

JOANNA KASZUBA, KAROLINA PYCIA, RAFAŁ WIŚNIEWSKI,
GRAŻYNA JAWORSKA, PIOTR KUŹNIAR

WPŁYW UDZIAŁU NASION WYBRANYCH ROŚLIN OLEISTYCH NA JAKOŚĆ CHLEBA PSZENŻYTNIEGO

Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu udziału nasion roślin oleistych w mieszance z mąką pszenżytnią na jakość otrzymanego z niej chleba. Udział nasion dyni, lnu oraz słonecznika w mieszance wypiekowej wyniósł 10 % w stosunku do masy mąki. Pieczywo uzyskano metodą bezpośrednią z dodatkiem drożdży. Obliczono wydajność ciasta, upiek, stratę wypiekową całkowitą i wydajność pieczywa. Oznaczono objętość chleba i oceniono jego miękisz, w tym porowatość, barwę w systemie CIE L*a*b* oraz teksturę. Ponadto oznaczono zawartość podstawowych składników odżywczych (białka ogólnego, tłuszczu surowego, skrobi, błonnika surowego oraz związków mineralnych w postaci popiołu całkowitego). Określono także właściwości przeciwutleniające (metodą ABTS⁺, DPPH[•] oraz FRAP) chleba i ogólną zawartość związków polifenolowych.

Stwierdzono, że udział nasion roślin oleistych w chlebie wpłynął na jego właściwości fizykochemiczne i wartość odżywczą. Wykazano wzrost wydajności ciasta oraz pieczywa, a także zmniejszenie upieku w porównaniu z pieczywem pszenżytnim bez dodatku nasion. Najmniejszą objętością charakteryzował się chleb pszenżytni z udziałem nasion słonecznika, a równocześnie wyróżniał się on najlepszą porowatością miękiszu. Ponadto stwierdzono, że obecność nasion roślin oleistych w układach doświadczalnych wpłynęła na wzrost wartości odżywczej, właściwości przeciwutleniających oraz ogólnej zawartości związków polifenolowych.

Słowa kluczowe: pszenżyto, jakość chleba, wzbogacanie pieczywa, nasiona roślin oleistych, właściwości przeciwutleniające

Wprowadzenie

Produkty piekarskie, a zwłaszcza chleb, należą do głównych środków spożywczych w diecie człowieka. W Polsce pieczywo stanowi ok. 70 % wszystkich konsu-

Dr inż. J. Kaszuba, dr inż. K. Pycia, mgr inż. R. Wiśniewski, prof. dr hab. inż. G. Jaworska, Katedra Ogólnej Technologii Żywności i Żywnienia Człowieka, dr inż. P. Kuźniar, Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydz. Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski, ul. A. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów. Kontakt: kpycia@ur.edu.pl

mowanych przetworów zbożowych [12, 14]. Metody otrzymywania chleba na przestrzeni wieków ulegały licznym zmianom. Pomimo tego chleb nie znalazł do tej pory godnego substytutu [9, 28]. Rosnąca świadomość żywieniowa konsumentów, modyfikacja ich upodobań oraz znaczny postęp w technologii żywności prowadzą do wzrostu wymagań jakościowych odnoszących się do produktów spożywczych [12]. Obok podstawowej funkcji, czyli zaspokajania głodu, rolą żywności jest także polepszanie kondycji psychofizycznej organizmu.

Powszechność spożycia chleba oraz technologia piekarstwa sprawiają, że jest on dobrym przykładem nośnika, czyli produktu, za pośrednictwem którego można wzbogacić dietę w witaminy, składniki mineralne oraz substancje bioaktywne. Wzbogacenie składu chemicznego, modyfikacja receptury lub procesu technologicznego stwarzają możliwość uzyskania produktu o zwiększonej wartości odżywczej, pożądanej przez konsumentów smakowości, będącego jednocześnie przykładem żywności funkcjonalnej. Eksperti ds. żywienia rekomendują zdrowym osobom codzienne spożycie produktów zbożowych rzędu 250 ÷ 600 g, czyli od 5 do 10 porcji, w zależności od zapotrzebowania energetycznego oraz zwyczajów żywieniowych [28]. Zalecane jest przy tym także zwiększanie spożycia produktów pełnoziarnistych, bogatych w błonnik pokarmowy i substancje bioaktywne. Zaleceniom tym w pełni odpowiada pieczywo z dodatkiem nasion roślin oleistych, które dzięki swoim właściwościom może stać się przykładem żywności prozdrowotnej. Wzbogacanie pieczywa nasionami roślin oleistych zawierających cenne pod względem żywieniowym mikro- i makroelementy, witaminy, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) oraz antyoksydanty (tokoferole, związki polifenolowe, karotenoidy) jest uzasadnione ze względów żywieniowych. Dodatkowo nasiona oleiste zwiększają atrakcyjność sensoryczną wyrobów piekarskich [30]. Zainteresowanie nasionami roślin oleistych (słonecznika, dyni i lnu) wynika z ich wartości odżywczej. Są one naturalnym, bogatym źródłem białka roślinnego, wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, składników mineralnych (fosforu, żelaza, magnezu), witamin oraz fitoestrogenów. Nasiona słonecznika zawierają znaczną ilość witaminy E (37,8 mg/100 g s.m.), o wiele większą niż nasiona lnu (3 mg/100 g s.m.). W nasionach słonecznika obecne są tokole (tokoferole oraz tokotrienole) wykazujące aktywność witaminy E [13, 29]. W odpowiedzi na wymagania konsumentów dotyczące wartości odżywczej pieczywa poszukuje się także nowych surowców do jego wytwarzania. Mąka pszenna jest podstawowym surowcem do produkcji chleba od tysięcy lat [7]. Jednak obecnie podejmowane są udane próby zastosowania mąki pszenżytniej do tego celu [4, 6, 8].

Pszenżyto jest zbożem wyhodowanym przez człowieka w wyniku skrzyżowania pszenicy (*Triticum*) oraz żyta (*Scale*). Od nazw zbóż macierzystych pochodzi jego łacińska nazwa (*Triticale*) [18]. Pszenżyto przez lata miało status jedynie ziarna paszowego, jednak, jak dowodzą badania, mąka z niego otrzymana może być z powo-

dzeniem stosowana do wypieku chleba [1, 4, 5]. Pod względem żywieniowym ziarno pszenżyta jest cennym źródłem aminokwasów, gdyż zawiera o ok. 25 % więcej lizyny w porównaniu z ziarnem pszenicy. Jest to istotna cecha, gdyż zarówno lizyna, jak i treonina są głównymi aminokwasami egzogennymi, odpowiedzialnymi za ograniczoną wartość odżywczą białek zbóż. Mimo to mąka pszenżytnia jest nadal mało popularnym surowcem w branży piekarskiej. Mąka ta charakteryzuje się dużą wodochłonnością oraz krótkim czasem rozwoju i stałością ciasta. Ciasto pszenżytnie, w przeciwieństwie do ciasta pszennego, wykazuje znaczną lepkość oraz odznacza się niewielką rozciągliwością i elastycznością. Jego struktura i właściwości zbliżone są do ciasta pszennego. Z kolei pod względem czasu rozwoju i stałości oraz lepkości przypomina ciasto żytnie [1, 6, 8].

Celem pracy było określenie wpływu dodatku wybranych nasion oleistych na jakość pieczywa wypieczonego z mąki pszenżytniej, w tym jego wartość odżywczą oraz właściwości sensoryczne.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym był chleb wypieczony z mąki z ziarna pszenżyta odmiany 'Panteon' (Hodowla Roślin Strzelce, grupa IHAR, zbiór 2016 r.) z udziałem wybranych nasion roślin oleistych, takich jak dynia, len (barwa nasion ciemnobrązowa) oraz słonecznik (Kresto, Polska). Mąkę otrzymano w wyniku przemiału laboratoryjnego w młynie Quadrumat Junior (Brabender, Niemcy) ziarna pszenżyta uprzednio kondycjonowanego do wilgotności 15 %. Nasiona roślin oleistych zostały rozdrobnione w młynku Cemotec (Foss, Szwecja). Udział zmielonych nasion dyni, lnu oraz słonecznika wyniósł 10 % masy mąki wynikającej z receptury pieczywa. Prowadzenie ciasta i wypiek pieczywa pszenżytniego, kontrolnego (bez nasion) i z dodatkami wykonywano według metody bezpośredniej z zastosowaniem drożdży [11]. Z mąki pszenżytniej o znanej wodochłonności, drożdży (3 % w stosunku do masy mąki), soli (1 % w stosunku do masy mąki), wody oraz zmielonych nasion dyni, lnu oraz słonecznika wytworzono ciasto przy użyciu mieszarki laboratoryjnej R4 (Mesko-AGD, Polska). Ciasto poddawano procesowi fermentacji trwającemu 60 min w temp. 30 °C, z przebicciem po upływie 30 min. Po wstępnej fermentacji kęsy ciasta o masie 250 g formowano, umieszczano w natłuszczonych foremkach i fermentowano do optymalnego rozrostu kęsów. Po zakończeniu fermentacji chleby wypiekano w elektrycznym piecu modułowym Classic (Sveba Dahlen, Szwecja) w temp. 230 °C przez 30 min [11].

W mące pszenżytniej oznaczano zawartość wilgotności przy użyciu wagosuszarki MAC-50 (Radwag, Polska), wodochłonność przy użyciu farinografu (Brabender, Niemcy) zgodnie z PN-EN ISO 5530-1:2015-01 [24], zawartość popiołu całkowitego przez spopielenie próbki mąki w piecu muflowym zgodnie z PN-EN ISO 2171:2010 [22]. Ponadto w mące pszenżytniej oznaczano ilość mokrego glutenu według PN-EN

ISO 21415-2:2015-12 [20] i ilość suchego glutenu zgodnie z PN-EN ISO 21415-4:2008 [21]. Oznaczano także liczbę opadania mąki pszenżytniej według PN-EN ISO 3093:2010 [23].

W otrzymanym pieczywie pszenżytnim po upływie 24 h od wypieku oznaczano wskaźniki jakościowe procesu wypiekowego, takie jak: wydajność ciasta, stratę piecową (upiek), stratę wypiekową całkowitą i wydajność pieczywa. Oznaczano również objętość pieczywa przy użyciu aparatu Sa-Wy (Sadkiewicz Instruments, Polska) i określano porowatość miękiszu według skali Dallmana [11]. Barwę miękiszu chleba oznaczano przy użyciu spektrofotometru (HunterLab, Stany Zjednoczone). Pomiaru prowadzono w systemie CIE Lab (L^* , a^* , b^*), stosując typ obserwatora 10° oraz illuminant D65. Analizę tekstury miękiszu badanych chlebów wykonywano przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Zwick Roell (Niemcy). Próbkę miękiszu ($n = 4$), pobierane z różnych części chleba, w kształcie walca ($h = 27$ mm, $d = 27$ mm, $v = 22$ cm³) ścisano trzpieniem o średnicy 30 mm na głębokość 13 mm. Na podstawie wykresu przeprowadzonej analizy wytrzymałościowej określano następujące parametry: twardość [N], spójność, elastyczność, gumowatość [N], żujność [N].

Wartość odżywczą pieczywa określano na podstawie analizy zawartości głównych składników odżywczych, takich jak: białko ogółem (AOAC, metoda nr 950.36), tłuszcz surowy (AOAC, metoda nr 950.05), składniki mineralne w postaci popiołu całkowitego (AOAC, metoda nr 930.05) oraz błonnika surowego (AOAC, metoda nr 991.43) [2]. Zawartość skrobi w chlebie oznaczano metodą polarymetryczną według Lintnera [11] przy użyciu polarymetru cyfrowego AP-300 (Atago, Japonia).

W ekstraktach metanolowych uzyskanych z pieczywa oznaczano aktywność przeciwutleniającą względem kationorodnika ABTS^{•+} [26], rodnika DPPH [31] oraz metodą FRAP [3]. Dodatkowo oznaczano ogólną zawartość związków polifenolowych metodą spektrofotometryczną z użyciem odczynnika Folina-Ciocalteu'a [10]. Wyszuszony przy użyciu liofilizatora ALPHA 1-2 LD plus Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH, Niemcy). materiał ekstrahowano roztworem metanolu o stężeniu 80 %. Ekstrakcję prowadzono w łaźni ultradźwiękowej (Polsonic, Polska) przez 30 min w temp. 25 °C. Aktywność przeciwutleniającą oznaczoną metodami ABTS^{•+}, DPPH i FRAP wyrażano w μ molach TE/100 g s.m. (*Trolox Equivalent* – analog α -tokoferolu). Zawartość związków polifenolowych ogółem wyrażano w mg GAE/100 g s.m. (GAE – ekwiwalent kwasu galusowego). Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej obejmującej jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) przy użyciu programu Statistica 12.0 (StatSoft, USA). W celu określenia istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano test Duncana ($p < 0,05$).

Wyniki i dyskusja

Mąka otrzymana z laboratoryjnego przemiału ziarna pszenżyta odmiany ‘Panton’ charakteryzowała się dobrą wartością wypiekową (tab. 1).

Tabela 1. Parametry jakości mąki pszenżytniej

Table 1. Quality parameters of triticale flour

Wskaźniki / Indicators	Mąka pszenżytnia Triticale flour
Wilgotność / Moisture content [%]	12,3 ± 0,3
Wodochłonność mąki / Water absorption of flour [%]	62,0 ± 0,1
Zawartość glutenu mokrego / Wet gluten content [%]	20,6 ± 0,2
Zawartość glutenu suchego / Dry gluten content [%]	6,1 ± 0,1
Zawartość popiołu w mące / Ash content in flour [% s.m. / % d.m.]	0,57 ± 0,02
Liczba opadania / Falling number [s]	264 ± 4

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations.

Wskaźnikiem jakości mąki pszennej jest zawartość glutenu mokrego, kompleksu białkowego nadającego ciastu elastyczność i odpowiedzialnego za retencję gazów fermentacyjnych, a w pieczywie tworzącego strukturę miękiszu. Zawartość glutenu mokrego w badanej mące pszenżytniej wynosiła ok. 20,6 %. Mąka charakteryzowała się odpowiednią aktywnością amylolityczną, o czym świadczy wartość liczby opadania (tab. 1). Omawiane wyniki są zgodne z wynikami badań innych autorów [1, 6, 8].

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że dodatek do mąki zmielonych nasion dyni, lnu oraz słonecznika wpłynął na wzrost wydajności ciasta pszenżytniego (tab. 2). Wartość tego parametru była wyższa średnio o 14 % w stosunku do wydajności ciasta kontrolnego. Jednocześnie nie wykazano statystycznie istotnego wpływu dodatku nasion oraz ich rodzaju na wartość straty piecowej (upieku) chleba pszenżytniego, ale dodatek nasion dyni, słonecznika oraz lnu wpłynął na istotne zmniejszenie całkowitej straty piecowej. Wartość całkowitej straty piecowej oznaczona w badaniach własnych była zbliżona do wyników innych autorów [12], którzy wykazali, że wzrastający dodatek mąki łubinowej do mąki typu 750 z ziarna pszenżyta odmiany ‘Krakowiak’ skutkowało statystycznie istotnym ($p < 0,05$) zmniejszeniem wartości omawianego parametru. Ponadto w niniejszych badaniach zaobserwowano, że wydajność pieczywa wzrastała istotnie na skutek dodatku nasion dyni, lnu i słonecznika do mąki pszenżytniej. Najmniejszą wydajnością pieczywa charakteryzował się chleb kontrolny (128,0 %), a wskutek wprowadzenia rozdrobnionych nasion oleistych wydajność pieczywa wzrosła średnio o 15,1 % (tab. 2).

Tabela 2. Wskaźniki laboratoryjnego wypieku pieczywa pszenżytniego z udziałem zmielonych nasion roślin oleistych

Table 2. Laboratory baking indicators of triticale bread with ground oilseeds addition

Próba chleba Bread sample	Wydajność ciasta Dough yield [%]	Strata piecowa (upiek) Oven loss [%]	Strata piecowa całkowita Total oven loss [%]	Wydajność pieczywa Bread yield [%]
Próba kontrolna Control sample	151,56 ^a	9,44 ^a ± 0,19	15,55 ^b ± 0,61	128,00 ^a ± 0,93
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	173,54 ^b	9,24 ^a ± 0,17	14,27 ^a ± 0,08	148,78 ^b ± 0,14
Z nasionami lnu With flax seeds	172,84 ^b	9,57 ^a ± 0,51	14,87 ^a ± 0,30	146,97 ^b ± 0,76
Z nasionami słonecznika With sunflower seeds	172,50 ^b	9,11 ^a ± 0,49	14,86 ^a ± 0,32	146,53 ^b ± 0,54

Objaśnienia / Explanatory notes:

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviations; Wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p < 0,05$) / Mean values in columns and denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$).

Tabela 3. Parametry fizykochemiczne pieczywa pszenżytniego z udziałem zmielonych nasion roślin oleistych

Table 3. Physical and chemical parameters of triticale bread with ground oilseeds addition

Próba chleba Bread sample	Objętość pieczywa Volume of bread [cm ³]	Objętość pie- czywa ze 100 g mąki Volume of bread made of 100 g flour [cm ³]	Współczynnik porowatości miękkiszu według Dallmana Crumb porosity by Dallman scale	Wilgotność miękkiszu Crumb moisture [%]
Próba kontrolna Control sample	510 ^a ± 14	340,14 ^b ± 9,81	70 ^a	55,91 ^{ab} ± 0,74
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	490 ^a ± 14	338,85 ^b ± 5,11	80 ^b	57,69 ^b ± 0,16
Z nasionami lnu With flax seeds	510 ^a ± 5	354,02 ^b ± 2,02	70 ^a	54,98 ^a ± 1,01
Z nasionami słonecznika With sunflower seeds	455 ^b ± 7	315,84 ^a ± 2,12	90 ^c	56,23 ^{ab} ± 0,75

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

Chleb pszenżytni kontrolny i wzbogacony nasionami roślin oleistych poddano analizie parametrów fizykochemicznych (tab. 3). Wykazano istotny wpływ wprowa-

dzanych dodatków na objętość chleba pszenżytniego. Chleb kontrolny oraz chleby z dodatkiem nasion dyni i lnu charakteryzowały się zbliżoną objętością, wynoszącą średnio 503 cm³. Natomiast najmniejszą objętością wyróżniał się chleb wzbogacony 10-procentowym udziałem nasion słonecznika (455 cm³). We wcześniejszych badaniach nad wzbogacaniem mąki pszenżytniej Kopeć i Bać [12] wykazali, że 12-procentowy dodatek mąki łubinowej do mąki pszenżytniej powodował zmniejszenie objętości pieczywa o 18 % w stosunku do próby kontrolnej. Zmniejszenie objętości pieczywa pszenżytniego pod wpływem dodatku mąki z nasion lnianki, będącej bogatym źródłem tłuszczu (40 % s.m.) oraz białka (25 % s.m.), odnotowali także Zgórska i wsp. [32]. Nwosu i wsp. [16] w badaniach jakości pieczywa pszennego również zauważyli zmniejszenie objętości chleba pod wpływem dodatku mąki z nasion fasoli oleistej. Zdaniem Czubaszek [6] oraz Zgórskiej i wsp. [32] objętość chleba pszenżytniego w głównej mierze determinowana jest zawartością białka ogółem w mące. Zmniejszona objętość chlebów z dodatkiem nasion roślin oleistych może wynikać ze zmian zawartości białka glutenowego w wytworzonym cieście pszenżytnim, odpowiedzialnego za zatrzymywanie gazów wytwarzanych w czasie fermentacji. Obniżenie jakości trójwymiarowej siatki glutenu hamuje retencję ditlenku węgla [16]. Stwierdzona w niniejszych badaniach mniejsza objętość pieczywa z dodatkiem zmielonych nasion może być spowodowana zwiększoną ilością tłuszczu. Zdaniem Sharma i Chauhan [27] powstawanie kompleksu białkowo-lipidowego na skutek dużej podaży tłuszczu w układzie utrudnia powstawanie oraz zatrzymywanie gazu, co powoduje zmniejszoną objętość chleba. Pomeranz i wsp. [25] tłumaczą ponadto zmniejszenie objętości chleba wprowadzaniem do układu produktów bezglutenowych oraz bogatych w błonnik, co utrudnia retencję gazów. Znaczny udział błonnika w cieście negatywnie wpływa na formowanie i właściwości glutenu, a to mniejsza jego zdolność do zatrzymywania gazów [15].

Pod względem objętości pieczywa ze 100 g mąki w badaniach własnych najniżej oceniono chleb z udziałem nasion słonecznika. Chleb ten, mimo mniejszej objętości w porównaniu z próbą kontrolną i próbami z dodatkiem innych nasion, wyróżniał się największą porowatością miękiszu. Pory w miękiszu były cienkościenne i równomiernie rozłożone. Z kolei najniżej oceniono porowatość miękiszu chleba kontrolnego i z dodatkiem nasion lnu (tab. 3).

Wilgotność miękiszu badanych chlebów była istotnie zróżnicowana, gdyż wahała się od 55,91 % (próba kontrolna) do 57,69 % (próba z dodatkiem nasion dyni). Otrzymane w badaniach wartości są wyższe o ok. 10 % w porównaniu z wilgotnością miękiszu chleba pszenżytniego z dodatkiem nasion lnianki [32]. Według PN-A-74103:1993 [19] wilgotność miękiszu chleba mieszanego nie powinna przekraczać 47 %.

W kolejnym etapie badań określono parametry tekstury chlebów pszenżytnich wzbogaconych nasionami roślin oleistych (tab. 4). Stwierdzono, że udział nasion

wpłynął na wzrost twardości miękiszu chleba, przy czym rodzaj dodawanych nasion nie miał statystycznie istotnego wpływu na wartość omawianego parametru. Podobnie nie wykazano statystycznego wpływu obecności zmielonych nasion dyni, słonecznika oraz lnu na spójność oraz elastyczność miękiszu. Natomiast największą gumowatością oraz żujnością w porównaniu z pozostałymi charakteryzował się miękisz chleba z dodatkiem nasion dyni (tab. 4).

Tabela 4. Wartości parametrów tekstury pieczywa pszenżytniego z udziałem zmielonych nasion roślin oleistych

Table 4. Values of texture parameters of triticale bread with ground oil-bearing plant seeds added

Próba chleba Bread sample	Parametr tekstury Texture parameter				
	Twardość Hardness [N]	Spójność Cohesiveness	Elastyczność Resilience	Gumowatość Gumminess [N]	Żujność Chewiness [N]
Próba kontrolna Control sample	9,99 ^a ± 0,76	0,37 ^a ± 0,01	0,73 ^a ± 0,03	3,88 ^a ± 0,14	2,76 ^a ± 0,16
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	14,57 ^b ± 2,30	0,38 ^a ± 0,02	0,70 ^a ± 0,04	5,31 ^b ± 0,38	3,64 ^b ± 0,39
Z nasionami lnu With flax seeds	13,14 ^b ± 1,50	0,38 ^a ± 0,04	0,71 ^a ± 0,03	3,64 ^a ± 0,27	2,58 ^a ± 0,08
Z nasionami słonecznika With sunflower seeds	12,03 ^b ± 1,00	0,35 ^a ± 0,01	0,67 ^a ± 0,03	3,88 ^a ± 0,67	2,68 ^a ± 0,31

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

Tabela 5. Parametry barwy pieczywa pszenżytniego z udziałem zmielonych nasion roślin oleistych

Table 5. Colour parameters of triticale bread with ground oil-bearing plant seeds added

Próba chleba / Bread sample	Parametry barwy / Colour parameters		
	L*	a*	b*
Próba kontrolna / Control sample	70,68 ^c ± 0,04	1,55 ^a ± 0,08	20,81 ^c ± 0,09
Z nasionami dyni / With pumpkin seeds	69,47 ^a ± 0,30	2,25 ^b ± 0,05	22,95 ^d ± 0,18
Z nasionami lnu / With flax seeds	60,15 ^b ± 0,50	3,27 ^c ± 0,30	15,28 ^a ± 0,12
Z nasionami słonecznika / With sunflower seeds	69,65 ^a ± 0,20	3,16 ^c ± 0,06	21,87 ^b ± 0,11

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

Wartości parametrów barwy (L*, a*, b*) chleba z dodatkiem nasion słonecznika, lnu oraz dyni przedstawiono w tab. 5. Wykazano, że chleby wzbogacone nasionami roślin oleistych charakteryzowały się ciemniejszym miękiszem w porównaniu z chle-

bem kontrolnym. Wartość parametru L* (określającego składową barwy – jasność) chleba z udziałem nasion lnu była o ok. 15 % niższa niż chleba kontrolnego. Z kolei pomiędzy wartością parametru L* miększu chleba z nasionami dyni oraz nasionami słonecznika nie stwierdzono różnicowania statystycznie istotnego. Zmianę barwy miększu pod wpływem dodatku nasion stwierdzili Coelho i wsp. [7], którzy zaobserwowali ciemnienie miększu chleba pszennego na skutek dodatku mąki z nasion chia. Ciemnienie miększu chleba może wynikać ze zwiększonej ilości błonnika oraz tłuszczu w układzie na skutek obecności zmielonych nasion roślin oleistych. W badaniach własnych wartość parametru a* wzrosła statystycznie istotnie w miększach chlebów z udziałem nasion w porównaniu z próbą kontrolną. Natomiast najniższą wartość parametru b* stwierdzono w przypadku chleba pszenżytniego z dodatkiem lnu.

Tabela 6. Wartość odżywcza pieczywa pszenżytniego z udziałem zmielonych nasion roślin oleistych
Table 6. Nutritional value of triticale bread with ground oil-bearing plant seeds added

Próbka chleba Bread sample	Zawartość [% s.m.] / Content [% d.m.]				
	Białko ogółem Total protein	Tłuszcz surowy Crude fat	Skrobia Starch	Związki mineralne w postaci popiołu całkowitego Mineral compounds in the form of total ash	Błonnik surowy Crude fibre
Próba kontrolna Control sample	12,20 ^a ± 0,01	1,15 ^a ± 0,02	61,65 ^b ± 0,13	1,21 ^a ± 0,06	0,30 ^b ± 0,00
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	14,66 ^d ± 0,05	4,35 ^b ± 0,03	55,55 ^a ± 0,32	1,91 ^d ± 0,08	0,20 ^a ± 0,00
Z nasionami lnu With flax seeds	13,64 ^c ± 0,02	4,73 ^c ± 0,05	55,37 ^a ± 0,79	1,76 ^c ± 0,14	0,18 ^a ± 0,04
Z nasionami słonecznika With sunflower seeds	13,19 ^b ± 0,00	5,82 ^d ± 0,04	55,62 ^a ± 0,68	1,52 ^b ± 0,11	0,33 ^b ± 0,04

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

Badania składu chemicznego umożliwiły określenie wartości odżywczej pieczywa pszenżytniego z udziałem nasion roślin oleistych. Dodatek nasion wpłynął na zwiększenie zawartości większości składników odżywczych (tab. 6). Stwierdzono, że w stosunku do chleba kontrolnego w pieczywie z udziałem nasion wystąpił istotny wzrost zawartości: białka – o ok. 20 % (dynia), tłuszczu – o ok. 400 % (słonecznik), składników mineralnych – o 36 % (dynia) oraz istotne zmniejszenie zawartości skrobi – o 11 %. Zwiększona zawartość tłuszczu w chlebie związana jest z wyższą podażą cennych żywieniowo NNKT oraz substancji przeciwutleniających, takich jak tokoferole, karotenoidy, polifenole. W przypadku pieczywa z dodatkiem nasion roślin oleistych

wątpliwość może jednak budzić jakość obecnego w nim tłuszczu. Wysoka temperatura panująca podczas wypieku chleba może być przyczyną utleniania tłuszczu, co prowadzi do strat wartości żywieniowej produktu. Zachodzący proces utleniania prowadzi do zmniejszenia zawartości NNKT, zwiększając przy tym udział kwasów nasyconych, którym przypisuje się podwyższenie ryzyka wystąpienia nowotworów i choroby niedokrwiennej serca. Z kolei powstałe na skutek utleniania wolne rodniki są przyczyną wielu schorzeń ustrojowych [30]. Spośród badanych chlebów największą zawartością błonnika surowego charakteryzował się chleb z nasionami słonecznika. Pastuszka i wsp. [17] stwierdzili wzrost zawartości białka, tłuszczu, składników mineralnych oraz błonnika pokarmowego w bułkach bezglutenowych na skutek dodatku nasion lnu oleistego. Skrbic i Filipcev [29] również potwierdziły korzystny wpływ dodatku nasion słonecznika na wartość odżywczą chleba pszennego.

Wykazano także, że dodatek zmielonych nasion roślin oleistych do mąki pszenżytnej wpłynął istotnie na aktywność przeciwutleniającą otrzymanego chleba (tab. 7).

Tabela 7. Aktywność przeciwutleniająca i całkowita zawartość związków polifenolowych w chlebach pszenżytnych z udziałem zmielonych nasion roślin oleistych

Table 7. Antioxidant activity and total content of polyphenol compounds in triticale bread with ground oil-bearing plant seeds added

Próba chleba Bread sample	ABTS ⁺⁺	DPPH	FRAP	Związki polifenolowe Polyphenol compounds
	[μmol Trolox/100 g s.m.] [μmol Trolox/100 g d.m.]			[mg GAE/100 g]
Próba kontrolna Control sample	276,00 ^a ± 4,61	83,14 ^a ± 1,12	65,10 ^a ± 1,11	34,60 ^a ± 1,62
Z nasionami dyni With pumpkin seeds	307,00 ^b ± 5,35	93,80 ^b ± 1,23	67,40 ^b ± 1,21	39,10 ^b ± 1,76
Z nasionami lnu With flax seeds	425,20 ^c ± 4,98	111,70 ^c ± 1,44	171,20 ^c ± 2,89	55,60 ^c ± 1,89
Z nasionami słonecznika With sunflower seeds	796,80 ^a ± 5,69	564,04 ^d ± 1,98	631,2 ^d ± 3,19	179,30 ^d ± 3,03

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

Potencjał przeciwutleniający chlebów wzbogaconych był wyższy w porównaniu z chlebem kontrolnym. Udział zmielonych nasion słonecznika wpłynął najkorzystniej na omawianą właściwość, gdyż aktywność przeciwutleniająca tego chleba oznaczona metodami ABTS⁺⁺, DPPH oraz FRAP była wyższa od wartości tych parametrów w chlebie kontrolnym odpowiednio o [%]: 188, 579 i 870. Co więcej, ogólna zawartość związków polifenolowych także wzrosła na skutek wprowadzenia nasion do ciasta. Wartość omawianego parametru wahała się od 34,60 mg GAE/100 g (w próbie kon-

trolnej) do 179,30 mg GAE/100 g (w chlebie z udziałem nasion słonecznika). Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach innych autorów [33], w których aktywność przeciwutleniająca chleba była skorelowana z rodzajem nasion dodanych do niego. W badaniach można wykazać związek pomiędzy zawartością związków polifenolowych ogółem oraz aktywnością przeciwutleniającą a zawartością tłuszczu w dodawanych nasionach. Najmniejszą zawartością tłuszczu charakteryzowały się nasiona dyni (19 % – dane producenta). W nasionach lnu oraz słonecznika tłuszcz stanowił odpowiednio: ok. 36 i 50 % masy nasion.

Wnioski

1. Zastosowanie 10-procentowego udziału zmielonych nasion dyni, lnu i słonecznika w mieszance z mąką pszenżytnią wpłynęło korzystnie na właściwości fizykochemiczne i wartość odżywczą otrzymanych chlebów.
2. Wydajność ciasta, wydajność pieczywa oraz wilgotność miękiszu były istotnie większe w chlebach z udziałem nasion w porównaniu z próbą kontrolną. Natomiast chleb z udziałem słonecznika charakteryzował się najmniejszą objętością.
3. Zastosowany udział nasion roślin oleistych wpłynął na istotne zwiększenie zawartości podstawowych składników odżywczych w chlebie pszenżytnim, tj. białka, tłuszczu, związków mineralnych. Zmniejszeniu uległa przy tym zawartość frakcji węglowodanowej.
4. Obecność zmielonych nasion roślin oleistych w chlebie przyczyniła się do wzrostu jego potencjału przeciwutleniającego oraz ogólnej zawartości polifenoli. Najkorzystniejszy okazał się udział nasion słonecznika.
5. Wzbogacanie pieczywa pszenżytniego nasionami roślin oleistych jest uzasadnionym zabiegiem z punktu widzenia jakości otrzymanego chleba oraz jego właściwości prozdrowotnych.

Badania sfinansowane w ramach dotacji Uniwersytetu Rzeszowskiego na prowadzenie badań służących rozwojowi młodych naukowców w 2016 roku.

Literatura

- [1] Achremowicz B., Ceglińska A., Gambuś H., Haber T., Obiedziński M.: Technologiczne wykorzystanie ziarna pszenżyta. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2013, 1, 113-120.
- [2] AOAC: Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg 2006.
- [3] Benzie I.F.F., Strain J.J.: The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 1996, 239, 70-76.
- [4] Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Haber T.: Porównanie jakości pieczywa pszenżytniego, pszennego i żytniego. *Przegl. Piek. Cukier.*, 2003, 51 (11), 4-5.

- [5] Ceglińska A., Cichy H., Cacak-Pietrzak G., Haber T., Smuga W.: Wykorzystanie pszenżyta jarego do produkcji pieczywa. *Fol. Univ. Agric. Stetin. Agric.*, 2006, 247 (100), 39-44.
- [6] Ceglińska A., Haber T.: Wartość technologiczna wybranych odmian pszenżyta ozimego. *Biul. IHAR*, 2001, 218/219, 315-332.
- [7] Coelho M.S., Sallas-Mellado M.: Effects of substituting chia (*Salvia hispanica* L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. *LWT – Food Sci. Technol.*, 2015, 60, 729-736.
- [8] Czubaszek A.: Charakterystyka technologiczna pszenżyta hodowli polskiej na podstawie metod pośrednich i wypieku laboratoryjnego. Cz. III. Wartość wypiekowa odmian pszenżyta. *Hod. Rośl. Aklim. Nasien.*, 1995, 39 (3), 95-109.
- [9] Fik M.: Czerstwienie pieczywa i sposoby przedłużania jego trwałości. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, 2 (39), 5-22.
- [10] Gao X., Ohlander M., Jeppson N., Björk L., Trajkovski V.: Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn during maturation. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48, 1485-1490.
- [11] Jakubczyk T., Haber T. (Red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW, Warszawa 1983.
- [12] Kopeć A., Bać A.: Wpływ dodatku mąki łubinowej na jakość pieczywa pszenżytnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 5 (90), 142-153.
- [13] McKevith B.: Nutritional aspects of oilseeds. *Nutr. Bull. BNF*, 2005, 30, 13-26.
- [14] Mierzejewska S., Bać A., Kopeć A., Jaroszewicz E., Piepiórka-Stepuk J.: Badanie przydatności mąki i śruty pszenżytniej jako surowców do produkcji chleba. *Inż. Przetw. Spoż.*, 2015, 2 (14), 21-23.
- [15] Noort M.W., van Haaster D., Hemery Y., Schols H.A., Hamer R.J.: The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality – Evidence for fibre – protein interactions. *J. Cereal Sci.*, 2010, 52 (1), 59-64.
- [16] Nwosu U.L., Elochukwu C.U., Onwurah C.O.: Physical characteristics and quality of bread produced from wheat African oil bean flour blends. *Afr. J. Food Sci.*, 2014, 8 (6), 351-355.
- [17] Pastuszka D., Gambuś H., Sikora M.: Wartość odżywcza i dietetyczna pieczywa bezglutenowego z dodatkiem nasion lnu oleistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 3 (82), 155-167.
- [18] Pena R.J.: Food uses of triticale. In: *Triticale Improvement and Production*. FAO Plant Production and Protection Paper No. 179. Eds. M. Mergoum and H. Gomez-Macpherson. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome 2004, pp. 37-48.
- [19] PN-A-74103:1993. Pieczywo mieszane.
- [20] PN-EN ISO 21415-2:2015-12. Pszenica i mąka pszenna. Ilość glutenu. Część 2: Oznaczanie glutenu mokrego i indeksu glutenu za pomocą urządzeń mechanicznych.
- [21] PN-EN ISO 21415-4:2008. Pszenica i mąka pszenna. Ilość glutenu. Część 4: Oznaczanie glutenu suchego z glutenu mokrego metodą szybkiego suszenia.
- [22] PN-EN ISO 2171:2010. Ziarno zbóż, nasiona roślin strączkowych i ich przetwory. Oznaczanie zawartości popiołu metodą spalania.
- [23] PN-EN ISO 3093:2010. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina. Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- [24] PN-EN ISO 5530-1:2015-01. Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Część 1: Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- [25] Pomeranz Y., Shorgen M., Finney K.F., Bechtel D.B.: Fiber in bread making-effects on functional properties. *Cereal Chem.*, 1977, 54, 25-41.
- [26] Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.*, 1999, 26, 1231-1237.

- [27] Sharma H.R., Chauhan G.S.: Physicochemical and rheological quality characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) supplemented wheat flour. *J. Food Sci. Technol.*, 2000, 37 (1), 87-90.
- [28] Sicińska E.: Produkty zbożowe u podstaw piramidy zdrowego żywienia. *Przem. Spoż.*, 2010, 11 (64), 18-20.
- [29] Skrbic B., Filipcev B.: Nutritional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with oleic-rich sunflower seed. *Food Chem.*, 2008, 108, 119-128.
- [30] Tańska M., Rotkiewicz D.: Jakość tłuszczu nasion oleistych zastosowanych do produkcji wybranych rodzajów pieczywa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 5 (78), 62-74.
- [31] Yen G.C., Chen H.Y.: Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, 43, 27-32.
- [32] Zgórska K., Plawgo A., Wojtasik-Kalinowska I., Dymkowska-Malesa M.: Wpływ dodatku nasion lnianki na jakość pieczywa z pszenżyta. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2010, 1 (10/36), 23-25.
- [33] Zieliński H., Michalska A., Ceglińska A.: Antioxidant properties of spelt bread. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2008, 58 (2), 217-222.

EFFECT OF SELECTED OIL-BEARING PLANT SEEDS CONTAINED IN TRITICALE BREAD ON ITS QUALITY

S u m m a r y

The objective of the research study was to assess the effect of oil-bearing plant seeds contained in the flour blend with triticale flour on the quality of breads made thereof. The content of pumpkin, flax, and sunflower seeds in the flour blend was 10 % per weight of the flour. Breads were made using a straight dough method with yeast added. The following was calculated: yield of dough, oven loss, total baking loss, and yield of bread. The volume of the breads produced was measured and the porosity of their crumb, colour (CIE L* a* b*), and texture were assessed. In addition, the content of basic nutrients (total protein, crude fat, starch, crude fibre, and mineral compounds in the form of total ash) was determined. Antioxidant properties (using ABTS^{•+}, DPPH, and FRAP methods) were determined as was the content of total polyphenols.

It was found that the content of oil-bearing plant seeds in bread had an effect on its physicochemical properties and nutritional value. An increase was reported in the yield of dough and bread as well as a decrease in the value of oven loss compared to the bread without seeds added. The triticale bread with sunflower seeds added was characterized by the smallest volume and, at the same time, it was distinguished by the best porosity of its crumb. Moreover, it was found that the presence of oil-bearing plant seeds in the experimental material caused the nutritional value, antioxidant properties, and content of total polyphenols to increase.

Key words: triticale, bread quality, bread enrichment, oil-bearing plant seed, antioxidant properties 