

WPLYW DODATKU JAGÓD GOJI NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE CHLEBA BEZGLUTENOWEGO

Alicja Ziemichód, Renata Różyło

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: renata.rozylo@up.lublin.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie zmian właściwości fizycznych chleba bezglutenowego spowodowanych dodatkiem suszonej jagody goji w ilości 3, 6, 9, 12 i 15%. Wypiek kontrolny chleba bezglutenowego wykonano na bazie mąki ryżowej i kukurydzianej (50:50%). Dla chleba kontrolnego oraz chleba ze zmiennym udziałem suszonych i zmielonych jagód goji oznaczono takie cechy fizyczne jak objętość (pomiar za pomocą nasion prosa), wartość pH oraz parametry barwy miękiszu ($L^*a^*b^*$), jak również cechy jego tekstury (twardość, elastyczność, spoistość i zuwalność) (test TPA – texture profile analysis). W wyniku przeprowadzonych badań zaobserwowano, że wraz ze wzrostem dodatku jagód goji w badanym zakresie zmniejszała się wartość pH miękiszu. W zakresie od 3 do 12% nie było istotnych zmian objętości pieczywa, jedynie 15% dodatek tego surowca przyczynił się do zmniejszenia objętości. Dodatek jagód goji powodował ciemnienie chleba, a jego barwa stawała się bardziej czerwona. Wraz ze wzrostem dodatku suszonych i zmielonych jagód goji w badanym zakresie od 3 do 15% twardość miękiszu chleba bezglutenowego zmniejszała się, a elastyczność zwiększyła się istotnie. Wraz ze zwiększaniem udziału jagód goji od 3 do 6% spoistość miękiszu wykazywała tendencję rosnącą. Reasumując, wpływ dodatku jagód goji wpłynął korzystnie na właściwości fizyczne a także organoleptyczne, w tym na smak i zapach chleba.

Słowa kluczowe: jagody goji, chleb bezglutenowy, produkty zbożowe, tekstura, właściwości fizyczne

WSTĘP

Produkty zbożowe oraz pieczywo powinny znajdować się w diecie człowieka, ponieważ są głównym źródłem węglowodanów. Coraz częściej na naszych stołach goszczą produkty bezglutenowe. Kluczowym powodem jest występowanie u większej liczby osób alergii na gluten lub nietolerancji pokarmowych (Darewicz i Dziuba 2007). W diecie człowieka chorego produkty zbożowe muszą być wyeliminowane i zastępowane produktami niezawierającymi glutenu. Pieczywo bezglutenowe wypiekane jest z mąk naturalnie bezglutenowych: kukurydzianej, ryżowej i gryczanej.

Produkcja pieczywa bezglutenowego stwarza wiele problemów technologicznych. Jednym z nich jest uzyskanie cech reologicznych pozwalających na prawidłowe formowanie kęsów oraz uzyskanie odpowiedniej jakości wyrobu gotowego (Walker i Hazeltown 1996). Aby uatrakcyjnić ten wyrób, prowadzone są próby wzbogacania chleba bezglutenowego w różne dodatki. Naszą propozycją są owoce jagód goji.

Kolcowój chiński (*Lycium chinense*) to gatunek z rodziny psiankowatych, który jest spokrewniony z kolcowojem pospolitym. Jego owoc to jagody zwane goji. Są one znane jako składnik w tradycyjnej medycynie chińskiej (Jin i in. 2013). Obecnie są popularne w Europie i Ameryce Północnej (Potterat 2010). Owoce jagody goji charakteryzują się wydłużonym kształtem, mają barwę jaskrawoczerwoną i słodko-cierpki smak (Bogacz 2009, Llorent-Martinez i in. 2013). Są one zaliczane do grupy tzw. superowoców, cechujących się znaczną zawartością cennych składników odżywczych o udowodnionej wysokiej aktywności biologicznej. Najcenniejszym i najbardziej budzącym zainteresowanie komponentem jagody goji jest kompleks polisacharydowy LBP (*Lycium Barbarum Polisaccharides*), który rozpuszcza się w wodzie (Luo i in. 2004). Obecność tego składnika wpływa na bioaktywną skuteczność terapeutyczną owocu goji. Przyczynia się pozytywnie do funkcjonowania układu odpornościowego (Amagase i in. 2009). Wiele badań wskazuje, że kompleks polisacharydowy może hamować wzrost komórek nowotworowych (He i in. 2012). Owoce są bogate w związki przeciwutleniające, takie jak polisacharydy, polifenole, karotenoidy i 2-O-b-D glukopiranozylo-L-askorbinowy kwas glutaminowy 2-b-gAA (Cieślik i Gębusia 2012). Do kwasów fenolowych zaliczamy kwas p-kumarowy i kwas kawowy (Määttä-Riihinen i in. 2004). Jagody goji są źródłem też wielu witamin i minerałów (Amgase i Nance 2008). Witaminy i związki polifenolowe zawarte w jagodach zapobiegają chorobom sercowo-naczyniowym oraz powstawaniu guzów nowotworowych. Minerale są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu m.in. stabilizują rytm serca, biorą udział w przewodzeniu impulsów nerwowych, transporcie tlenu, aktywacji enzymów, zwiększają aktywność przeciwutleniającą oraz przywracają równowagę kwasowo-zasadową organizmu (Saldamli and Sağlam 2007).

W owocach może występować alkaloid o silnym działaniu biologicznym – atropina. Znaczna jej ilość została wykryta w pochodzących z Indii (Harsh 1989). Ilość atropiny dostarczanej ze skonsumowanej ilości jagód nie ma negatywnego wpływu na zdrowie ludzi. Zawartość jest znacznie poniżej poziomów toksycznych (Adams i Wiedenmann 2006).

Jagody goji były stosowane w badaniach naukowych pod postacią owoców świeżych i suszonych (Amagase i Farnsworth 2011, Niro i in. 2017) lub w formie soku (Cieślik i Gębusia 2012), ewentualnie ekstraktu dodawanego do żywności funkcjonalnej takiej jak jogurty (Rodrigues, Menezes, Cabral i in. 2004), soki (Cieślik, Gębusia 2012), produkty ekstrudowane oraz czekolady (Mikulic-Petkovsek i in. 2012a,b). Z uwagi na powyższe uzasadnienie, racjonalne jest wykorzystanie tak

cennych owoców jako dodatku funkcjonalnego do żywności, poprzez wzbogacenie chleba bezglutenowego jagodami goji. Brakuje wyników badań z zakresu oceny właściwości fizycznych tego rodzaju chleba, dlatego zajęto się tematyką wypieku chleba z dodatkiem owoców kolcowoju chińskiego.

MATERIAŁ I METODY

Material badawczy

Podstawowymi surowcami do wypieku chleba bezglutenowego była mąka kukurydziana i ryżowa. Mąka ryżowa (Melvit, Warszawa) charakteryzowała się zawartością węglowodanów $79.2 \pm 3.4\%$, białka $7 \pm 0.2\%$, popiołu $0.29 \pm 0.01\%$ i tłuszczu $0.7 \pm 0.02\%$. Mąka kukurydziana (Melvit, Warszawa) zawierała: węglowodany $84.0 \pm 4.1\%$, białko $7.0 \pm 0.3\%$, popiół $0.48 \pm 0.02\%$ i tłuszcz $2.0 \pm 0.1\%$.

Do receptury chleba kontrolnego dodawano suszone jagody goji (Intenson, Karczew). Zawartość składników w tym surowcu to węglowodany 64%, błonnik pokarmowy 13%, białko 14%, tłuszcz 0,4%. Zawartość witaminy C – $48 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, wapń – $190 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, żelazo – $6,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Suszone jagody goji rozdrobniano w młynie nożowym (RK-0150, Optimum). Do chleba dodawano także drożdże suszone instant (Instaferm, Lallemand Iberia).

Wypiek laboratoryjny

Do wypieku laboratoryjnego pieczywa bezglutenowego wykorzystano metodę jednofazową (Różyło i in. 2015). Próba kontrolna była przeprowadzona z mąki kukurydzianej i ryżowej (50:50%), do których dodawano suszone i rozdrobnione jagody goji w ilości 3, 6, 9, 12 i 15%. Do podstawowych składników dołączano drożdże suszone instant w ilości 1%, i sól w ilości 2%. Wydajność ciasta została ustalona doświadczalnie (200%) (Hager i in. 2012, Różyło i in. 2015).

Ciasto mieszano przez 5 minut (miesiarka Kitchen Aid, St. Joseph, MI, USA, obroty: „2. stopień”), po czym do foremek wkładano porcje po 300 g ciasta. Ciasto poddano fermentacji i rozrostowi w komorze fermentacyjnej (Sadkiewicz Instruments, Bydgoszcz, Polska) (30°C , 75% RH) przez 40 min. Wypiek prowadzono w piecu laboratoryjnym w 230°C przez 45-50 min. Dla każdej kombinacji eksperymentalnej testy miesienia ciasta wykonywano w trzech powtórzeniach, a następnie z wyrobionego ciasta odważano trzy porcje i przeznaczono je do wypieku. W rezultacie uzyskano 9 bochenków reprezentujących tę samą kombinację.

Pomiar objętości, pH oraz barwy chleba

Pomiar objętości chlebów odbywał się przy wykorzystaniu nasion prosa (aparatury Sa-Wy). Objętość wypartych przez pieczywo ziaren prosa w cm^3 odpowiadała

objętości pieczywa. Po odczytaniu objętości i masy bochenka określono objętość właściwą chleba ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$). Pomiar wykonano w dziewięciu powtórzeniach.

Oznaczona została wartość pH miększu chleba za pomocą pehametru wyposażonego w sondę (ph2) (TESTO 206-ph2, Pruszków, Polska). Pehametr kalibrowano z wykorzystaniem roztworów buforowych w punktach pomiarowych o pH równym 4,0 i 7,0. w trzech powtórzeniach. Pomiary pH wykonano w dziewięciu powtórzeniach.

Następnie dokonano pomiaru barwy miększu parametrów L, a, b (International Commission on Illumination), wykorzystując kolorymetr (Precise Color Reader, 4Wave). Wartość L* określa jasność barwy w przedziale od 0 do 100. Parametr a* w zakresie od barwy zielonej (wartość ujemna) do czerwonej (wartość dodatnia), natomiast b* w zakresie od barwy niebieskiej (wartość ujemna) do żółtej (wartość dodatnia). Pomiary barwy wykonywano na środkowym obszarze kromki. Pomiar wykonano w dziewięciu powtórzeniach.

Pomiary tekstury chleba

Próbki do pomiaru tekstury wycięto ze środka chleba o wymiarach $30 \times 30 \times 20$ mm. Pomiar tekstury oznaczano na próbkach miększu po 1 dobie od wypieku podczas ich dwukrotnego ściskania do głębokości 50% przy użyciu aparatu ZWICK Z020/TN2S (prędkość $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$) (Różyło i in. 2014 a, b). W trakcie pomiaru – testu TPA podwójnego ściskania, zostały wyznaczone następujące parametry tekstury (Gámbaro i in. 2006): twardość (maksymalna siła podczas pierwszego pomiaru), spoistość (pole pod 2. pikiem/pole pod 1. pikiem), elastyczność (szerokość drugiego piku), żuwalność (iloczyn twardości, spoistości i elastyczności). Pomiary tekstury wykonano w 3 powtórzeniach na próbkach miększu pochodzących ze środkowych części bochenka.

Ocena organoleptyczna chleba

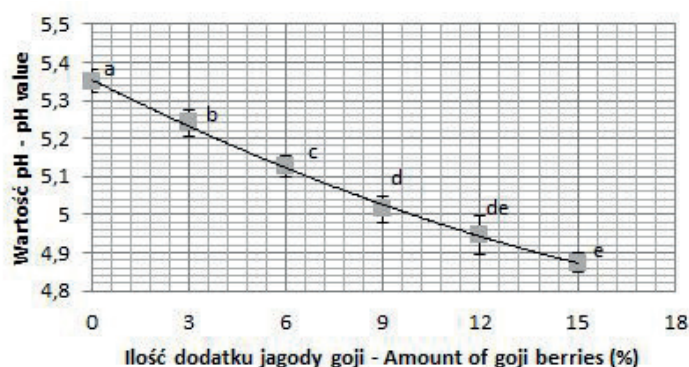
Analizę sensoryczną przeprowadzono na próbkach miększu o grubości 10 mm. Panel składał się z 12 przeszkolonych osób oceniających smak, zapach, wygląd, teksturę i całkowitą akceptowalność. Ocena wykonano według 9-punktowej skali hedonicznej (1 – wybitnie nie lubię, 2 – bardzo nie lubię, 3 – umiarkowanie nie lubię, 4 – trochę nie lubię, 5 – ani lubię ani nie lubię, 6 – umiarkowanie lubię, 7 – dość lubię, 8 – bardzo lubię, 9 – ogromnie lubię) (Lim i in. 2011).

Analiza statystyczna

Analiza statystyczna wyników polegała na obliczeniu wartości średnich i odchyłeń standardowych, następnie przeprowadzono analizę wariancji oraz test Tukey'a określający różnice między średnimi. Analizę tę wykonano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, przy wykorzystaniu programu Statistica 6.0 (Statsoft).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Dodatek jagody goji powodował zmniejszenie wartości pH pieczywa (rys. 1). Wartość pH pieczywa zmniejszyła się płynnie z poziomu 5,38 do 4,85. Wartość pH chleba kontrolnego była istotnie wyższa niż pH chleba z 3, 6, 9, 12 i 15% udziałem jagód goji. Nie było istotnej różnicy w wartości pH chleba między 12 a 15% dodatkiem jagód goji. Dla chleba kontrolnego wartość pH chleba wyniosła 5,38, a dla chleba z 15% udziałem jagód goji pH było na poziomie 4,85.



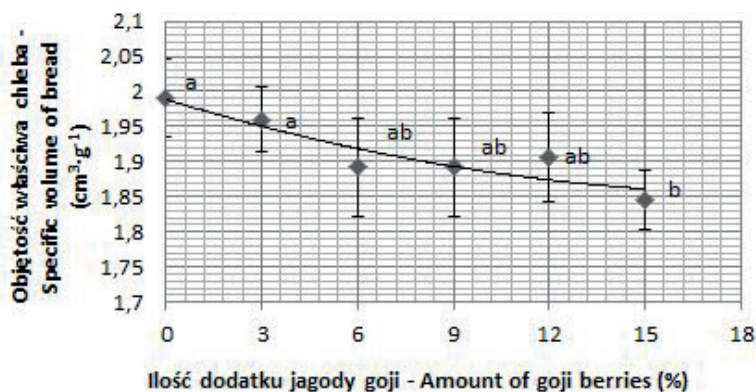
Rys. 1. Wartość pH chleba bezglutenowego z różnym udziałem jagód goji

Fig. 1. The pH value of gluten-free bread with varying amounts of goji berries

Objętość pieczywa bezglutenowego (rys. 2) z dodatkiem jagód goji zmniejszyła się istotnie przy 15% udziale owoców. Biorąc pod uwagę wartości średnie objętości, cecha ta zmniejszała się wraz ze wzrostem udziału jagód goji. Nie było statystycznie istotnych różnic między objętością chleba kontrolnego oraz chleba z 3, 6, 9 i 12% udziałem jagód goji. Objętość pieczywa zależy od wielu czynników, takich jak właściwości mąki oraz stosowanych dodatków (Siastała i in. 2014). Szczególnie w przypadku pieczywa pszennego, od metody prowadzenia ciasta (Romankiewicz i in. 2013). Zwiększanie objętości chleba bezglutenowego jest wynikiem powstawania porowatej struktury. Proces zachodzi podczas zamykania się pęcherzyków gazu w szkieletcie miękiszu, który został utworzony głównie ze skleikowanej skrobi, a także stosowanych dodatków funkcjonalnych (Diowkszt i in. 2009).

Barwa chleba bezglutenowego wraz ze wzrostem dodatku jagód goji zmieniała się istotnie. Jasność miękiszu L^* była najwyższa dla próby kontrolnej. Zaobserwowano płynny spadek tego wskaźnika barwy wraz ze wzrostem dodatku jagód. Już przy 3% dodatku nastąpiło istotne zmniejszenie składowej L^* barwy miękiszu. Nie było statystycznie istotnych różnic między jasnością miękiszu z 3, 6 i 9% oraz między 12 i 15% udziałem owoców goji. Kolejną składową barwy jest wskaźnik barwy a^* . Wraz ze wzrostem dodatku jagód zwiększała się wartość tego wskaźnika,

co oznaczają, że miękisz chleba stawał się bardziej czerwony. Statystycznie istotne zwiększenie składowej barwy a^* było już przy 3% dodatku jagody goji. Nie było istotnych różnic między składową a^* barwy miękiszu z 9, 12 i 15% dodatkiem badanych owoców. Wartość parametru a^* określa udział barwy czerwonej i zmianę tę można wytłumaczyć barwą jagód stosowanych do wypieku. Wskaźnik b^* barwy miękiszu chleba zwiększył się istotnie już przy 3% udziale suszonych jagód. Nie było istotnych różnic między składową barwy b^* z 3, 6, 8, 12 i 15% udziałem jagód.



Rys. 2. Objętość chleba bezglutenowego z różnym udziałem jagód goji

Fig. 2. The volume of gluten-free bread with varying amounts of goji berries

Podsumowując, dodatek jagód goji do chleba bezglutenowego zmienił barwę miękiszu, składowa L^* zmniejszała się, a wskaźniki a^* i b^* zwiększały wraz ze wzrostem udziału owoców, co jak wspomniano powyżej, było powiązane z barwą suszonych jagód.

Parametry dotyczące tekstury zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry tekstury chleba bezglutenowego z różnym udziałem jagód goji

Table 1. Texture parameters of gluten-free bread with varying amounts of goji berries

Ilość dodatku jagód goji Amount of goji berries addition (%)	Twardość Hardness (N)	Elastyczność Elasticity (mm)	Spoistość Cohesion (-)	Żuwalność Chewiness (N·mm)
0	34,40±2,04 ^c	5,65±0,36 ^a	0,18±0,01 ^a	34,12±1,82 ^{bc}
3	33,99±1,74 ^c	5,80±0,34 ^a	0,19±0,01 ^{ab}	36,51±1,94 ^c
6	29,70±1,35 ^b	5,85±0,26 ^a	0,20±0,01 ^b	34,10±1,33 ^b
9	29,94±1,64 ^b	6,19±0,39 ^{ab}	0,18±0,01 ^a	33,59±1,95 ^{ab}
12	29,80±1,96 ^b	6,40±0,24 ^{bc}	0,18±0,02 ^{ab}	34,27±1,76 ^{bc}
15	26,25±1,08 ^a	6,82±0,25 ^c	0,17±0,01 ^a	30,85±1,71 ^a

wartości średnie w tej samej kolumnie oznaczone inną literą (a,b, ...) różnią się statystycznie istotnie ($\alpha = 0,05$) / mean values designated by different letters (a,b, ...) and placed in the same column differ statistically significantly ($\alpha = 0.05$)

Twardość jest to mechaniczna cecha tekstury odnosząca się do siły niezbędnej do deformacji w głąb produktu. Wraz ze zwiększeniem dodatku twardość miękiszu malała. Istotne zmniejszenie twardości miękiszu chleba bezglutenowego zaobserwowano po dodaniu 6% ilości jagód goji. Nie było istotnych różnic tej cechy tekstury miękiszu chleba z 6, 9 i 12% udziałem jagód. Największy dodatek jagód w ilości 15% spowodował istotne obniżenie twardości.

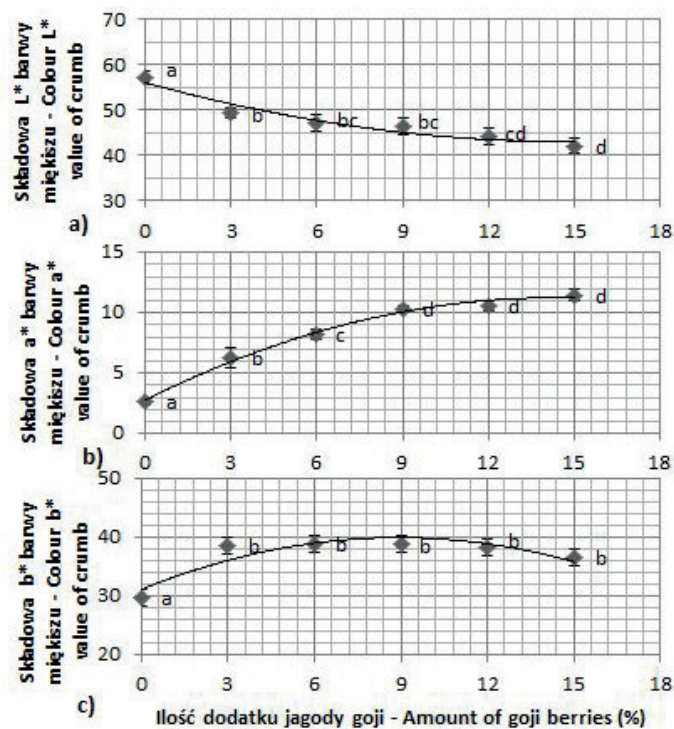
Chleb kontrolny wypiekano bez żadnych dodatków polepszających, dlatego miał on dużą twardość, a dodatek jagód spowodował korzystne zmiany obniżające wartość tego parametru. Elastyczność chleba bezglutenowego z dodatkiem jagód goji była na istotnie wyższym poziomie przy 15% udziale dodatku. Spoistość bochenków istotnie zwiększyła się przy udziale 6% dodatku, natomiast już po zwiększeniu dodatku w ilościach 9, 12 i 15% zmniejszyła się w porównaniu do 6% udziału jagód. Nie było statystycznie istotnych różnic między spoistością miękiszu chleba kontrolnego oraz chleba z 3, jak i 9, 12 czy 15% dodatkiem jagód goji. Uzyskanie maksymalnej spoistości przy umiarkowanym poziomie 6% dodatku jagód mógł wynikać z umocnienia struktury ciasta po wprowadzeniu jagód. Jak podaje Sivan i in. (2010), składniki bioaktywne obecne w dodatkach funkcjonalnych wchodzi w wiązania z białkami, tworząc strukturę chleba. Diowkszt i in. (2008) wyjaśniają, że w zależności od proporcji mieszanych składników, ich masy cząsteczkowej, charakteru poszczególnych polisacharydów i białek stwierdza się odmienne właściwości mieszanin. Zjawisko to tłumaczy się powstawaniem kompleksów polisacharydów z białkami. Istotne w tym względzie jest dopasowanie termodynamiczne białek i polisacharydów (Diowkszt i in. 2008). Można zatem przewidywać, że zmiany proporcji pomiędzy składnikami ciasta w kolejnych etapach produkcji pieczywa mogą w znaczący sposób wpłynąć na zachowanie mieszanin (Diowkszt i in. 2009). Miś i in. (2012) zaobserwowali, że zmiany udziału dodatków mogą powodować do pewnego momentu zwiększenie a później zmniejszenie stabilności ciasta pszenne, co może przedkładać się na właściwości tekstury. W naszym wypadku większy dodatek jagód goji obniżał spoistość chleba bezglutenowego. Żuwalności była największa przy 3% udziale jagód goji, jednak nie była to wartość istotnie różna od chleba kontrolnego. Dopiero największy dodatek jagód (15%) spowodował istotny spadek żuwalności.

We współczesnej literaturze brakuje badań nad zastosowaniem dodatku jagód goji do chleba bezglutenowego i jego wpływu na właściwości fizyczne. W przedstawionych badaniach zaobserwowano istotne zmiany parametrów tekstury chleba bezglutenowego pod wpływem dodatku jagód goji.

Tabela 2. Ocena sensoryczna chleba bezglutenowego z różnym udziałem jagód goji
Table 2. Sensory analysis of gluten-free bread with varying amounts of goji berries

Ilość dodatku jagód goji Amount of goji berries addition	Smak Taste	Zapach Flavour	Wygląd Appearance	Tekstura Texture	Całość Overall
0%	5,52±0,43 ^a	6,61±0,49 ^a	5,30±0,57 ^a	4,04±0,58 ^a	5,21±0,53 ^a
3%	6,54±0,52 ^b	7,27±0,50 ^{ab}	6,46±0,48 ^b	5,22±0,52 ^b	6,52±0,48 ^b
6%	6,69±0,68 ^b	7,55±0,64 ^{ab}	6,34±0,36 ^b	5,38±0,51 ^b	6,68±0,69 ^b
9%	6,46±0,45 ^b	7,59±0,50 ^b	5,95±0,54 ^{ab}	5,23±0,58 ^{ab}	6,79±0,45 ^b
12%	6,21±0,62 ^{ab}	7,84±0,44 ^b	5,25±0,61 ^{ab}	4,94±0,42 ^{ab}	5,60±0,66 ^{ab}
15%	5,11±0,37 ^a	7,94±0,53 ^b	5,05±0,42 ^a	4,74±0,48 ^{ab}	5,40±0,39 ^a

wartości średnie w tej samej kolumnie oznaczone inną literą (a,b, ...) różnią się statystycznie istotnie ($\alpha = 0,05$) / mean values designated by different letters (a,b, ...) and placed in the same column differ statistically significantly ($\alpha = 0.05$)



Rys. 3. Parametry L*a*b* barwy miękiszu chleba bezglutenowego z różnym udziałem jagód goji
Fig. 3. Color parameters (L*a*b*) of a gluten-free bread crumb with varying amounts of goji berries

Ocena sensoryczna wykazała, że dodatek suszonych jagód wpłynął korzystnie na smak pieczywa, istotny wzrost tej oceny był już przy 3% dodatku. Dopiero 15%

udział jagód goji (z uwagi na pojawienie się słodkiego posmaku) sprawiał istotne obniżenie oceny smaku. Jagody goji powodowały zwiększenie wrażeń zapachowych. Najlepszym wyglądem charakteryzowało się pieczywo z 3 lub 6% udziałem, na wynik tej oceny wpłynęła barwa miękiszu, która dla ocenianych chlebów była lekko pomarańczowa, ponadto chleb charakteryzował się wyrównaną porowatością. Przy większej ilości dodatku od 9 do 15% barwa miękiszu stawała się intensywnie pomarańczowa. Ocena ogólna chleba uwzględniająca wszystkie wyróżniki sensoryczne wykazała, że istotnie gorszą oceną charakteryzuje się chleb z 15% udziałem, natomiast 12% dodatek jagód jest jeszcze akceptowalny przez konsumentów.

WNIOSKI

1. Zwiększający dodatek jagód goji od 3 do 15% wpłynął na obniżanie wartości pH chleba bezglutenowego w zakresie od 5,4 do 4,9.

2. Objętość właściwa pieczywa bezglutenowego nie zmniejszyła się istotnie ze wzrostem udziału jagód goji w zakresie od 3 do 12%. Jedynie dla 15% dodatku spadek objętości był istotny.

3. Barwa miękiszu zmieniała się istotnie wraz ze zwiększaniem udziałem jagód goji w pieczywie. Składowa L^* zmniejszyła się, a składowe a^* i b^* wzrosły istotnie. Wizualnie mięksiz stawał się ciemniejszy i bardziej czerwony.

4. Twardość miękiszu chleba bezglutenowego zmniejszała się wraz ze wzrostem udziału jagód goji w badanym zakresie. Dodatek tego owocu spowodował istotny wzrost spoistości miękiszu chleba bezglutenowego po dodaniu 6% dodatku, później nastąpił spadek spoistości. Elastyczność miękiszu zwiększała się wraz z udziałem jagód od 3 do 15%.

5. Uwzględniając wszystkie parametry oceny jakościowej pieczywa bezglutenowego, można zaproponować dodatek na poziomie 3, 6 lub 9% jagód goji. Dodatek tych owoców jest jeszcze akceptowalny przy 12% udziale.

PIŚMIENNICTWO

- Adams M., Wiedenmann M., 2006. Tittel G., Bauer R. HPLC-MS trace analysis of atropine in Lycium berries. *Phytochem. Anal.* 17(5), 279-83, doi:10.1002/pca.915
- Amagase H., Farnsworth N.R., 2011. A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of Lycium barbarum fruit (Goji). *Food Res. Int.*, 44, 1702-1717, doi:10.1016/j.foodres.2011.03.027
- Amagase H., Sun B., Borek C., 2009. Lycium barbarum (goji) juice improves in vivo antioxidant biomarkers in serum of healthy adults. *Nutr. Res.*, 29, 19-25, doi:10.1016/j.nutres.2008.11.005
- Amagase H., Nance D.M., 2008. A randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical study of the general effects of a standardized Lyceum barbarum (goji) juice, *Go Chi. J Alternative Complement Med.*, 14, 403-412, doi:10.1089/acm.2008.0004

- Bogacz K., 2009. Goji – owoc zdrowia i długowieczności [Goji – fruit of health and longevity]. PFiOW 9, 33-34.
- Cieślak E., Gębusia A., 2012. Charakterystyka właściwości prozdrowotnych owoców roślin egzotycznych. In Post. Fitot., 2, 93-100.
- Darewicz M., Dziuba J., 2007. Dietozależny charakter enteropatii pokarmowych na przykładzie celiakii. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1(50), 5-15.
- Diowksa A., Sucharzewska D., Ambroziak W., 2008. Wpływ składu mieszanek skrobiowych na właściwości chleba bezglutenowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2(57), 40-50.
- Diowksa A., Sucharzewska D., Ambroziak W., 2009. Rola błonnika pokarmowego w kształtowaniu cech funkcjonalnych ciasta i chleba bezglutenowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2(63), 83-93.
- Gambaro A., Gimenez A., Ares G., Gilardi V., 2006. Influence of enzymes on the texture of brown pan bread. J. Texture Stud., 37, 300-314, doi:10.1111/j.1745-4603.2006.00053.x
- Harsh M.L., 1989. Tropane alkaloids from *Lycium barbarum* Linn., in vivo and in vitro. Curr. Sci., 58, 817-818.
- He N., Yang X., Jiao Y., Tian L., Zhao Y., 2012. Characterisation of antioxidant and antiproliferative acidic polysaccharides from Chinese wolfberry fruits. Food Chem., 133, 978-989, doi:10.1016/j.foodchem.2012.02.018
- Jin M., Huang Q., Zhao K., Shang P., 2013. Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L. Int. J. Biol. Macromol., 54, 16-23, doi:10.1016/j.ijbiomac.2012.11.023
- Lim H.S., Park S.H., Ghafoor K., Hwang S.Y., Park J., 2011. Quality and antioxidant property of bread containing turmeric *Curcuma longa* L. cultivated in South Korea. Food Chem., 112, 1577-1582, doi:10.1016/j.foodchem.2010.08.016
- Llorent-Martinez E.J., Fernández-de Córdova M.L., Ortega-Barrales P., Ruiz-Medina A., 2013. Characterization and comparison of the chemical composition of exotic superfoods. Microchem. J. 110, 444-451, doi:10.1016/j.microc.2013.05.016
- Luo Q., Cai Y., Yan J., Sun M., Corke H., 2004. Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*. Life Sci., 76, 137-149, doi:10.1016/j.lfs.2004.04.056
- Mikulic-Petkovsek M., Schmitzer V., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. 2012a. Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species, J. Food Sc., 77, 1064-1070, doi:10.1111/j.1750-3841.2012.02896.x
- Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Stampar F., Veberic R. 2012b. HPLC-MSn identification and quantification of flavonol glycosides in 28 wild and cultivated berry species. Food Chem., 135, 2138-2146, doi:10.1016/j.foodchem.2012.06.115
- Miś A., Grundas S., Dziki D., Laskowski J., 2012. Use of farinograph measurements for predicting extensograph traits of bread dough enriched with carob fibre and oat wholemeal. J. Food Eng., 108(1), 1-12, doi:10.1016/j.jfoodeng.2011.08.007
- Määttä-Riihinen K.R., Kamal-Eldin A., Mattila P.H., González-Paramás A.M., Törrönen A.R., 2004. Distribution and contents of phenolic compounds in eighteen Scandinavian berry species. In J. Agric. Food Chem., 52, 4477-4486, doi:10.1021/jf049595y
- Niro S., Fratianni A., Panfili G., Falasca L., Cinquanta L., Rizvi Alam M.D., 2017. Nutritional evaluation of fresh and dried goji berries cultivated in Italy. Ital. J. Food Sci., 29, 398-408.
- Potterat O., 2010. Goji (*Lycium barbarum* and *Lycium chinense*): Phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity. Planta Med., 76, 7-19, doi:10.1055/s-0029-1186218

- Rodrigues R.B, Menezes HC, Cabral L.M.C. Dornier M., Rios GM., Reynes M., 2004 Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu-camu juice (*Myrciaria dubia*). *J. Food Eng.*, 63, 97-102, doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.07.009
- Romankiewicz D., Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., 2013. Wpływ metody prowadzenia ciasta na jakość chleba pszennego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 574, 57-65.
- Różyło R., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Cacak-Pietrzak G., Miś A., Rudy S., 2015. Physical properties of gluten-free bread caused by water addition. *Int. Agrophys.* 29, 353-364, doi:10.1515/intag-2015-0042
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J., Skonecki S., Łysiak G., Kulig R., Różyło K., 2014b. Texture and sensory evaluation of composite wheat-oat bread prepared with novel two-phase method using oat yeast fermented leaven. *J. Texture Stud.*, 45, 235-245, doi:10.1111/jtxs.12069
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J., 2014a. Changes in the physical and the sensorial properties of wheat bread caused by interruption and slowing of the fermentation of yeast-based leaven. *J. Cereal Sci.*, 59, 88-94, doi:10.1016/j.jcs.2013.11.005
- Saldamli İ., Sağlam F., 2007. Vitamins and Minerals. Ch. 6. In: "Food Chemistry" 3rd Ed. İ. Saldamli (Ed), p. 365. Hacettepe University Publications, Ankara, Turkey, 365-423.
- Siałała M., Dziki D., Różyło R., 2014. Wpływ dodatku błonnika z szarańczynu strąkowego na cechy teksturalne miękkiszu chleba pszennego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 578, 111-119.
- Sivam, A.S., Sun-Waterhouse, D., Quek, S.Y., Perera, C.O., 2010. Properties of Bread Dough with Added Fiber Polysaccharides and Phenolic Antioxidants: A Review. *J Food Sci.*, 75(8), 163-174, doi:10.1111/j.1750-3841.2010.01815.x
- Walker C.E, Hazelton J.L 1996. Dough rheological tests. *Cer. Food World*, 41, 23-28.

EFFECT OF THE ADDITION OF GOJI BERRIES ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREAD

Alicja Ziemichód, Renata Różyło

Department of Food Engineering and Machines, University of Life Sciences in Lublin
Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, Poland
e-mail: renata.rozylo@up.lublin.pl

Abstract. The aim of the work was to determine changes in physical properties of gluten-free bread caused by the addition of dried goji berries in the amount of 3, 6, 9, 12 and 15%. The control baking of gluten-free bread was made on the basis of rice and maize flour (50:50%). For control bread and bread with variable share of dried and ground goji berries, physical characteristics such as volume were measured, pH value and crumb colour parameters ($L^*a^*b^*$), as well as features of its texture (hardness, elasticity, cohesion and chewiness) (TPA test – texture profile analysis). It was observed that along with the increase in the amount of goji berries in the studied range, the pH-value of bread decreased. In the range of 3 to 12% there were no significant changes in bread volume, only the 15% addition of this raw material caused a reduction in volume. The addition of goji berries contributed to a reduction of lightness and increase of redness of bread crumb. With the addition of berries in the studied range from 3 to 15%, the hardness of the crumb of bread decreased and elasticity increased significantly. With the increase in the share of goji berries from 3 to 6%, the cohesion of the crumb showed a growing trend. To sum up, the addition of goji berries had a positive effect on the physical and sensory properties, including the taste and aroma of bread.

Keywords: goji berries, gluten-free bread, cereal products, texture, physical properties