Magda Pastusiak[1], Mikołaj Ociesa[2], Anna Wirkijowska[3], Dorota Teterycz[4], Magdalena Wiśniewska[5]
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
https://doi.org/10.29316/9788368103137_19

WPŁYW DODATKU WYTŁOKÓW Z JAGODY KAMCZACKIEJ NA JAKOŚĆ I SKŁAD CHEMICZNY WYROBÓW PÓŁCUKIERNICZYCH

EFFECT OF KAMCHATKA BERRY POMACE ON THE QUALITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF SEMI-CONFECTIONERY PRODUCTS

Streszczenie

Badania dotyczące wpływu zastosowania wytłoków z jagody kamczackiej na wyroby półcukiernicze mają na celu ocenę wpływu tego dodatku na jakość, cechy sensoryczne i wartość odżywczą bułek z ciasta drożdżowego półcukierniczego. Wytłoki z jagody kamczackiej, bogate w błonnik, polifenole i inne bioaktywne związki, mogą poprawić prozdrowotne właściwości wyrobów półcukierniczych. Wprowadzenie dodatkowego składnika do receptury ciasta zmienia również właściwości sensoryczne, wpływając na smak, barwę i teksturę wyrobów, nadając im lekko kwaśny posmak i ciemniejszą barwę. Ponadto, błonnik zawarty w wytłokach wpływa na wilgotność i kruchość wyrobu, co może wymagać dostosowania receptur i technologii produkcji. Badania wykazały, że obecność naturalnych przeciwutleniaczy może przedłużać trwałość produktów, opóźniając procesy

Summary

Studies on the impact of the use of Kamchatka berry pomace on semi-confectionery products aim to assess the impact of this additive on the quality, sensory characteristics and nutritional value of semi-confectionery yeast rolls. Kamchatka berry extracts, rich in fiber, polyphenols and other bioactive compounds, can improve the health-promoting properties of semi-confectionery products. The addition of an additional ingredient to the cake recipe also changes the sensory properties, affecting the taste, colour and texture of the products, giving them a slightly sour aftertaste and darker colour. In addition, the fibre contained in the blanks affects moisture and brittleness, which may require adaptation of recipes and production technology. Studies have shown that the presence of natural antioxidants can prolong the shelf life of products, delaying

[1] inż., pastusiakmagda@gmail.com
[2] inż., mikolajociesa@gmail.com
[3] dr inż., https://orcid.org/0000-0002-1647-2921, anna.wirkijowska@up.lublin.pl
[4] dr inż., https://orcid.org/0000-0002-8714-9814, dorota.teterycz@up.lublin.pl
[5] mgr inż., m.wisniewska23@gmail.com

oksydacyjne. Zastosowanie wytłoków z jagody kamczackiej w wyrobach półcukierniczych pozwala uzyskać produkt będący ciekawą i zdrowszą alternatywą typowych bułeczek z ciasta drożdżowego, konieczne jest jednak dostosowanie parametrów technologicznych procesu.

Słowa kluczowe: błonnik, jagoda kamczacka, wartość odżywcza, wytłoki

oxidation processes. The use of Kamchatka berry pomace in semi-confectionery products allows to obtain a product that is an interesting and healthier alternative to typical buns from yeast dough, however, it is necessary to adjust the technological parameters of the process.

Keywords: fiber, kamchatka berry, nutritional value, pomace

Wstęp

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie, zarówno producentów jak i konsumentów, zastosowaniem naturalnych dodatków w przemyśle spożywczym, w celu poprawy wartości odżywczej oraz właściwości sensorycznych produktów. Jednym z takich dodatków mogą być wytłoki z jagody kamczackiej (*Lonicera caerulea* L. var. *Kamtschatica Sevast.)*, które są pozostałościami po tłoczeniu soku z tych owoców. W Polsce jagoda kamczacka występuje także pod nazwą wiciokrzew siny, suchodrzew jadalny siny lub suchodrzew błękitny, lonicera czy borówka kamczacka. Owoce jagody są mięsiste, wydłużone, wielonasienne o fioletowoczarnej barwie, pokryte niebieskim, woskowatym nalotem (Szot i in., 2014). Owoce nie są bardzo słodkie, ich kwasowość waha się w dość dużych granicach i wynosi 1,6-3,9%. Skład chemiczny owoców jagody kamczackiej to: 8,3% błonnika; 79,7-87,6% wody; 2,1-8,4% białka; 10,1-15,6% węglowodanów; 0,01-4,8% tłuszczu (Kucharska, Fecka, 2016). Zaletą pozostałości owocowych jest to, że zawierają dużo błonnika pokarmowego (Nawirska, 2007; Zegartowska i in., 2014). Surowcem wzbogacającym bułki były wytłoki z jagody kamczackiej firmy BiGrim prowadzonej przez Grzegorza i Irenę Maryniowskich. Wytłoki zostały pozyskane w wyniku przemysłowej produkcji soków zagęszczonych z jagody kamczackiej w zakładzie produkcyjnym znajdującym się w Wojciechowie (Łaziska, Polska).

Wyroby półcukiernicze, stanowią istotną część diety wielu konsumentów, lecz ich spożycie zmniejszyło się w porównaniu do wcześniejszych lat. Konsumenci często sięgają po produkty pełnoziarniste, a także bez dodatków, takich jak cukier czy drożdże. Interesującym dodatkiem do produkcji pieczywa mogą być pozostałości po tłoczeniu soków, czyli wytłoki. Dzięki dodatkom wytłoków można zwiększyć wartość odżywczą wyrobów piekarniczych (Masiarz i in., 2019).

Dodatek wytłoków dodany do ciasta chlebowego od strony technologicznej powoduje zmiany tekstury takie jak elastyczność i twardość oraz

niekiedy pogorszenie cech sensorycznych np. pojawienie się ciemnego miękiszu lub gorzkiego smaku (Masiarz i in., 2019).

Celem pracy było określenie wpływu dodatku wytłoków z jagody kamczackiej na jakość, skład chemiczny i cechy organoleptyczne wyrobów półcukierniczych.

Materiał i metoda

Materiałem do badań były wytłoki z jagody kamczackiej (firmy Bi-Grim prowadzonej przez Grzegorza i Irenę Maryniowskich). Wytłoki zostały pozyskane w wyniku przemysłowej produkcji soków zagęszczonych. Surowiec charakteryzował się ciemnofioletowym zabarwieniem.

W ramach badań przygotowano bułki z ciasta półcukierniczego (tabela 1) wzbogacone 6, 9 i 12% dodatkiem wytłoków z jagody kamczackiej jako zamiennika mąki pszennej.

Tabela 1. Układ doświadczenia (odsetek wytłoków z jagody kamczackiej w zależności od próby ciasta)

Próba	Mąka pszenna typ 500	Wytłoki z jagody kamczackiej	Mleko	Sól	Cukier	Drożdże	Tłuszcz
B0JK	100	0	56,3	0,7	9,1	5,5	7,3
B6JK	94	6	57,3				
B9JK	91	9	58,2				
B12JK	88	12	59,1				

B0JK – próba kontrolna, B6JK – próba zawierająca 6% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B9JK – próba zawierająca 9% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B12JK – próba zawierająca 12% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej.

Ciasto poprowadzono metodą dwufazową z przebiciem. Po dokładnym odważeniu składników przygotowano rozczyn z drożdży, 1/3 ilości cukru oraz mleka podgrzanego do temperatury 37 – 40°C. Rozczyn pozostawiono do fermentacji na 20 minut w temperaturze 28 – 29°C. Następnie dodano pozostałe składniki recepturowe, aby uzyskać ciasto. Wszystkie warianty ciasta mieszano mikserem planetarnym Kodiak 20 (Verimixer A/S, Brøndby, Dania) z końcówką typu hak, przez 2 minuty na pierwszym biegu, a następnie przez 5 minut na drugim biegu. Wyrobione ciasto umieszczono w komorze garowniczej (Tefi Klima pro 100, DEBAG Deutsche Backofenbau GmbH, Bautzen, Niemcy) (czas 90 minut, temp. 28°C, wilgotność względna 85±2%). Ciasto przebito po godzinie fermentacji. Po zakończeniu fermentacji ciasto podzielono na kawałki o wadze 80±5g i formowano z nich bułki. Uformowane bułki układano na blachach i pozostawiano do wyrośnięcia w komorze

garowniczej (czas 30 min, temp. 30°C wilgotność względna 85%). Następnie wypiekano je w piecu (Helio pro 100, Debag, Niemcy) nagrzanym do 230°C przez 20 minut. Po upieczeniu bułki ważono, studzono, a następnie pakowano do szczelnie zamykanych plastikowych pojemników. Dla każdego wariantu wypiekano po sześć bułek.

Ocena wypieku laboratoryjnego obejmowała określenie wydajności ciasta, wydajności pieczywa, upieku oraz straty piecowej całkowitej zgodnie z metodami opisanymi przez Wirkijowska i in. (2020) (n=6). Objętość pieczywa określono, mierząc objętość nasion gorczycy wypartych przez wyrób (n=6) (Krawczyk i in., 2008). Przy oznaczeniu wilgotności świeżego miękiszu bułek zastosowano metodę AACC (Metoda 08-01) (n=3). Parametry tekstury bułek oznaczano 24 godziny od wypieku. Próby (sześciany 20 × 20 × 20 mm z centralnej części kromki) poddano testowi podwójnego ściskania (TPA) przy użyciu maszyny Zwick/Roell Z0.5 (Niemcy) z maksymalną siłą nacisku 500 N. Materiał ściskano do 50% początkowej wysokości z prędkością 1 $mm \cdot s^{-1}$, używając płaskiej przystawki cylindrycznej o średnicy 100 mm. Obliczono twardość, sprężystość, kohezyjność i żujność badanych wyrobów, (n=10). Do analizy barwy wykorzystano próby o grubości 2 cm, które oceniano za pomocą spektrofotometru sferycznego Chroma Meter CR-; (Konica Minolta, Sakai, Osaka, Japan) w systemie CIE Lab. Parametry barwy, takie jak L*, a*, b*, określono przy użyciu standardowego źródła światła (D65) i standardowego obserwatora kolometrycznego o polu widzenia 100. Pomiar przeprowadzono z użyciem otworu o średnicy 8 mm (n=10). Parametr L* opisuje jasność barwy, a parametry a* i b* odnoszą się odpowiednio do udziału barw zielonej i czerwonej (a*) oraz barwy niebieskiej i żółtej (b*). Różnice barw ΔE*obliczono ze wzoru:

$$\Delta E^* = \sqrt{((L^*c - L^*i)2 + (A^*c - a^*i)2 + (b^*c - b^*i)2)}$$

gdzie:

L*c, a*c, b*c to parametry kolorystyczne próby kontrolnej jako odniesienie

L*i, a*i, b*i odnoszą się do parametrów kolorystycznych pieczywa wzbogacanego

Różnica barw ΔE* klasyfikowana jest jako: $0 < \Delta E < 1$ – nie zauważa różnicy, $1 < \Delta E < 2$ – zauważa różnicę jedynie doświadczony obserwator, $2 < \Delta E < 3{,}5$ – zauważa różnicę również niedoświadczony obserwator, $3{,}5 < \Delta E < 5$ – zauważa wyraźną różnicę barw, $5 < \Delta E$ – obserwator odnosi wrażenie dwóch różnych barw.

W ramach oceny składu chemicznego zbadano zawartość błonnika pokarmowego z podziałem na frakcje (AOAC 99.1.43, AACC 32-07, AACC 32-21, AOAC 985.29, AACC 32-05), białka metodą Kjeldahla (Kjel-Tec

TM8400, Foss Analytical AB, 8400, Höganäs, Szwecja), tłuszczu (AACC, Method 30-10, Soxtec TM8000 Foss Analytical AB, 8000, Höganäs, Szwecja), popiołu (AACC 08-01), (n=3).

Zawartość węglowodanów przyswajalnych wyliczono z różnicy, natomiast wartość energetyczną obliczono zgodnie ze współczynnikami Atwatera (białko – 4 kcal, tłuszcz – 9 kcal, węglowodany – 4 kcal oraz TDF – 2 kcal).

Ocenę semikonsumencką przeprowadzono po 24 godzinach od wypieku bułek. Respondenci oceniali smak, zapach, jakość skórki i miękiszu, wygląd zewnętrzny oraz ogólną jakość wyrobu. W ocenie wzięło udział 40 osób w wielu 20-55 lat (23 kobiety i 17 mężczyzn). Do ocena wykorzystano skalę pięciopunktową. Analizę statystyczną wyników przeprowadzono w programie Statistica 13, wykonano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA testem Tukey'a, ($p \leq 0,05$).

Wyniki

Z przeprowadzonych badań wynika, że dodatek jagody kamczackiej do bułek wpływa na wzrost wydajności zarówno ciasta, jak i pieczywa (tabela 2). Największą wydajność ciasta (226%) i pieczywa (199,45%) zaobserwowano w próbie B12JK, podczas gdy najmniejszą w próbie B0JK, gdzie wynosiły one odpowiednio 183% i 160,05%. Wartości upieku, które oscylowały między 9,23% a 10,38%, nie wykazały istotnych statystycznie ($p>0,05$) różnic między próbami, co sugeruje, że dodatek jagody kamczackiej nie ma znaczącego wpływu na ten parametr. Strata piecowa całkowita była najwyższa w próbie B0JK (12,75%), a najniższa w próbie B6JK (10,99%). Próby B9JK i B12JK cechowały się stratą piecową całkowitą na poziomie odpowiednio 12,17% i 11,97%. Wyniki sugerują, że dodatek jagody kamczackiej może nieznacznie zmniejszyć straty piecowe w stosunku do próby kontrolnej, choć różnice te nie są statystycznie istotne ($p>0,05$), z wyjątkiem próby B6JK.

Tabela 2. Ocena wypieku laboratoryjnego [%]

Próba	Wydajność ciasta	Wydajność pieczywa	Upiek	Strata piecowa całkowita
B0JK	183	$160,05^{a} \pm 2,49$	$10,38^{a} \pm 1,28$	$12,75^{b} \pm 1,36$
B6JK	194	$172,67^{b} \pm 2,19$	$9,63^{a} \pm 1,16$	$10,99^{a} \pm 1,12$
B9JK	211	$186,58^{c} \pm 1,09$	$9,23^{a} \pm 0,51$	$12,17^{ab} \pm 0,52$
B12JK	226	$199,45^{d} \pm 1,17$	$9,34^{a} \pm 0,41$	$11,97^{ab} \pm 0,51$

B0JK – próba kontrolna, B6JK – próba zawierająca 6% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B9JK – próba zawierająca 9% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B12JK – próba zawierająca 12% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej. Dane przedstawiono jako wartość średnią (n=6) ± odchylenie standardowe. Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami są znacząco różne (test Tukey'a, $p \leq 0,05$).

W ramach oceny cech fizycznych wyrobów oznaczono objętość 100 g pieczywa, wilgotność świeżego miękiszu oraz parametry tekstury i barwy (tabela 3). Objętość pieczywa malała wraz ze wzrostem dodatku wytłoków z jagody kamczackiej. Ten wynik może sugerować, że dodatek wytłoków znacząco ($p>0,05$) wpływa na zmniejszenie objętości pieczywa. Inni badacze również stwierdzili, że dodatek wytłoków negatywnie wpływa na objętość pieczywa. Bochenek bez dodatku miał objętość 286 cm^3 zaś z dodatkiem 5 i 10% odpowiednio 172 i 169 cm^3 (Kahajdova i in., 2012). Wilgotność miękiszu nie różniła się istotnie między próbami. Wszystkie próby wykazały podobne wartości wilgotności, w przedziale od 35,63% do 36,46%.

Tabela 3. Charakterystyka cech fizycznych wyrobu

Próba	Objętość 100g pieczywa [cm^3]	Wilgotność świeżego miękiszu [%]
B0JK	$490,5^{d} \pm 20,03$	$36,43^{a} \pm 0,56$
B6JK	$314,8^{c} \pm 17,87$	$35,63^{a} \pm 1,08$
B9JK	$252,1^{b} \pm 14,18$	$36,46^{a} \pm 1,11$
B12JK	$207,4^{a} \pm 14,05$	$35,72^{a} \pm 0,97$

B0JK – próba kontrolna, B6JK - próba zawierająca 6% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B9JK – próba zawierająca 9% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B12JK – próba zawierająca 12% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej. Dane przedstawiono jako wartość średnią (n=6) ± odchylenie standardowe. Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami są znacząco różne (test Tukey'a, $p \leq 0,05$).

Z analizy parametrów tekstury (tabela 4) wynika, że dodatek jagody kamczackiej wpływa znacząco na właściwości miękiszu i skórki bułek. Twardość miękiszu wzrastała wraz ze zwiększeniem dodatku jagody kamczackiej, osiągając najwyższą wartość w próbie B12JK (15,42 N) i najniższą w próbie kontrolnej (1,96 N). Sprężystość miękiszu natomiast zmniejszała się wraz z rosnącym poziomem dodatku, od najwyższej wartości 0,92 w próbie B0JK do najniższej 0,78 w próbie B12JK. Podobny trend zaobserwowano w przypadku żujności, której wartość wzrastała od 0,87 N dla B0JK do 4,00 N dla próby B12JK. Kohezyjność miękiszu malała, osiągając najniższą wartość 0,33 dla próby B12JK, podczas gdy dla próby kontrolnej wyniosła 0,48. Biorąc pod uwagę twardość skórki, najniższą wartość odnotowano w próbie B9JK (4,73 N), a najwyższą w próbie B12JK (5,72 N). Twardość skórki w próbie B0JK wyniosła 5,63 N, co jest zbliżone do wartości dla próby B12JK, natomiast w próbie B6JK twardość wyniosła 4,99 N. Wyniki te wskazują, że dodatek jagody kamczackiej ma istotny wpływ na parametry tekstury bułek, zwiększając twardość i żujność miękiszu, a także wpływając na twardość skórki, natomiast sprężystość i kohezyjność miękiszu ulegają zmniejszeniu wraz ze wzrostem ilości dodatku. Podobną tendencję

w zmianie twardości odnotowała Kahajdova i in. (2012) dodając do bułek wytłoki z marchwi. W tym badaniu bułki z 5 i 10% fortyfikacją były znacznie twardsze.

Tabela 4. Parametry tekstury miękiszu i skórki bułek

Próba	Parametry tekstury				
	Miękisz				Skórka
	Twardość [N]	Sprężystość	Żujność [N]	Kohezyjność	Twardość [N]
B0JK	$1,96^{a}\pm0,27$	$0,92^{d}\pm0,01$	$0,87^{a}\pm0,11$	$0,48^{c}\pm0,02$	$5,63^{ab}\pm0,70$
B6JK	$6,90^{b}\pm0,23$	$0,88^{c}\pm0,01$	$2,31^{b}\pm0,13$	$0,37^{b}\pm0,01$	$4,99^{ab}\pm0,63$
B9JK	$9,66^{c}\pm1,02$	$0,84^{b}\pm0,02$	$2,75^{c}\pm0,26$	$0,34^{a}\pm0,01$	$4,73^{a}\pm0,65$
B12JK	$15,42^{d}\pm1,38$	$0,78^{a}\pm0,04$	$4,00^{d}\pm0,48$	$0,33^{a}\pm0,03$	$5,72^{b}\pm1,23$

B0JK – próba kontrolna, B6JK – próba zawierająca 6% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B9JK – próba zawierająca 9% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B12JK – próba zawierająca 12% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej. Dane przedstawiono jako wartość średnią (n=10) ± odchylenie standardowe. Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami są znacząco różne (test Tukey'a, $p\leq0,05$).

Z analizy wyników przedstawionych w tabeli 5 wynika, że najwyższą jasność (L*) wykazała próba kontrolna B0JK (63,14), natomiast najniższą próba B12JK (17,74). Oznacza to, że dodatek wytłoków z jagody kamczackiej znacząco wpływa na ciemnienie wyrobu. Wartość parametru a* (czerwony/zielony) dla próby kontrolnej B0JK wynosiła -0,46. Z kolei próbki z dodatkiem wytłoków miały wyższe wartości, wskazujące na zwiększenie czerwonego odcienia, przy czym najwyższe wartości miały próby B9JK (12,21) i B12JK (12,16). Najwyższą wartość parametru b* (żółty/niebieski) miała próba kontrolna B0JK (9,70). Dodatek wytłoków zmniejsza wartość b*, przy czym najniższe wartości osiągnęły próby B9JK (1,93) i B12JK (1,92). Podobne wartości barwy uzyskano po dodaniu wytłoków winogronowych do chleba pszennego: najwyższą jasność wykazywała próba kontrolna GP0 (59,92), najniższą próba z 10% dodatkiem wytłoków (52,25) (Tolve i in., 2021)

Wskaźnik bieli (WI) był najwyższy w przypadku próby kontrolnej B0JK (53,91), a najniższy dla próby B12JK (31,84), co wskazuje na znaczną redukcję bieli przy większej ilości dodatku wytłoków. Różnica barwy (ΔE) była znaczna ($p \leq 0,05$) w próbach z dodatkiem wytłoków w porównaniu do próby kontrolnej. Parametr ΔE wzrastał wraz z dodatkiem wytłoków, a każdorazowa fortyfikacja powodowała wrażenie innej barwy w stosunku do próby kontrolnej ($\Delta E>5$).

Tabela 5. Parametry barwy bułek

Próba	Barwa				
	L*	a*	b*	WI	ΔE
B0JK	63,14^{c}±6,03	-0,46^{a}±0,15	9,70^{c}±0,71	53,91^{c}±6,19	-
B6JK	32,01^{b}±3,78	10,58^{b}±0,60	2,76^{b}±0,43	45,36^{b}±4,28	33,78^{a}±3,47
B9JK	21,58^{a}±2,59	12,21^{c}±0,89	1,93^{a}±0,32	35,73^{a}±3,24	44,16^{b}±2,30
B12JK	17,74^{a}±2,63	12,16^{c}±1,29	1,92^{a}±0,26	31,84^{a}±3,98	47,79^{c}±2,27

B0JK – próba kontrolna, B6JK – próba zawierająca 6% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B9JK – próba zawierająca 9% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B12JK – próba zawierająca 12% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej; L* – jasność, a* – barwa w zakresie od zielonej do czerwonej, b* – barwa w zakresie od niebieskiej do żółtej. Dane przedstawiono jako wartość średnią (n=10) ± odchylenie standardowe. Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami są znacząco różne (test Tukey'a, $p \leq 0,05$).

W tabeli 6 przedstawiono skład chemiczny bułek z różnym udziałem wytłoków. Dodatek wytłoków z jagody kamczackiej podnosił zawartość białka w bułkach ($p>0,05$). Dodatek 12% wytłoków podniósł zawartość białka o 3,08%, a tłuszczu o blisko 30% w stosunku do próby kontrolnej. Wzrost zawartości popiołu wraz z fortyfikacją wskazuje na wyższą zawartość składników mineralnych w bułkach z dodatkiem wytłoków. Jest to korzystne z punktu widzenia dostarczania organizmowi niezbędnych mikroelementów. Sahni i Shere (2018) stwierdzili, że wytłoki owocowo-warzywne charakteryzują się dużą ilością błonnika wynoszącą odpowiednio 21,51%, 17,94% i 11,12% w proszku z wytłoków z jabłek, marchwi i buraków, co zostało potwierdzone w niniejszym badaniu: dodatek wytłoków z jagody kamczackiej znacząco zwiększał zawartość błonnika całkowitego i obu jego frakcji w bułkach. Zaobserwowano niewielki spadek wartości energetycznej wraz ze wzrostem dodatku wytłoków. Dodatek wytłoków z jagody kamczackiej wpłynął także na obniżenie zawartości węglowodanów przyswajalnych w bułkach.

Tabela 6. Skład chemiczny gotowego wyrobu

Próba	Białko [% s.m.]	Tłuszcz [% s.m.]	Popiół [% s.m.]	Błonnik pokarmowy [% s.m.]			Węglowodany przyswajalne [% s.m.]	Wartość energetyczna (kcal/100g m.m.)
				IDF	SDF	TDF		
Bułki								
B0JK	11,03^{a}±0,03	5,27^{a}±0,13	0,98^{a}±0,02	2,48^{a}±0,25	3,55^{a}±0,11	6,03^{a}±0,37	76,69^{d}±0,30	260,09^{a}±1,65
B6JK	11,04^{a}±0,02	6,16^{b}±0,20	1,45^{b}±0,01	4,86^{b}±0,04	4,48^{b}±0,16	9,34^{b}±0,21	72,01^{c}±0,04	258,98^{a}±0,32
B9JK	11,25^{b}±0,05	6,18^{b}±0,06	1,58^{c}±0,03	7,63^{c}±0,03	5,33^{c}±0,11	12,96^{c}±0,15	68,03^{b}±0,17	255,60^{a}±2,36
B12JK	11,37^{b}±0,01	6,77^{c}±0,02	1,68^{d}±0,03	11,14^{d}±0,07	5,98^{d}±0,03	17,12^{d}±0,11	63,07^{a}±0,11	252,14^{a}±4,81

B0JK – próba kontrolna, B6JK – próba zawierająca 6% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B9JK – próba zawierająca 9% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, B12JK--próba zawierająca 12% dodatek wytłoków z jagody kamczackiej, % s.m. – % suchej masy, TDF- błonnik całkowity, SDF – błonnik rozpuszczalny, IDF – błonnik nierozpuszczalny. Dane przedstawiono jako wartość średnią (n=3) ± odchylenie standardowe. Wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami są znacząco różne (test Tukey'a, $p \leq 0,05$).

Ocena sensoryczna bułek (rysunek 1) wykazała różnice w poszczególnych cechach w zależności od udziału wytłoków z jagody kamczackiej. Bułki B0JK, nie zawierające wytłoków, uzyskały najwyższą możliwą ocenę we wszystkich wyróżnikach jakości. W przypadku próby B6JK, bułki uzyskały również wysokie oceny, jednak nieco niższe niż B0JK w niektórych aspektach, takich jak barwa miękiszu (4,14), elastyczność miękiszu (4,57) oraz kształt i wygląd zewnętrzny (4,85). Bułki z próby B9JK, zawierające 9% wytłoków, uzyskały średnie oceny, które były wyraźnie niższe od próby B0JK, szczególnie w porowatości miękiszu (4,28) i elastyczności miękiszu (4,42). W próbie B12JK, z najwyższym dodatkiem wytłoków (12%), oceny były najniższe w większości wyróżników, szczególnie w porowatości miękiszu (3,57) oraz elastyczności miękiszu (3,57).



Rysunek 1. Wyniki oceny organoleptycznej bułek z dodatkiem wytłoków z jagody kamczackiej

Przeprowadzona ocena sensoryczna bułek wykazała, że dodatek wytłoków z jagody kamczackiej wpływa na ogólną akceptowalność produktów. Bułki z próby B0JK, które nie zawierały wytłoków, uzyskały najwyższą średnią ocenę wynoszącą 5,00. Z kolei próba B6JK, zawierająca 6% wytłoków, otrzymała średnią ocenę 4,71. Próby bułek z większym udziałem wytłoków, B9JK i B12JK, uzyskały notę odpowiednio 4,62 oraz 4,16. Zatem wraz ze wzrostem zawartości wytłoków z jagody kamczackiej w bułkach, ich średnia ocena sensoryczna ulegała stopniowemu obniżeniu.

Wnioski

Wyniki badań wskazują, że dodatek wytłoków z jagody kamczackiej do bułek półcukierniczych może być skuteczną metodą poprawy ich wartości odżywczej. Zwiększenie ilości dodatku prowadziło do poprawy wydajności ciasta i pieczywa oraz redukcji strat piecowych. Dodatek ten wpływał również na zmianę tekstury miękiszu i skórki, zwiększając twardość i żujność miękiszu oraz zmniejszając sprężystość i kohezyjność. Barwa bułek zmieniała się w kierunku ciemniejszych i bardziej czerwonych odcieni wraz ze wzrostem ilości dodatku wytłoków, co jest zgodne z obserwacjami dotyczącymi zmiany barwy. Wartość indeksu bieli malała, a różnica barwy (ΔE) wzrastała wraz ze wzrostem dodatku wytłoków. Działanie to może być korzystne ze względu na potencjalne zastosowanie bułek jako zamienników produktów pełnoziarnistych, które często są postrzegane jako zdrowsze. Jednakże zmiany te mogą wymagać dopracowania receptur i procesów produkcyjnych w celu zachowania odpowiedniej jakości i akceptacji sensorycznej przez konsumentów.

Literatura

1. Kohajdová, Z., Karovičová, J., Jurasová ,M. (2012). Influence of carrot pomace powder on the rheological characteristics of wheat flour dough and on wheat rolls quality. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, *11*(4), 381-387.
2. Krawczyk, P., Ceglińska, A., Izdebska, K. (2008). Porównanie właściwości reologicznych ciasta i jakości pieczywa otrzymanego z maki orkiszu i pszenicy zwyczajnej. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, *15*(4), 141-151.
3. Kucharska, A.Z., Fecka, I. (2016). Identification of iridoids in edible honeysuckle berries (Lonicera caerulea L. var. kamtschatica Sevast.) by UPLC-ESI-qTOF--MS/MS. *Molecules*, *21*(9), 1157. https://doi.org/10.3390/molecules21091157
4. Masiarz, E., Kowalska, H., Bednarska, M. (2019). Wykorzystanie wytłoków roślinnych jako źródła błonnika pokarmowego i innych bio-składników w kreowaniu właściwości prozdrowotnych, sensorycznych i technologicznych pieczywa. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*.
5. Nawirska, A. (2007). Zagospodarowanie odpadów z przemysłu owocowo-warzywnego. *Przemysł fermentacyjny i owocowo-warzywny*, *10*(51), 44-46.
6. Sahni, P., Shere, D.M. (2018). Utilization of fruit and vegetable pomace as functional ingredient in bakery products: a review. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, *37*(3), 202-211.
7. Szot, I., Lipa, T., Sosnowska, B. (2014). Jagoda kamczacka – właściwości prozdrowotne owoców i możliwości ich zastosowania. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, *21*(4).
8. Tolve, R., Simonato, B., Rainero, G., Bianchi, F., Rizzi, C., Cervini, M., Giuberti, G. (2021). Wheat bread fortification by grape pomace powder: Nutritional, technological, antioxidant, and sensory properties. *Foods*, *10*(1), 75.
9. Wirkijowska, A., Zarzycki, P., Sobota, A., Nawrocka, A., Blicharz-Kania, A., Andrejko, D. (2020). The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production. *LWT*, *118*, 108860.
10. Zegartowska, P., Korus, A., Skoczeń-Słupska, R. (2014). *Wartość odżywcza i prozdrowotna wytłoków z owoców i warzyw*. W: J. Słupski, T. Tarko, I. Drożdż (red.), *Składniki bioaktywne surowców i produktów roślinnych* (79-89). Kraków: Polskie Towarzystwo Technologów Żywności.