

Joanna KASZUBA ¹⁾, Anna SOBCZYK ¹⁾, Waldemar SROKA ¹⁾, Rafał WIŚNIEWSKI ¹⁾,
Piotr KUŹNIAR ²⁾, Józef GORZELANY ²⁾

¹⁾ Katedra Ogólnej Technologii Żywności i Żywienia Człowieka

²⁾ Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej
Uniwersytet Rzeszowski

Wpływ dodatku młóta słodowego na jakość i teksturę pieczywa żytniego

Streszczenie

Młóto słodowe jęczmienne jest bogatym źródłem składników pokarmowych i może być cennym surowcem do produkcji pieczywa. Celem niniejszej pracy było określenie wpływu udziału wysokobłonnikowego młóta słodowego (wysłodzin) na jakość i teksturę pieczywa żytniego. Wypiek próbny pieczywa żytniego wykonano metodą 2-fazową „na żurku”. Udział młóta w mieszance do wypieku pieczywa żytniego skutkował zwiększeniem wydajności ciasta i wydajności pieczywa oraz zmniejszeniem straty piecowej. Wraz z coraz większym udziałem młóta w mieszance wypiekano chleby o mniejszej objętości. Parametry tekstury miększa pieczywa takie jak: sprężystość, spoiistość i twardość były wysoce istotnie skorelowane z udziałem młóta w chlebie. Spośród ocenianych chlebów z różnym udziałem młóta, najlepsze wskaźniki fizyczne, parametry tekstury oraz wysoką ocenę organoleptyczną uzyskano w ocenie pieczywa z 20% udziałem młóta. Wstępne badania możliwości wykorzystania młóta słodowego w piekarstwie wydają się być interesującą perspektywą opracowywania nowych wartościowych produktów piekarskich. Z mieszanek mąki żytniej i młóta słodowego można wypiekać pieczywo żytnie dobrej jakości. Daje to możliwość jego wzbogacania w błonnik pokarmowy oraz białko.

Słowa kluczowe: młóto słodowe, chleb żytni, jakość pieczywa, tekstura miększa pieczywa

Effect of addition of spent grains on the quality and texture of rye bread

Summary

Brewers' spent grain is a rich source of nutrients and can be a valuable raw material for the production of bread. The aim of this study was to investigate the effect of the share high-fibre spent grain on the quality and texture of rye bread. Rye bread was baked by of 2-phase method. The share of spent grain in the blend of rye bread resulted in increased dough yield and bread yield and oven loss was reduced. With the growing importance of spent grain in the blend - a smaller volume of baked bread was noticed. Crumb texture parameters such as resilience, gumminess, cohesion and hardness were highly significantly correlated with the participation of spent grain in bread. Of the assessed loaves of various share spent grain, the best indicators of physical parameters, texture parameters and a high sensory evaluation were obtained in bread with 20% share of spent grain. Preliminary studies the possibilities of using spent grain in the bakery seem to be an interesting prospect to develop new valuable bakery products. With blend of rye flour and spent grain can be bake a good quality rye bread. This fact makes it possible to enriched bread in dietary fiber and protein.

Key words: brewers' spent grain, rye bread, the quality of bread, crumb texture

Wprowadzenie

Obecnie, coraz większe zainteresowanie zdobywa żywność funkcjonalna i wygodna. Konsumenci oprócz preferencji smakowych oraz wartości żywieniowej produktów, przy wyborze produktu zwracają uwagę na jego funkcjonalność (Mielcarz, 2004). Najczęściej osiąga się to na drodze modyfikacji technologii oraz poprzez stosowanie dodatków prozdrowotnych. Wśród coraz bardziej świadomych żywieniowo konsumentów obserwuje się coraz większe zainteresowanie zbożami niechlebowymi oraz nasionami prozdrowotnymi ze względu na ich wartość odżywczą oraz walory smakowo-zapachowe. Stosowane są one przede wszystkim jako zamienniki mąki lub dodatki podnoszące wartość żywieniową np. poprzez wzbogacenie

w błonnik pokarmowy (Kot, 2007; Kawka, 2010; Cacak-Pietrzak i in., 2013). Źródłem błonnika pokarmowego są przede wszystkim zboża i ich przetwory, a także owoce, warzywa i rośliny strączkowe (Winiarska-Mieczan i Sołtys, 2009). Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) dziennie spożycie błonnika powinno kształtować się na poziomie 40 g (DeVries, 2010). Możliwości wzbogacania pieczywa w dodatki roślinne są bardzo duże. Mogą być one stosowane w różnych granulacjach, co zapewnia szereg możliwości producentom i szeroką ofertę asortymentu dla konsumentów (Ceglińska i Dubicka, 2010). Cieszący się coraz większą popularnością jęczmień należy do szerokiej grupy zbóż niechlebowych (Kawka, 2005). Przetwory jęczmienne ze względu na dużą zawartość błonnika pokarmowego oraz

bardzo wysoki udział błonnika rozpuszczalnego w błonniku całkowitym są cennym składnikiem zbilansowanej diety (Rzedzicki i Wirkijowska, 2008). Wzbogacenie składu pieczywa o dodatek przetworów jęczmiennych powoduje nieznaczny wzrost zawartości białka, tłuszczów oraz składników mineralnych. Istotnie zwiększona natomiast zostaje zawartość włókna pokarmowego w uzyskiwanym pieczywie (Gąsiorowski, 1997; Kawka, 2010; Czerwińska, 2012). Młóto słodowe jęczmienne (wysłodziny), jako produkt uboczny przemysłu browarniczego, jest cennym źródłem składników pokarmowych, a jego ilość i wartość pokarmowa zależy od technologii otrzymywania brzezki piwnej. Wysłodziny mokre stosuje się do bezpośredniego skarmiania trzody chlewnej, bydła i innych przeżuwaczy, do produkcji kiszonek i jako komponent paszowy w formie suchej lub mokrej. Młóto ma zastosowanie w produkcji biogazu, jako nośnik drożdży unieruchomionych w ciągłej technologii produkcji piwa i może być doskonałym dodatkiem użyźniającym glebę (Barański, 2005). Młóto można suszyć różnymi technikami, np. liofilizacyjnie i konwekcyjnie (Santos i in., 2005). Ciekawym zastosowaniem wydaje się wykorzystanie młóta słodowego w piekarstwie. Stosunkowo niski koszt i wysoka wartość odżywcza sprawiają, iż jest ono surowcem do produkcji pieczywa bogatego w białko (Mussatto i in., 2006) oraz pieczywa wysokobłonnikowego (Stojceska i Ainsworth, 2008).

Cel badań

Celem badań było określenie wpływu wysokobłonnikowego młóta słodowego na jakość i teksturę pieczywa żytniego oraz próba oceny możliwości jego zastosowania w piekarstwie.

Materiał i metoda

Materiałem do badań było pieczywo żytnie wypieczone z mąki żytniej z udziałem młóta słodowego. Wypiek wykonano w 3 wariantach, z różnym udziałem młóta słodowego w mieszance wypiekowej, próba I – 20%, próba II – 30%, próba III – 40% oraz równolegle wykonano wypiek kontrolny bez dodatku. Do wypieku użyto mąki żytniej typ 720 o składzie (g/100 g mąki): węglowodany 72; białko 5,9; błonnik 6,4; tłuszcz 1,7. Do produkcji żurku zastosowano mąkę żytnią typ 2000 o składzie (g/100 g mąki): węglowodany 61; białko 8,1; błonnik 13; tłuszcz 2,2. Skład młóta słodowego o wilgotności 2,56% był następujący (g/100 g młóta): węglowodany 48; białko 23; błonnik 13,9; tłuszcz 7,6; popiół 5,0.

Wypiek próbny pieczywa żytniego wykonano metodą „na żurku” w modyfikacji własnej. Ilość faz została ograniczona do dwóch. Żurek (faza I) o wydajności 300% powstał w wyniku samoczynnej fermentacji mąki żytniej z wodą w temperaturze 32°C. Czas fermentacji żurku wydłużono do 48 godzin (w metodzie przemysłowej wynosi on około 20 godzin), dzięki czemu uzyskano znaczne jego zakwaszenie. Ciasto właściwe (faza II) powstało w wyniku połączenia w mieszarce typu R4 (Mesko-AGD, Polska), wyposażonej w mieszadło hakowe, wszystkich składników recepturowych: mąki typ 720 w ilości 450 g, 256 cm³ wody, 1,5% soli kuchennej oraz 2,5% drożdży w stosunku do masy mieszanki (Ambroziak, 2007; Sadkiewicz i Melkowski, 2011). Podana ilość drożdży jest większa od

maksymalnej dawki stosowanej w przemysłowej metodzie „na żurku” o 1%, ze względu na konieczność zapewnienia intensywnej fermentacji alkoholowej ciasta obciążonego młótem. Fermentację główną ciasta prowadzono w komorze fermentacyjnej (Sveba Dahlen, Szwecja) w temperaturze 32°C i wilgotności względnej 85% przez 40 minut. Ciasto podzielono na kęsy o masie 350 g. Fermentację końcową kontynuowano do rozrostu optymalnego, w tych samych warunkach. Wypiek ciasta prowadzono w elektrycznym piecu modułowym Classic (Sveba Dahlen, Szwecja) w temperaturze 240°C przez 40 minut.

Po upływie 24 godzin od wypieku wykonano ocenę jakości pieczywa. Wyznaczono wartości podstawowych wskaźników jakościowych procesu wypieku pieczywa: wydajność ciasta, upiek (stratę piecową) i wydajność pieczywa. Ocena sensoryczna została przeprowadzona w formie opisowej przez zespół pięciu osób, zgodnie z zasadami zawartymi w normie PN-89/A-74108. Obejmowała ona ocenę jakości skórki (barwa, wygląd powierzchni) i miększu (barwa, elastyczność, spulchnienie, wyczuwalna w dotyku wilgotność i lepkość) oraz ocenę zapachu i smaku. Oceniono cechy fizyczne wypieczonych chlebów, takie jak objętość pieczywa w aparacie Sa-Wy (Sadkiewicz Instruments, Polska) i masę właściwą miększu. Obliczono objętość pieczywa uzyskanego ze 100 g mąki (próba kontrolna) lub mieszanki wypiekowej oraz wyznaczono współczynnik porowatości miększu (Jakubczyk i Haber, 1983).

Pomiar mechanicznych parametrów tekstury wykonano przy użyciu maszyny do badań wytrzymałościowych AllroundLine Z010 (Zwick Roell, Niemcy) wykorzystując test TPA. Pomiaru dokonano po upływie 24 godzin od wypieku. Próbkę miększu pieczywa w kształcie walca o wymiarach $h=27$ mm i $r=16$ mm poddano podwójnemu ścisnieniu do 50% ich pierwotnej wysokości przez płytkę o średnicy 50 mm. Prędkość głowicy przy stosowaniu testu wynosiła 1 mm·s⁻¹. Wartości parametrów profilu tekstury obliczono przy wykorzystaniu oprogramowania testXpert II firmy Zwick Roell (Niemcy). Określono twardość, sprężystość, żujność i spoistość (kohezyjność).

Wypiek chleba i analizy powtórzono trzykrotnie. Wyniki opracowano statystycznie, przy poziomie istotności $\alpha=0,05$ w programie Statgraphics Centurion ver. 15 (Statgraphics, Stany Zjednoczone). Średnie porównano testem Duncana, a związki pomiędzy parametrami oceniono współczynnikiem korelacji.

Wyniki i ich omówienie

Oceniono podstawowe wskaźniki jakościowe przebiegu procesu wypiekowego (tabela 1).

Wydajność ciasta zwiększała się wraz ze wzrostem zawartości młóta w pieczywie. Najmniejszą wydajnością ciasta odznaczała się próba kontrolna natomiast największą, większą o 14,9% w porównaniu z wypiekiem kontrolnym – próba z 40% udziałem młóta. Zwiększenie udziału młóta wpływało na zwiększenie wydajności ciasta, co wyraża duża wartość współczynnika korelacji (0,998). Zauważono zmniejszenie upieku w próbach z udziałem młóta (tabela 1), jednak zależność ta nie była istotnie skorelowana z wielkością tego udziału w mieszance wypiekowej. Może przypuszczać, iż jest

to skutek dużej wodochłonności cząstek dodanego młota, dzięki czemu woda trudniej paruje z ciasta w trakcie wypieku. Wydajność pieczywa była dodatnio skorelowana z udziałem młota w pieczywie, a obrazuje to wartość współczynnika korelacji równa 0,999. Najmniejszą wydajność pieczywa wyznaczono w chlebie kontrolnym (155%), natomiast największą (178%) w chlebie z 40% udziałem młota. W ocenie sensorycznej brano pod uwagę skórę i miękisz oraz smak i zapach wypieczonych chlebów. Wraz z zwiększaniem zawartości młota w składzie produktu, barwa skórki była intensywniejsza. Zaobserwowano również różnicę w barwie, pomiędzy próbą kontrolną a pozostałymi próbami z dodatkiem młota. Miękisz chleba bez młota był beżowy, charakterystyczny dla pieczywa żytniego. W pozostałych próbach barwa miększu była ciemniejsza, od jasno brązowej do brązowej w próbie z największym udziałem młota. W wyniku zwiększania udziału młota w pieczywie zauważalne w miększu były również cząstki tego składnika. Cechy miększu jak elastyczność i spulchnienie uległy pogorszeniu wraz ze wzrostem zawartości młota w pieczywie. Miękisz w próbie kontrolnej wykazał bardzo dobrą elastyczność i spulchnienie, podczas gdy w próbach z coraz większym udziałem omawianego dodatku, był zbity i lepki, a w próbie z 40% udziałem młota także o słabej elastyczności. Każda z prób pieczywa miała przyjemny i aromatyczny zapach. W próbie kontrolnej zapach był typowy dla pieczywa żytniego. W pozostałych próbach był coraz intensywniejszy i jednocześnie bardziej wyczuwalny był zapach zastosowanego młota. Smak chleba w próbie kontrolnej był typowy dla pieczywa żytniego. Zaobserwowano, że już przy 20% udziale młota intensywniej wyczuwalna była obecność jego cząstek i kwaskowaty smak.

Tabela 1. Wskaźniki jakościowe procesu wypieku pieczywa
Table 1. Qualitative indicators of bread baking process

Udział młota [%]; Quantity of spent grain [%]	Wydajność ciasta [%]; Dough yield [%]	Upiek [%]; Oven loss [%]	Wydajność pieczywa [%]; Bread yield [%]
0	181	10,2	155
20	193	8,2	167
30	201	8,9	172
40	208	9,1	178
Współczynnik korelacji; Correlation coefficient	0,998*	-0,556	0,999*

* – korelacje istotne;

* – significant correlations

Wartości cech fizycznych pieczywa zebrano w tabeli 2. Wraz ze zwiększeniem ilości młota w cieście, wypiekano z niego bochenki o mniejszej objętości. Porównując objętość pieczywa uzyskanego ze 100 g mąki lub mieszanki zauważono ujemną korelację z ilością młota w próbie ($r=-0,941$).

Tabela 2. Wybrane wskaźniki cech fizycznych pieczywa

Table 2. Selected indicators of the physical characteristics of bread

Udział młota [%]; Quantity of spent grain [%]	Objętość bochenka [cm ³]; Volume of loaf [cm ³]	Objętość pieczywa ze 100 g mąki lub mieszanki [cm ³]; Volume of bread made of 100g flour or blend [cm ³]	Masa właściwa miększu [g/cm ³]; Crumb specific weigh [g/cm ³]	Współczynnik porowatości miększu; Crumb porosity factor	Wilgotność miększa [%]; Crumb moisture [%]
0	508,7	305,6	0,56	80	47,2
20	479,4	282,2	0,63	60	48,6
30	471,9	271,7	0,65	50	49,2
40	453,2	265,6	0,73	30	49,6
Współczynnik korelacji; Correlation coefficient	-0,961*	-0,941*	0,969*	-0,985*	0,994*

* – korelacje istotne;

* – significant correlations

Masa właściwa miększu pieczywa również była istotnie zależna od udziału młota w pieczywie. Współczynnik porowatości przyjmował tym mniejszą wartość im większy był udział młota. Próba kontrolna o średniej jakości miększu, której współczynnik określono na poziomie 80, została oceniona najwyżej. Chleby z 20- i 30-procentowym udziałem niewiele różniły się jakością miększu między sobą. Jednak cechowały się gorszą jakością miększu w porównaniu z próbą kontrolną, a współczynniki porowatości wyniosły odpowiednio: 60 i 50. Chleb z 40% udziałem młota wyróżniał się miększem o najgorszej jakości, a wartość współczynnika porowatości wyniosła jedynie 30. Największą wilgotność miększu chleba (49,6%) wyznaczono w próbie z 40% udziałem młota, zaś najmniejszą w próbie kontrolnej (47,2%). Większy udział młota, ze względu na większą zdolność zatrzymywania wody, wpłynął dodatnio na wilgotność pieczywa.

Istotną rolę w ocenie jakościowej pieczywa stanowią cechy mechaniczne należące do wyróżników tekstury wyznaczane za pomocą metod instrumentalnych (Dziki i in., 2011). Metody te wykorzystywane są do oceny wpływu różnych dodatków na zmiany cech tekstury produktów (Dziki i in., 2010). Wykonana analiza tekstury miększu pieczywa żytniego pozwala stwierdzić, iż udział młota istotnie korelował z parametrami tekstury (tabela 3). Ilością wody można korygować cechy jakościowe pieczywa jak np. twardość. Według Gil i in. (1997) wraz ze wzrostem udziału wody zmniejszeniu ulega twardość pieczywa. Zależność tego parametru od wielkości dodatku młota oceniono współczynnikiem korelacji o największej wartości (0,977).

Tabela 3. Parametry tekstury pieczywa żytniego z różnym udziałem młóta

Table 3. The texture parameters of rye bread with various share spent grains

Udział młóta [%]; Quantity of spent grain [%]	Twardość [N]; Hardness [N]	Sprężystość; Resilience	Żujność [N]; Chewiness [N]	Spoistość (kohezynność); Cohesion
0	13,65 ^a	0,79 ^c	4,30 ^a	0,40 ^b
20	16,67 ^{ba}	0,71 ^b	4,13 ^a	0,35 ^a
30	19,13 ^b	0,71 ^b	4,75 ^b	0,35 ^a
40	22,73 ^c	0,65 ^a	4,89 ^b	0,33 ^a
Współczynnik korelacji; Correlation coefficient	0,977*	-0,959*	0,761*	-0,967*

a, b, c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie, * – korelacje istotne

a, b, c – significantly different means marked with different letters, * – significant correlations

Ponadto zaobserwowano, iż coraz większy udział młóta istotnie zmniejszył spoistość mięksizu w porównaniu z mięksizem pieczywa bez młóta. Zwrócono uwagę również na istotne zmniejszenie sprężystości mięksizu w próbach, gdzie w recepturze pieczywa zastosowano większą ilość młóta. Podsumowując otrzymane wyniki, stwierdzono, iż dodatek młóta wpływał wysoce istotnie na takie cechy jak: twardość, spoistość i sprężystość oraz w mniejszym stopniu na żujność mięksizu. Wraz ze zwiększającym się udziałem młóta w pieczywie, wykazano zwiększenie żujności i twardości, natomiast zmniejszenie sprężystości i spójności mięksizu.

Wnioski

1. Udział młóta w ilości 20, 30 i 40% w mieszance do wypieku pieczywa żytniego skutkował zwiększeniem wydajności ciasta (od 6,6 do 14,9%) i pieczywa (od 7,7 do 14,8%) oraz zmniejszeniem upieku, odpowiednio od 19,6 do 10,8% w porównaniu z pieczywem bez dodatku. Wraz z coraz większym udziałem młóta w mieszance wypiekano chleby o mniejszej objętości.
2. Parametry tekstury mięksizu pieczywa takie jak: sprężystość, spójność i twardość były wysoce istotnie skorelowane z udziałem młóta w chlebie. Istotną zależność od udziału młóta wykazano także dla żujności mięksizu. Udział młóta istotnie wpływał na twardość pieczywa oraz spadek jego spójności wraz ze wzrostem dodatku młóta, a te w gotowym produkcie wysokiej jakości nie są akceptowane.
3. Spośród chlebów zawierających młóto, najlepiej pod względem organoleptycznym oceniono pieczywo z 20% udziałem tego surowca. Bochenki te wyróżniały się również dobrymi wskaźnikami fizycznymi i teksturo-metrycznymi.
4. Z mieszanek mąki żytniej i młóta słodowego można wypiekać pieczywo żytnie dobrej jakości. Daje to możliwość jego wzbogacania w błonnik pokarmowy oraz białko. Wstępne badania możliwości wykorzystania młóta słodowego w piekarstwie wydają się być interesującą perspektywą opracowywania nowych wartościowych produktów piekarskich.

Bibliografia

- Ambroziak, Z. (2007). *Produkcja piekarsko-ciastkarska. Część I*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, ISBN 9788302071553.
- Barański, K. (2005). Nowe technologie przerobu i doboru surowców, wytwarzania produktów i wykorzystania odpadów piwowarskich. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 6, 38-40.
- Cacak-Pietrzak, G., Ceglińska, A., Romankiewicz, D. (2013). Naturalne dodatki w produkcji pieczywa. *Przemysł Spożywczy*, 6(67), 30-33.
- Ceglińska, A., Dubicka, A. (2010). Wykorzystanie wybranych zbóż w produkcji piekarskiej. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 12, 9-10.
- Czerwińska, D. (2012). Zastosowanie jęczmienia w piekarstwie. Część I. Wpływ na wartość odżywczą. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 9, 47-48.
- DeVries, J.W. (2010). Validation official methodology commensurate with dietary fibre research and definitions. In: van der Kamp, J.W., Jones, J., McCleary, B. & Topping, D. (Eds.), *Dietary fibre: New frontiers for food and health*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, ISBN 9789086861286.
- Dziki, D., Siastała, M., Laskowski, J. (2010). Zmiany właściwości fizycznych pieczywa pszenne pod wpływem dodatku mąki sojowej. *Acta Agrophysica*, 15(1), 91-100.
- Dziki, D., Siastała, M., Laskowski, J. (2011). Ocena właściwości fizycznych pieczywa handlowego. *Acta Agrophysica*, 18(2), 235-244.
- Gastorowski, H. (red). (1997). *Jęczmień: chemia i technologia*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, ISBN 8309016859.
- Gil, M., Callejo, M.J., Rodriguez, G. (1997). Effect of water content and storage time on white pan bread quality: instrumental evaluation. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 205, 268-273, DOI: [10.1007/s002170050163](https://doi.org/10.1007/s002170050163).
- Jakubczyk, T., Haber, T. (red.) (1983). *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa, ISBN 8300018492.
- Kawka, A. (2005). Jęczmień jako surowiec w produkcji piekarskiej. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2, 6-8.
- Kawka, A. (2010). Współczesne trendy w produkcji piekarskiej – wykorzystanie owsa i jęczmienia jako zbóż niechlebowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(70), 25-43.
- Kot, M. (2007). Pieczywo prozdrowotne – wykorzystanie zbóż niechlebowych oraz nasion roślin oleistych. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 8, 11-13.
- Mielcarz, M. (2004). Wzbogacanie wartości żywieniowej pieczywa. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2, 14-17.
- Mussatto, S.I., Dragone, G., Roberto, I.C. (2006). Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications. *Journal of Cereal Science*, 43, 1-14, DOI: [10.1016/j.jcs.2005.06.001](https://doi.org/10.1016/j.jcs.2005.06.001).
- PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- Rzedzicki, Z., Wirkijowska, A. (2008). Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błon-

- nika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(56), 52-64.
- Sadkiewicz, K., Melkowski, A. (2011). *Pieczywo żytnie i mieszane na kwasie. Popularny poradnik dla technologów piekarstwa*. Polski Związek Producentów Roślin Zbożowych, Warszawa.
- Santos, M., Jiménez, J.J., Bartolomé, B., Gómez-Cordovés, C., del Nozal, M.J. (2003). Variability of brewer's spent grain within a brewery. *Food Chemistry*, 80, 17-21, DOI: [10.1016/S0308-8146\(02\)00229-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00229-7).
- Stojceska, V., Ainsworth, P. (2008). The effect of different enzymes on the quality of high-fibre enriched brewer's spent grain breads. *Food Chemistry*, 110, 865-872, DOI: [10.1016/j.foodchem.2008.02.074](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.074).
- Winiarska-Mieczan, A., Sołtys, R. (2009). Ocena zawartości włókna surowego i jego frakcji w wybranych produktach zbożowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 4(42), 1083-1088.

Joanna Kaszuba

Katedra Ogólnej Technologii Żywności i Żywienia Człowieka
Wydział Biologiczno-Rolniczy
Uniwersytet Rzeszowski
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów
e-mail: jkaszuba@ur.edu.pl