acids in germinated wheat. *J. Sci. Food Agric.*, 30, 53-58.

- Wang Y., Fields M., 1978. Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value. *J. Food Sci.*, 43, 1113-1115.
- Yang F., Basu T., Ooraikul B., 2001. Studies on germination conditions and antioxidant contents of wheat grain. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 52, 319-330.
- Zhang G., Chen J., Wang J., Ding S., 2001. Cultivar and environmental effects on (1→3, 1→4)-β-D-glucan and protein content in malting barley. *J. Cer. Sci.*, 34, 295-301.

EFFECT OF THE PROCESS OF SPRING BARLEY GRAIN GERMINATION ON THE NUTRITIVE VALUE OF PROTEIN

Monika Michalak-Majewska¹, Ewa Makarska²

¹Department of Fruits, Vegetables and Mushrooms Technology, University of Life Sciences
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin

e-mail: monika.michalak@up.lublin.pl

²Department of Chemistry, University of Life Sciences
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

Abstract. The experimental material was grain of spring barley cv. Rodos, Rambo and Start, originating from a field experiment conducted at the Czesławice Experimental Farm of the University of Life Sciences in Lublin. Spring barley grain of the cultivars under analysis was subjected to the process of accelerated germination (4 days) under laboratory conditions. Samples of the grain of those cultivars, taken before and after the germination, were used to determine the amino acid composition in hydrolysates with hydrochloric acid with the method of column chromatography. The quantitative determination of amino acids served for the calculation of quality index (CS), by which the quality of protein in grain of the barley cultivars under study was represented. The germination process caused an increase in the content of protein in grain of the three cultivars, and an increase in the share of essential amino acids in protein of cultivars Rodos and Rambo, favourably modifying the nutritive value of the grain. Lysine was the limiting amino acid in the amino acid composition of protein in the grain of the barley cultivars studied. Following the germination process, the quality index (CS) value increased for cultivars Rambo and Start. The highest nutritive value was characteristic of protein of germinated grain of cultivars Rodos.

Keywords: spring barley, protein, amino acid composition, nutritional value, germination process