

AGATA ZNAMIROWSKA, DOROTA KALICKA, MAGDALENA BUNIEWSKA,
PRZEMYSŁAW ROŻEK

WPLYW DODATKU SUSZU Z WYTŁOKÓW JABŁKOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE I SENSORYCZNE JOGURTÓW

Streszczenie

Zaletą preparatów błonnikowych z suszu jest postrzeganie ich przez konsumentów jako naturalnych składników owoców i warzyw. Dzięki takiemu pozytywnemu odbiorowi sproszkowane susze z owoców jako potencjalne źródło błonnika nabierają coraz większego znaczenia dla przemysłu spożywczego. Celem pracy było określenie wpływu zastosowania dwóch dawek suszu jabłkowego: 1,5 i 3 % na kwasowość, barwę, synerżę, teksturę i cechy sensoryczne jogurtów produkowanych metodą termostatową. Zakres pracy obejmował produkcję jogurtów naturalnych oraz z dodatkiem suszu jabłkowego i ocenę ich jakości po 7 dniach przechowywania w warunkach chłodniczych. Oceniono: pH, kwasowość ogólną, synerżę, parametry barwy (L^* , a^* , b^*), teksturę testem TPA oraz cechy sensoryczne.

Dodatek suszu jabłkowego wpływał istotnie na ograniczenie synerży, zwiększenie kwasowości ogólnej oraz zmniejszenie twardości jogurtów. Wprowadzenie 1,5 % suszu spowodowało zmniejszenie wydzielania serwatki o ok. 4 %, a zwiększenie dodatku suszu do 3 % wpłynęło na ograniczenie synerży aż o ok. 6,5 %. Ponadto zwiększanie ilości wprowadzanego suszu z 1,5 do 3 % istotnie zwiększało intensywność barwy żółtej i czerwonej jogurtów. Susz jabłkowy spowodował niekorzystne pociemnienie barwy jogurtów, ale jednocześnie nadał wyrazisty smak i zapach jabłkowy preferowany przez konsumentów. Dodatek jabłkowy wpływał na zmniejszenie intensywności odczucia smaku mleczno-kremowego, a zwiększał intensywność smaku kwaśnego w jogurtach. Susz jabłkowy nie nadawał jogurtom zapachu i posmaku obcego i dodatek ten był postrzegany przez konsumentów jako naturalny, owocowy. Susz z wytłoków jabłkowych jest naturalnym produktem owocowym, który w szerszym stopniu powinien być stosowany do produkcji napojów mlecznych ze względu na dużą zawartość błonnika, optymalną zawartość cukru oraz bardzo dobry smak i zapach. Składnik ten dobrze wpisuje się w trend „czystej etykiety” w segmencie rynku żywności naturalnej.

Słowa kluczowe: jogurt, susz jabłkowy, błonnik, cechy sensoryczne

Wprowadzenie

Dietetycy zalecają spożywanie ok. 30 ÷ 40 g błonnika dziennie, podczas gdy przeciętne spożycie w większości krajów wynosi tylko 15 g [2]. Błonnik, zarówno rozpuszczalny, jak i nierozpuszczalny, wpływa korzystnie na zdrowie człowieka, m.in. na kontrolę wielu istotnych procesów w organizmie, a ponadto działa przeciwnowotworowo [2, 26]. Na przestrzeni kilkunastu lat spożycie błonnika pokarmowego w Polsce zmniejszyło się w wyniku znacznego zmniejszenia spożycia produktów zbożowych, owoców i warzyw [5].

Konsumenci w coraz większym stopniu zwracają uwagę na skład produktów żywnościowych oraz treść tekstów podawanych przez producentów na etykietach. Ich opinie wymuszają na producentach eliminację kolejnych, negatywnie kojarzących się dodatków do żywności. Zaletą preparatów błonnikowych z suszu jest kojarzenie ich przez konsumentów z naturalnością – jako składników owoców i warzyw [27]. Dzięki takiemu pozytywnemu odbiorowi sproszkowane susze z owoców jako potencjalne źródło błonnika nabierają coraz większego znaczenia dla przemysłu spożywczego.

Surowcem do produkcji błonnika jabłkowego są wyciąki z jabłek powstałe przy produkcji soku. Główne etapy wytwarzania preparatów błonnikowych to oczyszczenie, suszenie, rozdrabnianie i mikronizacja. Ostatni etap produkcji to obróbka termiczna, która ma na celu otrzymanie preparatu o dobrej czystości mikrobiologicznej. Preparat jabłkowy ma postać proszku o jednolitej konsystencji [8, 14, 18]. Cechuje go przyjemny jabłkowy zapach, kwaśny smak wynikający z dużej zawartości kwasów organicznych oraz jasnobrązowa barwa z możliwymi szarymi odcieniami [14]. Błonnik jabłkowy składa się z frakcji nierozpuszczalnej i rozpuszczalnej. Jest bogaty we wszystkie wartościowe składniki zawarte w jabłku, tj. węglowodany, białko oraz wtórne związki roślinne – przeciwutleniacze polifenolowe [7, 20]. Pektyny wchodzące w skład błonnika pokarmowego w jabłku wpływają na hamowanie wchłaniania z pożywienia toksycznych związków ołowiu oraz biorą udział w regulacji poziomu cholesterolu we krwi, co jest istotne ze względów dietetycznych i leczniczych [2, 14]. W wyciąkach jabłkowych znajduje się 8 ÷ 12 % substancji pektynowych. Najwięcej pektyn zawiera skórka jabłka i pestki [4, 8]. Pektyny dzięki zdolności zatrzymywania wody w produkcie mogą być wykorzystywane do stabilizowania i zagęszczania produktów. Dzięki tym właściwościom w produkcie finalnym woda nie jest uwalniana i następuje hamowanie wycieku. Pektyny wpływają także na poprawę tekstury i nadają odpowiednią konsystencję produktom [4, 14, 16, 22]. Oprócz frakcji błonnikowych preparaty jabłkowe zawierają kwasy organiczne i cechują się termiczną stabilnością [7, 27].

Jak podają Gahrue i wsp. [6], maksymalna akceptowana ilość błonnika, która może być dodana do jogurtów wynosi 3 %. Należy zaznaczyć, że zgodnie z Rozporządzeniem 1924/2006 Parlamentu Europejskiego [19] środek spożywczy jest źródłem

błonnika pokarmowego tylko wówczas, gdy produkt zawiera przynajmniej 3 g błonnika w 100 g lub przynajmniej 1,5 g błonnika na 100 kcal.

W badaniach wskazano na dodatkowe technologiczne korzyści wynikające z zastosowania preparatów błonnikowych do produkcji jogurtów, takie jak: poprawę konsystencji i smaku oraz zmniejszenie tendencji do synerezy i zwiększenie stabilności skrzepu. Zastosowanie dodatku błonników umożliwiło produkcję niskotłuszczowego jogurtu z jednoczesnym zachowaniem wrażenia produktu tłustego o bardzo dobrych cechach sensorycznych [5, 6, 9].

Celem pracy było określenie wpływu zastosowania suszu jabłkowego na kwasowość, barwę, synerezę, teksturę i cechy sensoryczne jogurtów produkowanych metodą termostatową.

Material i metody badań

Materiałem do badań było mleko krowie pasteryzowane, mikrofiltrowane, o zawartości tłuszczu 2 % (OSM Piątnica, Polska) oraz sproszkowany susz z wytlóków jabłkowych (Krüger, Ostrów Mazowiecka, Polska) o składzie podanym przez producenta w 100 g: tłuszcz – 1,3 g, węglowodany – 62 g (w tym cukry 54 g), błonnik – 30,0 g (w tym: rozpuszczalny – 7,5 g, nierozpuszczalny – 22,5 g), białko – 2,3 g.

Do mleka dodawano susz jabłkowy w ilości 1,5 i 3 %. Próbę kontrolną stanowiło mleko bez dodatku suszu jabłkowego (0 %). Następnie próbki mleka homogenizowano (temp. 65 °C, 20 MPa), pasteryzowano (temp. 85 °C, 15 min) i schładzano do temp. 43 °C. Po schłodzeniu każdy z wariantów napojów zaszczipiano dodatkiem 0,6 g kultury do 1000 ml mleka. W skład szczepionki FD-DVS YC-X 11 Yo-Flex® (Chr. Hansen, Dania) wchodziły: *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*. Wymieszane mleko rozlewano do opakowań o pojemności 100 ml z pokrywką i kodowano. Inkubację prowadzono w temp. 43 °C przez 4,5 h do momentu otrzymania skrzepu, następnie uzyskany jogurt schładzano do 5 °C i przechowywano w tej temperaturze w inkubatorze z chłodzeniem ILW 115 SDT (POL-ECO Aparatura Sp. j., Polska). Próbkę do analiz pobierano po 7 dniach. W jogurtach oznaczano: pH przy użyciu pH-metru Toledo FiveEasy TM (MettlerToledo, Szwajcaria), kwasowość ogólną w °SH [17], synerezę metodą wirówkową [10] – 10 g próbki wirowano przy prędkości 4000 obr./min przez 10 min (wirówka MPW-352R, Danlab, Polska), teksturę testem TPA (teksturometrem Brookfield CT3, Brookfield AMETEK, USA) – wykonywano dwukrotny test penetracyjny przy ustawieniach: siła 0,1 N, prędkość przesuwu głowicy 1 mm/s, średnica próbki 35 mm, sonda TA3/100, średnica elementu pomiarowego o kształcie walca 25,3 mm (Brookfield AMETEK, USA). Określano następujące składowe tekstury: twardość, adhezyjność, odkształcalność, kleistość, kohezyjność, sprężystość [28]. Barwę jogurtów mierzono instrumentalnie (Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Japonia) w systemie CIE LAB (L*a*b*) [28]. Ocenę senso-

ryczną metodą profilowania przeprowadził przeszkolony 15-osobowy zespół. Oceniano próbki w skali 9-stopniowej ze skalą liniową ustrukturowaną i z określeniami brzegowymi: lewy koniec skali oznaczał cechę najmniej wyczuwalną, najmniej charakterystyczną, a prawy – cechę najintensywniejszą, najbardziej charakterystyczną [1]. Oceniano konsystencję, barwę, smak mleczno-kremowy, smak kwaśny, smak i zapach dodatków, smak i zapach obcy, zapach kwaśny. Ocenę preferencji prowadzono metodą szeregowania – od najlepszej „1” do najgorszej „3”.

Doświadczenie wykonano w piętnastu powtórzeniach w każdej grupie. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie w programie Statistica v.12. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między wartościami średnimi szacowano testem Tukeya przy $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Średnie wyniki oceny kwasowości, barwy i synerozy jogurtów z różnym dodatkiem suszu jabłkowego przedstawiono w tab. 1. Dodatek suszu (1,5 i 3 %) istotnie zwiększał kwasowość ogólną jogurtów w porównaniu z próbą kontrolną. W suszu jabłkowym znajdują się kwasy organiczne, takie jak: jabłkowy, chinowy, cytrynowy i szikimowy [7], które najprawdopodobniej zwiększyły kwasowość ogólną jogurtów. Jednak wpływ tego składnika na pH jogurtów okazał się statystycznie nieistotny. Również dodatek błonnika w badaniach, które przeprowadzili Hashim i wsp. [9] oraz Sah i wsp. [22] nie powodował istotnych zmian kwasowości jogurtu.

Po przeanalizowaniu składowych barwy jogurtów stwierdzono, że wartości parametru L^* jogurtów z suszem jabłkowym i kontrolnych różniły się istotnie ($p \leq 0,05$). Wraz ze wzrostem ilości dodanego suszu jabłkowego jasność barwy L^* przyjmowała coraz niższe wartości świadczące o poszarzeniu barwy. Wartości parametrów a^* i b^* wskazują, że dodatek suszu jabłkowego powodował przesunięcie barw w przestrzeni – w stronę czerwonej i żółtej. Jogurt naturalny w porównaniu z jogurtami z suszem charakteryzował się większym udziałem barwy zielonej, a mniejszym – żółtej. Ponadto zwiększenie ilości wprowadzanego suszu z 1,5 do 3 % wpływało na istotny wzrost intensywności barwy żółtej i czerwonej jogurtów. Na kształtowanie barwy jogurtów miały wpływ obecne w suszu jabłkowym polifenole. O właściwościach optycznych suszu decyduje również technika suszenia wytlóków jabłkowych [20, 21]. Polifenole występujące w jabłkach składają się w ponad 50 % z procyanidyn należących do flawon-3-oli. Resztę stanowią natomiast glikozydy kwercetyny, kwasy fenolowe oraz chalkony, takie jak florydżyna i floretyna [23]. Podczas suszenia produktów roślinnych zmiany barwy następują w wyniku reakcji brązowienia, zarówno enzymatycznego, jak i nieenzymatycznego. Suszenie konwekcyjne w porównaniu z mikrofalowo-konwekcyjnym powoduje najczęściej niekorzystną zamianę barwy. Wraz ze wzrostem temperatury powietrza oraz czasu suszenia barwa staje się ciemniejsza [20]. Należy

dodać, że błonnik jabłkowy charakteryzuje się dużą zdolnością absorpcji karotenoidów [16]. W innych badaniach jogurty wzbogacone w 3 % błonnika daktylowego miały także ciemniejszą barwę ($L^* = 80,1$, $a^* = 4,1$, $b^* = 11,0$) w porównaniu z jogurtami naturalnymi [9]. Również dodatek wywaru z kopru i rumianku powodował pociemnienie barwy jogurtów ($L^* = 91$) oraz zmiany wartości parametrów a^* ($-2,6 \div -3,0$) i b^* ($11,5$) w porównaniu z jogurtami naturalnymi [3].

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne jogurtów z dodatkiem suszu jabłkowego
Table 1. Physical-chemical properties of yoghurt with dried apple powder added

Właściwości Properties	Dodatek suszu jabłkowego Dried apple powder additive [%]		
	0	1,5	3
pH	4,46 ^a ± 0,02	4,45 ^a ± 0,03	4,44 ^a ± 0,01
Kwasowość ogólna Total acidity [°SH]	36,36 ^a ± 0,46	41,36 ^b ± 1,30	42,16 ^b ± 1,25
L*	96,57 ^c ± 0,69	81,16 ^b ± 0,34	66,76 ^a ± 0,46
a*	-4,65 ^a ± 0,03	2,00 ^b ± 0,07	3,37 ^c ± 0,03
b*	13,26 ^a ± 0,08	15,98 ^b ± 0,06	17,70 ^c ± 0,18
Synereza / Syneresis [%]	47,38 ^c ± 1,23	43,58 ^b ± 1,08	40,96 ^a ± 1,48

Objaśnienia / Explanatory notes:

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

Bardzo ważną cechą fizyczną włókna pokarmowego jest zdolność do pęcznienia, a tym samym absorbowania wody w swojej matrycy, którą tworzą polisacharydy i lignina [4, 5]. Zgodnie z deklaracją producenta w dodanym do jogurtów suszu z wytlóków jabłkowych znajdowało się 30 % błonnika, w tym: 7,5 % – rozpuszczalnego i 22,5 % – nierozpuszczalnego. Jak podają Gullón i wsp. [8], susz jabłkowy zawiera m.in. celulozę, hemicelulozę i pektyny. Zdolność błonnika do wiązania wody ułatwia stabilizację emulsji, tworzenie i stabilizację żeli, a więc może hamować proces synerezy m.in. w mlecznych napojach fermentowanych [16]. Synereza zazwyczaj następuje w wyniku utraty zdolności do zatrzymywania fazy wodnej w żelu jogurtowym z powodu osłabienia struktury żelowej [13]. W tym przypadku dodatek suszu jabłkowego istotnie ograniczył synerezę jogurtów. Wprowadzenie 1,5 % suszu zmniejszyło wydzielanie serwatki o ok. 4 %, a zwiększenie dodatku suszu do 3 % ograniczyło synerezę aż o ok. 6,5 %. Również Nastaj i Gustaw [15] twierdzą, że dodatek polisacharydów w ilości 1 % ogranicza wielkość synerezy. Wielkość synerezy tłumaczy się zależnością

zewnątrznego ładunku elektrycznego miceli od wartości pH, która w jogurtach wynosiła $4,44 \div 4,46$. Struktura żelu jogurtowego jest wynikiem agregacji micel kazeinowych przez obniżanie wartości pH i przyłączanie zdenaturowanych białek serwatkowych przez wiązania disiarczkowe do κ -kazeiny [22]. Obniżenie wartości pH poniżej 4,5 podczas przechowywania prawdopodobnie spowodowało skurczenie skrzepu kazeinowego, a tym samym wydzielenie serwatki z powodu zmniejszenia ładunku ujemnego miceli kazeiny prowadzącego do zmniejszenia odpychania elektrostatycznego między cząsteczkami kazeiny i ze względu na zwiększone interakcje hydrofobowe [11]. Ponadto wzrosła wielkość ładunku dodatniego oddziałującego na cząsteczki kazeiny poniżej jej punktu izoelektrycznego, podczas gdy wielkość ujemnego ładunku w cząsteczkach pektyny obecnych w błonniku znacznie się zmniejszyła przy pH poniżej 4,5 [12]. Ujemnie naładowane cząsteczki pektyny mogą w obecności wapnia wiązać się z dodatnio naładowanymi micelami kazeinowymi, nadając cząsteczkom ładunek ujemny zapewniający wzajemne odpychanie i zwiększając ich zdolność do wiązania wody [12, 13].

W przeprowadzonych badaniach ilość wprowadzonego suszu istotnie zmniejszyła wartości adhezyjności i kleistości jogurtów ($p \leq 0,05$). Wykazano również, że dodatek suszu jabłkowego zmniejszył twardość żelu jogurtowego (tab. 2). Istotne różnice wykazano pomiędzy twardością jogurtu naturalnego a twardością jogurtu wzbogaconego 3-procentowym dodatkiem suszu jabłkowego. Ponadto 3-procentowy dodatek suszu jabłkowego do jogurtów istotnie zwiększył odkształcalność i kohezyjność w porównaniu z próbą kontrolną. Wyniki te są zgodne doniesieniami Tudorica i wsp. [25], którzy wzbogacali mleko ukwaszone w β -glukany. Według Saha i wsp. [22] wzbogacanie jogurtów preparatem błonnikowym z ananasa zmniejszyło jego twardość i wpłynęło na uzyskanie słabszego i bardziej delikatnego żelu.

W tab. 3. przedstawiono wyniki oceny sensorycznej jogurtów z różnym udziałem suszu jabłkowego. Oceniający zdecydowanie preferowali jogurt z 3-procentowym dodatkiem suszu jabłkowego, pomimo że charakteryzował się on nieatrakcyjną jasnobrązową barwą i mniej charakterystyczną konsystencją w porównaniu z jogurtem naturalnym.

Jogurty z dodatkiem preparatu jabłkowego charakteryzowały się korzystnym, wyrazistym smakiem i zapachem jabłkowym o intensywności zależnej od ilości wprowadzonego suszu. Dodatek jabłkowy zmniejszał intensywność odczucia smaku mleczno-kremowego, a zwiększał intensywność smaku kwaśnego w jogurtach. Susz jabłkowy nie nadawał jogurtom zapachu i posmaku obcego i dodatek ten był postrzegany przez konsumentów jako naturalny, owocowy.

W badaniach Waszkiewicz-Robak [26] dodatek 1 % inuliny i fruktooligosacharydów nie powodował zmiany cech sensorycznych, podczas gdy niektóre hydrokoloidy powodowały posmak metaliczny, kwaśny lub mdły. Z kolei Tomić i wsp. [24] w oce-

nie sensorycznej jogurtów wzbogaconych nierozpuszczalnym błonnikiem z pszenżyta uzyskali dobre noty oraz wykazali możliwość zastosowania tych jogurtów w dietach o obniżonej zawartości cukru lub bez cukru.

Tabela 2. Tekstura jogurtów z dodatkiem suszu jabłkowego
Table 2. Texture of yoghurts with dried apple powder added

Wyróżnik Parameter	Dodatek suszu jabłkowego Dried apple powder additive [%]		
	0	1,5	3
Twardość / Hardness [N]	0,83 ^b ± 0,04	0,82 ^b ± 0,05	0,68 ^a ± 0,14
Adhezyjność / Adhesiveness [mJ]	1,10 ^c ± 0,19	0,68 ^b ± 0,28	0,23 ^a ± 0,20
Odkształcalność / Resilience	0,07 ^b ± 0,01	0,10 ^b ± 0,07	0,29 ^a ± 0,12
Kleistość / Thickness [mm]	10,50 ^c ± 0,41	8,28 ^b ± 1,98	5,02 ^a ± 1,25
Kohezyjność / Cohesiveness	0,53 ^a ± 0,021	0,54 ^a ± 0,04	0,64 ^b ± 0,07
Sprężystość / Springiness [mm]	13,69 ^a ± 0,26	13,80 ^a ± 0,15	13,69 ^a ± 0,67

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 3. Wyniki oceny sensorycznej jogurtów z dodatkiem suszu jabłkowego
Table 3. Sensory assessment of yoghurt with dried apple powder added

Cecha Feature	Dodatek suszu jabłkowego Addition of dried apple powder [%]		
	0	1,5	3
Preferencje / Preferences	2,83 ^b ± 0,40	1,66 ^b ± 0,51	1,50 ^a ± 0,83
Konsystencja / Consistency	9,00 ^c ± 0,50	7,00 ^b ± 0,50	6,00 ^a ± 0,30
Barwa / Colour	9,00 ^b ± 0,00	6,00 ^a ± 1,09	4,33 ^a ± 1,96
Smak mleczno-kremowy Milky-creamy taste	2,33 ^a ± 0,81	1,66 ^a ± 1,63	1,33 ^a ± 0,81
Smak kwaśny / Sour taste	3,83 ^a ± 1,04	4,83 ^{ab} ± 1,04	5,66 ^b ± 1,21
Smak dodatków – jabłkowy Taste of additives – apple-like	1,00 ^a ± 0,20	4,13 ^b ± 0,75	5,45 ^c ± 0,66
Smak obcy / Strange taste	1,00 ^a ± 0,00	1,00 ^a ± 0,00	1,00 ^a ± 0,00
Zapach kwaśny / Sour aroma	1,16 ^a ± 0,40	1,16 ^a ± 0,40	1,16 ^a ± 0,40
Zapach dodatków – jabłkowy Aroma of additives – apple-like	1,00 ^a ± 0,20	2,83 ^b ± 0,75	4,25 ^c ± 0,66
Zapach obcy / Strange aroma	1,00 ^a ± 0,00	1,00 ^a ± 0,00	1,00 ^a ± 0,00

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Podsumowując, można stwierdzić, że istnieje możliwość zastosowania suszu z wytlóków jabłkowych do produkcji jogurtów jako naturalnego dodatku owocowego zawierającego błonnik.

Wnioski

1. Dodatek suszu jabłkowego wpływał na istotne ograniczenie synerezy, zwiększenie kwasowości ogólnej oraz zmniejszenie twardości jogurtów stałych.
2. Susz jabłkowy powodował niekorzystne pociemnienie barwy jogurtów, ale jednocześnie nadawał wyrazisty smak i zapach jabłkowy preferowany przez konsumentów.
3. Susz z wytlóków jabłkowych jest naturalnym produktem owocowym, który powinien znaleźć zastosowanie w produkcji napojów mlecznych ze względu na dużą zawartość błonnika oraz bardzo dobry smak i zapach. Dodatek ten dobrze wpisuje się w trend „czystej etykiety” w segmencie rynku żywności naturalnej.

Literatura

- [1] Barylko-Pikielna N., Matuszewska I.: *Sensoryczne badania żywności. Podstawy. Metody. Zastosowania.* Wyd. II. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków 2014.
- [2] Binkiewicz M., Bator E., Bronkowska M.: Błonnik pokarmowy i jego znaczenie w profilaktyce zdrowotnej. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2015, 96 (1), 57-63.
- [3] Caleja C., Barros L., Antonio A.L., Carocho M., Oliveira M.B., Ferreira I.C.: Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. *Food Chem.*, 2016, 210, 262-268.
- [4] Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H.: Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem.*, 2011, 124, 411-421.
- [5] Florowska A., Krygier K.: Zastosowanie nietrawionych oligosacharydów w produktach spożywczych. *Przem. Spoż.*, 2004, 5, 44-47.
- [6] Gahruie H.H., Eskandari M.H., Mesbahi G., Hanifpour M.A.: Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Sci. Human Welln.*, 2015, 4, 1-8.
- [7] Giryń H., Szteke B., Szymczyk K.: Wpływ procesu technologicznego i przechowywania na zawartość kwasów organicznych w zagęszczonych sokach jabłkowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, 2 (39), 92-107.
- [8] Gullón B., Falqué E., Alonso J.L., Parajó J.C.: Apple pomace for application in food industries. *Food Technol. Biotechnol.*, 2007, 45 (4), 426-433.
- [9] Hashim I., Khalil A., Affi H.: Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *J. Dairy Sci.*, 2009, 92, 5403-5407.
- [10] Keogh M.K., O’Kennedy B.T.: Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. *J. Food Sci.*, 1998, 63 (1), 108-112.
- [11] Lee W.J., Lucey J.A.: Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Austral. J. Animal Sci.*, 2010, 23 (9), 1127-1136.
- [12] Liu J., Nakamura A., Corredig M.: Addition of pectin and soy soluble polysaccharide affects the particle size distribution of casein suspensions prepared from acidified skim milk. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, 54 (17), 6241-6246.
- [13] Lucey J.A.: Formation and physical properties of milk protein gels. *J. Dairy Sci.*, 2002, 85 (2), 281-294.

- [14] Macagnan F.T., Santos L.R., Roberto B.S., Moura F.A., Bizzani M., Silva L.P.: Biological properties of apple pomace, orange bagasse and passion fruit peel as alternative sources of dietary fibre. *Bioactive Carboh. Diet. Fibre*, 2015, 61, 1-6.
- [15] Nastaj M., Gustaw W.: Wpływ wybranych prebiotyków na właściwości reologiczne jogurtu stałego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, 5 (60), 217-225.
- [16] Nowak D., Huong H.T.T.: Wpływ degradacji enzymatycznej błonnika pokarmowego na jego właściwości sorpcyjne. *Acta Agrophysica*, 2006, 8 (4), 893-901.
- [17] PN-A-86130:1975. Mleko i przetwory mleczarskie. Napoje mleczne. Metody badań.
- [18] Rodríguez R., Jiménez A., Fernández-Bolaños J., Rafael Guillén R., Heredia A.: Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends Food Sci. Technol.*, 2006, 17, 3-15.
- [19] Rozporządzenie (WE) nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności. *Dz. Urz. UE L 404*, ss. 9-25, z 30.12.2006 z późn. zm.
- [20] Rząca M., Witrowa-Rajchert D.: Wpływ parametrów suszenia konwekcyjno-mikrofalowego na aktywność przeciwrodnikową jabłek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, 5 (54), 222-230.
- [21] Rząca M., Witrowa-Rajchert D.: Wpływ techniki suszenia na właściwości optyczne suszu jabłkowego. *Acta Agrophysica*, 2007, 10 (2), 445-453.
- [22] Sah B.N.P., Vasiljevic T., McKechnie S., Donkor O.N.: Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre - rich pine apple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2016, 65, 978-986.
- [23] Tarko T., Duda-Chodak A., Bebak A.: Aktywność biologiczna wybranych wytlóków owocowych oraz warzywnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 4 (83), 55-65.
- [24] Tomic N., Dojnov B., Miocinovic J., Tomasevic I., Smigic N., Djekic I., Vujcic Z.: Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale – A sensory perspective. *LWT - Food Sci. Technol.*, 2017, 80, 59-66.
- [25] Tudorica C.M., Jones T.E.R., Kuri V., Brennan C.S.: The effects of refined barley β -glucan on the physico-structural properties of low-fat dairy products: Curdyield, microstructure, texture and rheology. *J. Sci. Food Agric.*, 2004, 84 (10), 1159-1169.
- [26] Waszkiewicz-Robak B.: Właściwości funkcjonalne wybranych składników prozdrowotnych jako składników żywności specjalnego żywieniowego przeznaczenia. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2002, 2, 29-33.
- [27] Ziarno M., Zaręba D.: Błonnik jako potencjalny składnik produktów spożywczych. *Forum Mleczarskie Biznes*, 2016, 1, 23-26.
- [28] Znamiorska A., Szajnar K., Pawlos M., Kalicka D.: Ocena możliwości zastosowania chelatu aminokwasowego magnezu do wzbogacenia jogurtu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 4 (107), 80-91.

EFFECT OF DRIED APPLE POWDER ADDITIVE ON PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF YOGHURT

Summary

The advantage of dried fibre products is that they are perceived by consumers as natural ingredients in fruits and vegetables. Owing to this positive perception, the dried powdered fruit has become increasingly important as a potential source of fibre for the food industry.

The objective of the study was to determine the effect of applying two doses of dried apple powder: 1.5 and 3 % on the total acidity, colour, syneresis, texture, and sensory features of yogurt produced using a

thermostatic method. The scope of the research study covered the production of plain yoghurt with dried apple powder added and the assessment of its quality after 7 days of refrigerated storage. The assessed parameters were: pH, total acidity, syneresis, colour parameters (L^* , a^* , b^*), texture with the use of TPA, and sensory features.

The dried apple powder additive significantly affected the reduction of syneresis, acidity increase, and yoghurt hardness reduction. Adding dried apple powder in the amount of 1.5 % caused the release of whey to be 4 % reduced while increasing the quantity of dried apple powder added to 3 % caused the syneresis effect to be reduced as much as ca. 6.5 %. Moreover, increasing the amount of dried apple powder added from 1.5 to 3 % significantly increased the intensity of red and yellow colour of the yoghurt. The dried apple powder added caused the yoghurt colour to adversely grow dark but, at the same time, it imparted a distinct apple flavour and aroma to the yoghurt, the ones preferred by consumers. The dried apple powder added caused the intensity of the milky-cream flavour to be reduced and the intensity of the sour taste of yogurt to increase. The dried apple powder did not impart any foreign aroma and foreign flavour to the yoghurt and this additive was perceived by consumers as a natural, fruity flavour. The dried apple powder is a natural fruit product that should be applied to a greater extent in the production of milk-based drinks owing to its high fibre content, optimal sugar content, and very good taste and aroma. This additive fits well into the “clean label” trend in the organic foods segment.

Key words: yoghurt, dried apple, fibre, sensory features 