

KATARZYNA MARCINIAK-ŁUKASIAK, ANNA ŻBIKOWSKA

**WPLYW DODATKU BIAŁEK GROCHU ORAZ TRANSGLUTAMINAZY
NA ZMNIEJSZENIE ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU W SMAŻONYM
MAKARONIE INSTANT**

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu dodatku białek grochu oraz transglutaminazy (TGazy) na ograniczenie zawartości tłuszczu oraz jakość smażonych makaronów typu instant. Zakres pracy obejmował analizę wybranych parametrów jakościowych smażonych makaronów instant w zależności od rodzaju i ilości dodatku wprowadzonego do receptury podstawowej. Jako składniki funkcjonalne zastosowano preparaty białek grochu oraz enzym – transglutaminazę. W pracy wykonano następujące warianty: próbę kontrolną bez dodatków, próbę z zastosowaniem dodatku 2 i 3 % białek grochu (BG) oraz do każdej próby z białkiem grochu zastosowano 1 i 2 % TGazy. Wyprodukowane na bazie mąki pszennej (semoliny) makarony instant oceniono pod względem zawartości tłuszczu i wody, barwy oraz tekstury (twardość, jędrność, adhezyjność). Ocenie poddano również czas hydratacji otrzymanych makaronów instant, rozumiany jako minimalny czas potrzebny do uwodnienia makaronu. Na podstawie wyników badań wykazano, że zmiany parametrów jakościowych makaronów instant uzależnione były zarówno od rodzaju, jak i ilości wprowadzonego dodatku. Zastosowanie dodatku białek grochu, zarówno pojedynczo, jak i w połączeniu z enzymem (transglutaminazą) wpłynęło na zmniejszenie zawartości tłuszczu w otrzymanym makaronie instant. Zawartość wody w makaronach instant z dodatkiem białek grochu w połączeniu z transglutaminazą mieściła się w zakresie 0,81 ÷ 3,78 %. Zastosowane składniki funkcjonalne wpłynęły na wzrost zawartości wody w makaronie, jednak nie stwierdzono przekroczenia wartości zalecanych dla tego parametru. Dodane składniki nie miały wpływu na parametry barwy makaronu instant. Zastosowanie dodatku białek grochu oraz ich mieszaniny z transglutaminazą w większości przypadków korzystnie wpłynęło na parametry tekstury. Czas hydratacji otrzymanych makaronów instant wydłużał się wraz z ilością zastosowanych składników funkcjonalnych, jednak nie przekraczał 5 min.

Słowa kluczowe: smażony makaron instant, białka grochu, transglutaminaza, zawartość tłuszczu

*Dr inż. K. Marciniak-Łukasiak, dr hab. inż. A. Żbikowska, prof. nadzw, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Katedra Technologii Żywności, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa.
Kontakt: katarzyna_marciniak_lukasiak@sggw.pl*

Wprowadzenie

Makaron instant cieszy się popularnością w ponad 80 krajach na świecie. Według World Instant Noodles Association (WINA) w roku 2017 popyt na makaron instant wynosił 101,1 mld porcji makaronów błyskawicznych na całym świecie, co stanowi 270 milionów porcji dziennie [34]. Konsumenci coraz częściej sięgają po żywność nadającą się do spożycia po krótkim przygotowaniu, zawierającą w składzie podstawowym np. makaron instant. Jego zaletą jest to, że chłonie smak sosów czy innych dodatków, dzięki czemu dobrze harmonizuje z innymi składnikami [35]. Ze względu na prosty skład surowcowy makarony instant charakteryzują się niską wartością odżywczą, a te produkowane metodą tradycyjną – znaczną zawartością tłuszczu. Smażenie w głębokim tłuszczu nadaje produktom charakterystyczne cechy, ale towarzyszy temu również wzrost zawartości tłuszczu w gotowym produkcie, który stanowi główne źródło energii [25]. Makarony instant poddawane procesowi smażenia mogą zawierać blisko 20 ÷ 30 % tłuszczu użytego do ich smażenia [21]. Po umieszczeniu makaronu w gorącym oleju temperatura jego powierzchni gwałtownie wzrasta. Woda na powierzchni makaronu natychmiast wchodzi w stan wrzenia, co doprowadza do wysuszenia tej powierzchni, zachodzi wymiana ciepła i masy. Proces ten prowadzi również do skurczu, a następnie rozwoju porowatości i chropowatości na powierzchni. Wilgoć zawarta w żelowanych granulach skrobi ulega odparowaniu z powodu wysokich temperatur stosowanych podczas procesu. Następnie przestrzenie wewnątrz makaronu uprzednio zajmowane przez wilgoć częściowo wypełniają się olejem [25, 29].

Makarony instant produkowane na bazie semoliny w porównaniu z makaronami z mąki z pszenicy zwyczajnej zawierają więcej białka, dzięki czemu ciasto makaronowe ulega równomiernemu pęcznieniu, jest dobrze związane i sprężyste [9]. Pęcherze powstające podczas odparowywania wody z ciasta są mniejsze i nieliczne, co przyczynia się do zmniejszonej absorpcji tłuszczu podczas smażenia [25]. Zawarty w surowcu gluten podczas smażenia jest denaturowany, powstają wiązania disiarczkowe odpowiadające za sieciowanie białek. Powstała sieć połączona ze żelatynizowanymi granulami skrobi tworzy sztywną strukturę makaronu instant [6].

W celu zmniejszenia absorpcji tłuszczu w smażonych makaronach instant wzbogaca się recepturę podstawową o skrobię modyfikowaną lub maltodekstryny. Kształtują one strukturę charakterystyczną dla tłuszczu, pełniąc jednocześnie funkcję czynników wypełniających i utrzymujących wilgoć [22]. Dodatek skrobi ziemniaczanej, jak i kukurydzianej wykorzystuje się jako substancje mające zmniejszyć absorpcję tłuszczu podczas smażenia makaronów instant [7, 24]. Hydrokoloidy [30], emulgatory [11] i przeciwutleniacze [4] są również dodawane w celu poprawy tekstury i trwałości makaronów instant. Dodatek gumy guar lub innych hydrokoloidów sprawia, że makarony instant charakteryzują się jędrniejszą strukturą, a proces ich uwadniania przebiega w krótszym czasie oraz powoduje mniejsze wchłanianie oleju [7, 13]. Spośród po-

chodnych celulozowych, jako substancji przyczyniających się do ograniczania absorpcji tłuszczu w smażonych makaronach typu instant zastosowanie znalazły: karboksymetyloceluloza, celuloza mikrokryształiczna i hydroksypropylometyloceluloza [22]. Podejmowane są również próby ograniczenia zawartości tłuszczu, bądź poprawy właściwości funkcjonalnych smażonych makaronów instant poprzez częściowe zastąpienie mąki pszennej dodatkiem otrąb owsianych [31], β -glukanu pochodzenia grzybowego [16], ziarniaków gryki [4] czy brązowej mąki ryżowej [18]. Zastosowanie enzymu transglutaminazy (TGazy), dzięki właściwościom sieciowania większości białek pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, wpływa na zawarty w makaronach gluten [3]. Indukuje tworzenie się wysokocząsteczkowych polimerów, dzięki czemu wzmacnia sieć glutenową w makaronach instant. Enzym ten przy zastosowaniu mąki o wysokiej jakości, zawierającej duże ilości wysokocząsteczkowych glutenin, zwiększa polimeryzację białek. Polepszenie sieci białkowej w makaronie przedłuża jego świeżość przy zachowaniu wyjściowych cech sensorycznych. Ważną cechą TGazy wpływającą na jakość makaronów instant jest również wiązanie większej ilości wody.

Duża zawartość tłuszczu w makaronach instant wpływa niekorzystnie na wartość zdrowotną oraz ogranicza trwałość produktu ze względu na zmiany tłuszczów zachodzące podczas przechowywania [25]. Skłania to do przeprowadzenia badań mających na celu ograniczenie absorpcji tłuszczu w trakcie smażenia makaronów instant.

Celem pracy było określenia wpływu dodatku białek grochu oraz transglutaminazy na ograniczenie zawartości tłuszczu oraz jakość smażonych makaronów typu instant.

Material i metody badań

Makarony instant wytwarzano na bazie mąki semoliny z odmiany pszenicy *Triticum durum* (Bogutyn Młyn, Radzyń Podlaski) zgodnie z recepturą opracowaną przez Kubomura [21] obejmującą: 150 g semoliny, 35 % wody w stosunku do masy semoliny oraz 3 g soli kuchennej. Jako składniki funkcjonalne zastosowano handlowe preparaty białek grochu Nutralys (Roquette, Polska) oraz enzym – Transglutaminazę – TGazę (Brenntag, Polska). Wykonano następujące warianty makaronów: próbę kontrolną, próbę z zastosowaniem dodatku 2 i 3 % białek grochu (BG) oraz do każdej próby z białkiem grochu zastosowano 1 i 2 % TGazy.

W wodzie o temperaturze ok. 25 - 30 °C rozpuszczano sól kuchenną. Semolinę łączono z wodą, a następnie ręcznie zagniatano ciasto przez 20 min. Tak otrzymane ciasto rozwałkowywano, a następnie poddawano walcowaniu, zmniejszając każdorazowo odległość między walcami. Do wałkowania i cięcia ciasta użyto robota Kitchen AID (USA) z odpowiednimi przystawkami. W kolejnym etapie płaty ciasta cięto na nitki makaronowe o szerokości 1,5 mm. Parowanie makaronu prowadzono przez 5 min, po czym makaron poddawano procesowi smażenia we frytownicy Philips

HD6103 (Polska), w oleju rzepakowym (Kruszwica, Polska) w ciągu 60 s w temp. 170 °C. Następnie makaron odsączano, schładzano, pakowano w woreczki z folii polietylenowej i przechowywano w temp. 22 ± 2 °C. Analizy wykonywano w 2. i 3. dniu przechowywania.

Zawartość wody oznaczano metodą znormalizowaną AACC [1] i powtarzano trzykrotnie. Próbkę suszono w temp. 100 ± 1 °C. Proces suszenia, chłodzenia i ważenia powtarzano do uzyskania stałej masy.

Zawartość tłuszczu oznaczano metodą ekstrakcyjno-wagową za pomocą zautomatyzowanej ekstrakcji Soxhleta (Soxtec™ 2050 Auto Fat Extraction System). Jako rozpuszczalnik stosowano eter naftowy. Dla każdego oznaczenia wykonano trzy powtórzenia.

Pomiar barwy wykonywano za pomocą aparatu Minolta CR-310 (Konica Minolta, Japonia) w systemie CIE $L^*a^*b^*$. System ten umożliwia zdefiniowanie cech związanych z jasnością, jak i barwą badanych próbek, dzięki trzem zmiennym L^* – jasność próbki wyrażona w procentach: od 0 % (czern) do 100 % (biel), a^* – parametr nasycenia barwy: od zielonej („-a”) do czerwonej („+a”), b^* – parametr nasycenia barwy: od niebieskiej („-b”) do żółtej („+b”). Każdy pomiar wykonywano pięciokrotnie.

Pomiar twardości i adhezji przeprowadzano w temp. 20 ± 2 °C, 10 min po hydratacji makaronu instant. Próbkę analizowano za pomocą aparatu TA.XT Plus Analyser (Stable Micro Systems, UK). Twardość i adhezję oznaczano przy użyciu głowicy P/36R o średnicy 36 mm. Prędkość ściskania podczas badania wynosiła $2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$, do uzyskania 75 % odkształcenia. Oznaczenia wykonywano w pięciu powtórzeniach. Pomiar jędrności wykonywano za pomocą aparatu TA-XT Plus Analyser (Stable Micro Systems, UK) przy użyciu głowicy A/LKB-F. Prędkość przesuwu elementu pomiarowego zastosowana przy badaniu makaronów błyskawicznych wynosiła $0,17 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$, przy dystansie 4,5 mm. Oznaczenie wykonano w pięciu powtórzeniach.

W celu określenia czasu hydratacji makaronu instant próbkę zalewano wrzącą wodą i w odstępie 1 min sprawdzano sensorycznie twardość makaronu. Twardość makaronu określano posługując się następującymi oznaczeniami: „-” – makaron twardy, „-/+” – makaron na wpół miękki, „+” – makaron miękki, „++” – makaron bardzo miękki [23].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 13. Do oceny istotności różnic pomiędzy wartościami wilgotności, zawartości tłuszczu, barwy i twardości zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA. Wyniki weryfikowano za pomocą testu Tukeya przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Zawartość wody jest bardzo ważnym parametrem mającym związek z jakością żywności. W procesie smażenia makaronów instant zawartość wody zmienia się z po-

czątkowego zakresu 30 ÷ 40 % do końcowego 2 ÷ 5 % [13]. W badaniach własnych wilgotność makaronu instant mieściła się w zakresie 1,41 ÷ 3,78 % i była zbliżona do wartości podawanych przez innych autorów, bowiem według Kim i wsp. [19] wilgotność makaronów instant powinna się zawierać w przedziale 3 ÷ 4 %. Największą wilgotnością (3,29 ÷ 3,85 %), charakteryzowały się makarony instant z dodatkiem 3 % białek grochu i 2 % TGazy, a najmniejszą – próba kontrolna (1,41 %) niezawierająca żadnych dodatków. Zaobserwowano także, że wraz ze wzrostem dodatku preparatu białek grochu oraz TGazy wzrastała zawartość wody w makaronie instant (tab. 1). Mohammadi i wsp. [26] prowadzili badania dotyczące bezglutenowego pieczywa i uzyskali podobne zależności. Zdaniem autorów sieciowanie glutaminy i lizyny za pomocą TGazy może prowadzić do wiązania wody i zwiększenia zdolności do zatrzymywania wilgoci w cieście. Gerrard i wsp. [14] uważają natomiast, że zwiększona absorpcja wody może być spowodowana eliminacją grupy amidowej z glutaminy (wynikającej z aktywności TGazy) i jej konwersją do kwasu glutaminowego, który zmniejsza hydrofobowość i ostatecznie zwiększa wchłanianie wody.

Tabela 1. Zawartość wody i tłuszczu oraz wartości wyróżników barwy w makaronach instant

Table 1. Content of water and fat in, and values of colour discriminants of instant noodles

Próba Sample	Rodzaj dodatku Type of additive	Zawartość wody / Water content [%]	Zawartość tłuszczu Fat content [%]	L*	a*	b*
1	2%BG	1,59 ^a ± 0,28	26,84 ^{bc} ± 0,74	75,82 ^a ± 0,44	2,48 ^c ± 0,21	24,37 ^b ± 0,73
2	2%BG+1%TG	2,58 ^b ± 0,27	22,18 ^{ab} ± 0,64	79,92 ^b ± 0,51	3,57 ^{cd} ± 0,31	22,17 ^a ± 0,84
3	2%BG+2%TG	3,52 ^{bc} ± 0,31	21,07 ^a ± 0,69	80,90 ^{bc} ± 0,61	0,66 ^a ± 0,14	24,82 ^b ± 0,76
4	3%BG	2,13 ^{ab} ± 0,31	24,94 ^b ± 0,72	79,01 ^b ± 0,55	1,77 ^b ± 0,24	23,19 ^{ab} ± 0,84
5	3%BG+1%TG	2,78 ^b ± 0,21	22,13 ^{ab} ± 0,51	81,98 ^{bc} ± 0,66	1,42 ^b ± 0,22	26,26 ^c ± 0,64
6	3%BG+2% TG	3,85 ^c ± 0,29	20,75 ^a ± 0,61	83,18 ^c ± 0,47	5,05 ^d ± 0,41	23,62 ^{ab} ± 0,81
7	Próba kontrolna Control sample	1,41 ^a ± 0,19	29,79 ^c ± 0,79	76,58 ^a ± 0,41	1,09 ^{ab} ± 0,21	22,51 ^a ± 0,79

Objaśnienia / Explanatory notes:

BG – białko grochu / pea protein; TG – transglutaminaza / transglutaminase. W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values ± standard deviation; n = 3; a - d – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy p ≤ 0,05 / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at p ≤ 0.05.

Zawartość tłuszczu jest także bardzo ważnym wyznacznikiem jakości smażonego makaronu instant. Uzależniona jest od jakości zastosowanych surowców, parametrów procesu oraz jakości zastosowanego medium smażalniczego [13]. Stanowi ono nie tylko nośnik ciepła, ale także, pod wpływem migracji w wewnętrzną strukturę makaronu, staje się jej nowym składnikiem [25]. Stąd zawartość tłuszczu w końcowym pro-

dukcje może zawierać się w przedziale $15 \div 40$ % [15]. Makarony wytworzone podczas niniejszych badań zawierały $20,75 \div 28,79$ % tłuszczu. Zawartość tłuszczu uzależniona była od rodzaju zastosowanego dodatku. Najmniejszą zawartość tłuszczu w makaronie uzyskano po zastosowaniu 3-procentowego dodatku preparatu białek grochu i 2-procentowego dodatku TGazy, natomiast największą zawartość tłuszczu zaobserwowano w przypadku próby kontrolnej. Różnice pod względem zawartości tłuszczu w procesie smażenia makaronu instant wynikają z mikroporowatej struktury makaronu oraz z ilości wody pochłoniętej w procesie parowania [25]. W procesie smażenia woda zawarta w żywności migruje ze środka produktu ku jego powierzchni. W wyniku odparowania wody z wnętrza nitki makaronu powstaje porowata struktura. Woda parując, pozostawia w mikroporowatej strukturze makaronu puste przestrzenie, które w czasie smażenia wypełnia tłuszcz [25]. Stosowanie preparatów białkowych ma korzystny wpływ ze względu na obniżoną zawartość tłuszczu oraz wzrost wartości odżywczej wynikający z właściwości dodawanych surowców. Jak podają Kuraishi i wsp. [20], dodatek transglutaminazy do ciasta może zmniejszyć absorpcję tłuszczu nawet o 25 %.

Barwa jest ważnym wyróżnikiem jakości żywności, ponieważ wpływa na jej akceptowalność przez konsumentów. W połączeniu z teksturą wpływa także na wygląd makaronu instant i zależy głównie od jakości mąki [8] oraz parametrów procesu technologicznego [23]. Istotna jest także zawartość białka, która wpływa na powstanie charakterystycznej żółtej barwy makaronu [28]. Według Hatcher'a i wsp. [15] makarony typu noodles powinny charakteryzować się odpowiednim poziomem jasności, brakiem przebarwień i typową jasnożółtą barwą. Park i Baik [28] twierdzą, że parametry barwy makaronów instant zależą między innymi od rodzaju zastosowanych surowców. Barwa jest przez konsumentów oceniana jako pierwsza, stąd składowa L^* jest krytycznym parametrem w przypadku produktów smażonych. Niskie wartości L^* oznaczają ciemną barwę i są głównie związane z nieenzymatycznymi reakcjami brunatnienia [12]. Makaron wytworzony z mąki z pszenicy twardej charakteryzuje się na ogół większą jasnością ($L^* > 76,4$), natomiast z mąki z pszenicy zwyczajnej – mniejszą jasnością ($L^* < 76,4$). Chon-Sik Kang i wsp. [5] twierdzą, że jasność makaronów instant zawiera się w przedziale $73,5 \div 82,0$. Wyniki badań własnych (tab. 1) mieszczą się w podanym przedziale. Najwyższą wartość parametru L^* zmierzono w przypadku makaronu instant z 3-procentowym dodatkiem preparatu białek grochu i 2-procentowym – TGazy. Wraz ze wzrostem zastosowanego dodatku wartość parametru L^* wzrastała.

Po przeanalizowaniu wyników pomiaru parametru a^* , który odpowiada barwie czerwonej ($+a^*$) lub zielonej ($-a^*$) stwierdzono, że większość badanych makaronów instant charakteryzowała się wyższym nasyceniem barwy czerwonej (tab. 1). W przypadku parametru b^* odpowiadającego barwie żółtej ($+b^*$) lub niebieskiej ($-b^*$) zaob-

serwowano, że niezależnie od ilości zastosowanego dodatku białek grochu czy transglutaminazy makarony instant charakteryzowały się żółtym nasyceniem barwy (tab. 1).

Tabela 2. Twardość, adhezyjność i jędrność makaronu instant
Table 2. Hardness, cohesiveness and firmness of instant noodles

Próba Sample	Rodzaj dodatku Type of additive	Twardość Hardness [N]	Adhezyjność Cohesiveness [N·s]	Jędrność Firmness [N]
1	2%BG	11,09 ^b ± 1,22	-0,043 ^{bc} ± 0,04	215,72 ^d ± 9,89
2	2%BG+1%TG	15,92 ^c ± 0,44	-0,025 ^a ± 0,03	140,93 ^c ± 5,98
3	2%BG+2%TG	22,63 ^d ± 2,01	-0,072 ^d ± 0,05	236,61 ^d ± 8,99
4	3%BG	16,92 ^c ± 1,67	-0,054 ^c ± 0,04	149,33 ^c ± 6,21
5	3%BG+1%TG	9,68 ^b ± 1,44	-0,024 ^a ± 0,04	131,71 ^{bc} ± 6,24
6	3%BG+2% TG	6,98 ^a ± 1,03	-0,058 ^c ± 0,03	98,09 ^a ± 6,75
7	Próba kontrolna Control sample	8,42 ^{ab} ± 1,23	-0,039 ^b ± 0,03	125,04 ^b ± 5,34

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

Twardość jest ważnym wyznacznikiem przydatności i jakości kulinarnej makaronu [33]. Jest to wartość siły cięcia wyznaczona w czasie przecięcia nitki makaronu poddanego wcześniej hydratacji. Twardość wyznacza odporność makaronu na zgniatanie [10]. Na podstawie uzyskanych wyników (tab. 2) stwierdzono, że najniższą wartością twardości charakteryzował się makaron z 3-procentowym dodatkiem białka grochu i z dodatkiem 2 % TGazy. Wyniosła ona 6,98 N. Najwyższą twardością charakteryzował się natomiast makaron z 2-procentowym dodatkiem zarówno białka grochu, jak i TGazy.

Adhezyjność jest jednym z parametrów określających teksturę żywności. Jest to praca konieczna do pokonania sił przyciągających pomiędzy danym materiałem a żywnością, z którą wchodzi on w kontakt [32]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że największą wartością adhezyjności charakteryzowała się próbka zawierająca 3-procentowy dodatek białka grochu z jednoczesnym dodatkiem 1 % TGazy (-0,024 N·s). Najmniejszą wartością odznaczał się makaron zawierający po 2 % dodatku białka grochu i transglutaminazy (-0,072 N·s). Kang i wsp. [17] uważają, że adhezyjność określa lepkość (kleistość) smażonych makaronów instant, a jej wysokie, ujemne wartości są niepożądane. Podobne wartości adhezyjności w zakresie -0,59 ÷ -0,14 N·s odnotowali Choy i wsp. [6] w badaniach nad wpływem TGazy na jakość smażonych makaronów instant.

Jędrność (firmness) jest definiowana w literaturze jako praca cięcia, czyli praca potrzebna do całkowitego rozgryzienia nitki makaronu, a także jako stopień oporu stawiany przez nitkę makaronu podczas pierwszego ugryzienia [27]. W przeprowadzo-

nych badaniach stwierdzono, że najmniejszą wartość jędrności wykazywał makaron z dodatkiem 3 % białek grochu i 2 % TGazy (98,09 N·s), największą zaś – makaron zawierający dodatek 2 % białka grochu i 2 % TGazy (236,61 N·s).

Tabela 3. Czas hydratacji makaronu instant
Table 3. Hydration time of instant noodles

Próba Sample	Rodzaj dodatku Type of additive	1'	2'	3'	4'	5'	6'
1	2%BG	-	+	++	++	++	++
2	2%BG+1%TG	-	+	++	++	++	++
3	2%BG+2%TG	-	"-/+"	+	++	++	++
4	3%BG	-	+	++	++	++	++
5	3%BG+1%TG	-	-	"-/+"	+	++	++
6	3%BG+2% TG	-	-	"-/+"	"-/+"	+	++
7	Próba kontrolna Control sample	-	-	"-/+"	"-/+"	+	++

Objaśnienia symboli jak pod tab. 1. / Meanings of symbols as in Tab. 1.

Po zalaniu makaronu wrzątkiem woda migruje z powierzchni makaronu w kierunku środka, wpływając na jego strukturę. Ding i Yang [11] podają, że im krótszy jest czas nawadniania makaronu instant, tym uzyskuje się wyższą jego jakość. Wymienieni autorzy twierdzą, że czas rehydracji przy temperaturze wody równiej 80 °C powinien być krótszy niż 360 s – w przeciwnym razie makaron instant nie może być uznany za błyskawiczny. Otrzymane w pracy makarony instant charakteryzowały się czasem hydratacji zawierającym się w tym przedziale (tab. 3). Jednak większy dodatek zastosowanych składników funkcjonalnych wydłuża czas hydratacji makaronów.

Wnioski

1. Zastosowanie dodatku białek grochu, zarówno pojedynczo, jak i w połączeniu z enzymem – transglutaminazą wpłynęło na zmniejszenie zawartości tłuszczu w otrzymanym makaronie instant.
2. Zawartość wody w makaronach instant z dodatkiem białek grochu w połączeniu z transglutaminazą mieściła się w zakresie 0,81 ÷ 3,78 %. Zastosowane dodatki wpłynęły na wzrost zawartości wody, jednak nadal nie przekraczały wartości zalecanych w literaturze przedmiotu.
3. Zastosowane w recepturze składniki funkcjonalne nie miały wpływu na parametry barwy makaronu instant.
4. Zastosowanie dodatku białek grochu oraz ich mieszaniny z transglutaminazą w większości przypadków korzystnie wpłynęło na parametry tekstury.

5. Czas hydratacji makaronów instant wydłużał się wraz z ilością zastosowanych składników funkcjonalnych, jednak nie przekraczał 5 min.

Literatura

- [1] AACC International: Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. Method 44-15A. 9th ed. AACC, St. Paul, MN, USA, 1995.
- [2] Borowy T., Kubiak M.S.: Zamienniki tłuszczu w przemyśle mięsnym. Cz. II. Technologia/Transport/Chłodnictwo, 2009, 6-7, 31-33.
- [3] Caballero P.A., Gomez M., Rosell C.M.: Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. J. Food Eng., 2007, 81 (1), 42-53.
- [4] Cho Y.J., Bae I.Y., Inglett G.E., Lee S.: Utilization of tartary buckwheat bran as a source of rutin and its effect on the rheological and antioxidant properties of wheat-based products. Ind. Crop. Prod., 2014, 61, 211-216.
- [5] Chon-Sik K., Yong-Won S., Sun-Hee W., Jong-Chul P., Young-Keun C., Jung-Gon K., Chul Soo P.: Influences of protein characteristics on processing and texture of noodles from Korean and US wheats. J. Crop Sci. Biotech., 2004, 10 (3), 133-140.
- [6] Choy A.L., Hughes J.G., Small D.M.: The effects of microbial transglutaminase, sodium stearoyl lactylate and water on the quality of instant fried noodles. Food Chem., 2010, 122 (4), 957-964.
- [7] Choy A.L., May B.K., Small D.M.: The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethyl cellulose on the quality of instant fried noodles. Food Hydrocoll., 2012, 26, 2-8.
- [8] Crosbie G.B., Ross A.S.: Asian wheat flour noodles. In: The Encyclopedia of Grain Science. Eds. C.W. Wrigley, H. Corke, C.E. Walker. Elsevier Academic Press, Oxford 2004, pp. 304-312.
- [9] Czerwińska D.: Charakterystyka mąk makaronowych. Przegl. Zboż. Młyn., 2010, 54 (8), 11-12.
- [10] D'Egidio M., Nardi S.: Textural measurement of cooked spaghetti. In: Pasta and Noodle Technology. Eds. J.E. Kruger, R.B. Matsuo, J.W. Dick. American Association of Cereal Chemistry Inc., St. Paul, Minnesota, USA, 1996, pp. 133-156.
- [11] Ding S., Yang J.: The influence of emulsifiers on the rheological properties of wheat flour dough and quality of fried instant noodles. LWT-Food Sci. Technol., 2013, 53, 61-69.
- [12] Dueik V., Robert P., Bouchon P.: Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. Food Chem., 2010, 119, 1143-1149.
- [13] Fu B.X.: Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. Food Res. Int., 2008, 41, 888-902.
- [14] Gerrard J.A., Fayle S.E., Wilson A.J., Newberry M.P., Ross M., Kavale S.: Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase. J. Food Sci., 1998, 63 (3), 472-475.
- [15] Hatcher D.W.: Asian noodle processing. In: Cereals Processing Technology. Ed. G. Owens. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge 2001, pp. 131-154.
- [16] Heo S., Lee S.M., Bae I.Y., Park H.G., Lee H.G., Lee S.: Effect of *Lentinus edodes* β -glucan-enriched materials on the textural, rheological, and oil-resisting properties of instant fried noodles. Food Bioprocess Technol., 2013, 6, 553-560.
- [17] Kang M.J., Bae I.Y., Lee H.G.: Rice noodle enriched with okara: Cooking property, texture, and in vitro starch digestibility. Food Biosci., 2018, 22, 178-183.
- [18] Kim J.H., Baek J.J., Min B.J., Kim J.H., Yoo S.H., Lee S.J.: Utilization of brown rice flour as a functional ingredient in instant fried noodles. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 2015, 58 (5), 637-642.
- [19] Kim M.Y., Freund W., Popper L.: Noodles and pasta. In: Future of Flour. Eds. L. Popper, W. Schäfer, W. Freund. Agrimedia Verlag, Clenze 2007, pp. 330-353.
- [20] Kuraishi C., Yamazaki K., Susa Y.: Transglutaminase: Its utilization in the food industry. Food Rev. Int., 2001, 17, 221-246.
- [21] Kubomura K.: Instant noodles in Japan. Cereals Foods World, 1998, 4 (43), 194-197.

- [22] Lee S.W., Kim H.S., Kim Y.K., Beak H.H., Park H.J.: Application of HPMC for the food industry. *Food Sci. Industry*, 2010, 43, 76-84.
- [23] Marciniak-Lukasiak K., Ciszek G.: Wpływ wybranych czynników na jakość makaronów instant. *Przem. Spoż.*, 2011, 11 (65), 44-46.
- [24] Marciniak-Lukasiak K., Żbikowska A., Marcinkowska-Lesiak M.M.: Wpływ dodatku skrobi na jakość smażonych makaronów instant. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2012, 22 (2), 27-31.
- [25] Mellema M.: Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 2003, 119 (1), 34-40.
- [26] Mohammadi M., Azizi M.H., Neyestani T.R., Hosseini H., Mortazavian A.M.: Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. *J. Ind. Eng. Chem.*, 2015, 21, 1398-1402.
- [27] Nouviaire A., Lancien R., Maache-Rezzoug Z.: Influence of hydrothermal treatment on rheological and cooking characteristics of fresh egg pasta. *J. Cereal Sci.*, 2008, 47, 283-291.
- [28] Park Ch.S., Baik B.K.: Relationship between protein characteristics and instant noodle making quality of wheat flour. *Cereal Chem.*, 2004, 81 (2), 159-164.
- [29] Pedreschi F., Cocio C., Moyano P., Troncoso E.: Oil distribution in potato slices during frying. *J. Food Eng.*, 2008, 87, 200-212.
- [30] Rekas A., Marciniak-Lukasiak K.: A multivariate study of the correlation between addition of maltodextrin, MCG, HPMC and psyllium on the quality of instant fried noodles. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2015, 62, 689-696.
- [31] Reungmaneejiton S., Sikkhamondhol C., Tiangpook C.: Nutritive improvement of instant fried noodles with oat bran. *J. Sci. Technol.*, 2006, 28 (1), 89-97.
- [32] Surmacka-Szczesniak A.: Texture is a sensory property. *Food Qual. Prefer.*, 2002, 13 (4), 215-225.
- [33] Wang N., Bhirud P., Sosulski F., Tyler R.: Pasta – like product from pea flour by twin – screw extrusion. *J. Food Sci.*, 1999, 4, 471-678.
- [34] World Instant Noodles Association [on line]. WINA 2018. Dostęp w Internecie [17.11.2018]: <https://instantnoodles.org/en/noodles/report.html>
- [35] Zhang N., Ma G.: Noodles, traditionally and today. *J. Ethnic Foods*, 2016, 3, 209-212.

EFFECT OF PEA PROTEIN AND TRANSGLUTAMINASE ADDITIVES ON REDUCING FAT CONTENT IN FRIED INSTANT NOODLES

S u m m a r y

The objective of the research study was to determine the effect of pea protein and transglutaminase (TGase) additives on the reduction of fat content in fried instant noodles and on the quality thereof. The scope of the study included the analysis of some selected quality parameters of fried instant noodles depending on the type and amount of the additives added to the basic recipe. Pea protein and the transglutaminase enzyme were used as functional ingredients. The following sample variants were prepared for the analysis: control sample without additives, samples with 2 % and 3 % of pea proteins (BG) added and enriched with 1 % and 2 % of TGase. The instant noodles produced on the basis of wheat flour (semolina) were assessed with respect to their fat content, water content, colour, and texture (hardness, firmness, cohesiveness). Hydration time of instant noodles produced was assessed bearing in mind that it was the minimum time needed to hydrate the noodles. Based on the analysis results it was shown that the quality parameters of instant noodles depended on both the type and the amount of the additive added. The application of pea protein additive alone or in combination with transglutaminase caused the fat content in the instant noodles produced to decrease. In instant noodles with pea proteins and TGase added, the content of water ranged between 0.81 and 3.78 %. The functional ingredients added caused the content of water in the noodles to increase; however, its value did not exceed the recommended value thereof. The ingredients added had no effect on the colour parameters of the instant noodles. In most cases, the application of pea

proteins and their mixtures with TGase had a positive impact on the texture parameters. The higher amount of additions used, the longer hydration time of the instant noodles were reported, but the value of that feature did not exceed 5 min.

Key words: instant fried noodles, pea protein, transglutaminase, fat content ☒