

DOMINIK KMIECIK, ANNA GRAMZA-MICHAŁOWSKA, JÓZEF KORCZAK

Katedra Technologii Żywienia Człowieka
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

OCENA JAKOŚCI MROŻONYCH ZIEMNIACZANYCH PRODUKTÓW SMAŻONYCH DOSTĘPNYCH NA POLSKIM RYNKU*

QUALITY EVALUATION OF FROZEN FRIED POTATO PRODUCTS
AVAILABLE ON POLISH MARKET

Streszczenie. Celem pracy była ocena jakości dostępnych na polskim rynku mrożonych ziemniaczanych produktów smażonych przeznaczonych dla gastronomii i gospodarstw domowych z trzech wiodących firm. Badaniu poddano 21 produktów, wśród których największą grupę stanowiły frytki ziemniaczane (14), a następnie cząstki ziemniaka (3), talarki ziemniaczane (2) i kuleczki ziemniaczane (2). Oceniono po dwa opakowania każdego produktu jako dwie niezależne próby. W próbach określono zawartość tłuszczu, a w wyekstrahowanym tłuszczu – liczbę nadtlenkową oraz anizydynową, a także profil kwasów tłuszczowych w celu określenia rodzaju wykorzystanego tłuszczu. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono że najczęściej do smażenia wykorzystywano olej palmowy oraz mieszaninę oleju słonecznikowego tradycyjnego i wysokooleinowego. Zawartość tłuszczu w badanych produktach była zróżnicowana i wynosiła od 1,9 do 10,65%. Również liczba nadtlenkowa i anizydynowa poszczególnych prób była zróżnicowana. W szczególności analiza wtórnych produktów utleniania wykazała duże różnice zarówno w obrębie tej samej grupy produktowej, jak i pomiędzy różnymi opakowaniami jednego produktu.

Słowa kluczowe: mrożone produkty ziemniaczane, smażenie, rodzaj tłuszczu, zawartość tłuszczu, bezpieczeństwo żywności

*Badania zostały sfinansowane w ramach projektu MNiSW nr N N312 265738 na lata 2010-2013.

Wstęp

Smażenie jest jednym z najpopularniejszych sposobów obróbki termicznej wykorzystywanym zarówno w gastronomii (szczególnie w restauracjach i punktach typu „fast food”), jak i w gospodarstwach domowych. Produkty spożywcze poddane procesowi smażenia charakteryzują się specyficznymi walorami sensorycznymi (smak i zapach) oraz mają unikatową strukturę (chrupkość i tekstura), które trudno osiągnąć, korzystając z innych metod obróbki termicznej (SAGUY i DANA 2003). Dodatkowo szybkość i łatwość procesu smażenia oraz stosunkowo niskie koszty przyczyniły się w ostatnich kilkunastu latach do stałego rozwoju rynku produktów smażonych w naszym kraju. Jednym z podstawowych segmentów żywności smażonej, obok przekąskowych chip-sów, są mrożone produkty ziemniaczane, takie jak frytki, cząstki ziemniaka czy kuleczki ziemniaczane.

Z punktu widzenia technicznego tłuszcz wykorzystywany w procesie smażenia zanurzeniowego jest niezbędny jako medium grzejne, dzięki któremu następuje szybkie ogrzanie i usmażenie produktu (ALVIS i IN. 2009). Biorąc pod uwagę aspekty żywieniowe, wykorzystywany do smażenia tłuszcz staje się integralnym elementem smażonej żywności. Zawartość tłuszczu w produktach smażonych może wynosić od kilku do kilkudziesięciu procent i jest przede wszystkim zależna od ilości wchłoniętej frytury (WĄTROBA i KRYGIER 2010). Ze względu na to rodzaj i jakość wykorzystywanej frytury wpływa istotnie na jakość produktów smażonych. Podczas smażenia zanurzeniowego pod wpływem wysokiej temperatury, tlenu z powietrza i wody ze smażonych produktów frytura ulega degradacji na skutek hydrolizy, utleniania i przemian termicznych (KMIECIK i KORCZAK 2010). Stopień rozkładu wykorzystywanego medium i pogorszenie jego jakości zależy od warunków prowadzenia procesu smażenia, takich jak czas, temperatura i sposób smażenia (okresowy, ciągły), oraz od rodzaju wykorzystywanego oleju i smażonego produktu (BANSAL i IN. 2010, JUÁREZ i IN. 2011, KARAKAYA i ŞİMŞEK 2011, WINKLER-MOSER i IN. 2012, CROSA i IN. 2014).

Celem pracy było określenie jakości mrożonych produktów ziemniaczanych dostępnych na polskim rynku poprzez ocenę zawartości i wybranych aspektów jakości tłuszczu użytego do ich smażenia.

Material i metody

Material

W badaniach wykorzystano 21 mrożonych produktów ziemniaczanych zakupionych bezpośrednio u trzech wiodących na polskim rynku producentów. Każdy produkt zakupiono w dwóch oddzielnych opakowaniach, które stanowiły dwie odrębne próby. Zakupu dokonano w tym samym czasie, a opakowania pochodziły z tej samej partii produkcyjnej. Spośród wszystkich badanych produktów 14 stanowiły frytki ziemniaczane, a pozostałe 7 – były to inne produkty ziemniaczane: cząstki ziemniaka (3), talarki ziemniaczane (2) i kuleczki ziemniaczane (2). Większość produktów (17) to produkty przeznaczone zarówno dla gastronomii, jak i gospodarstw domowych. Produkty oznaczone nazwą „fast food” (4) były przeznaczone jedynie dla gastronomii. Spośród frytek ziem-

niaczanych 4 produkty były przeznaczone jedynie do przygotowania we frytownicy, a pozostałe można było przygotować zarówno we frytownicy, jak i w piekarniku (bez udziału frytury). Produkty określane jako frytki o skróconym czasie smażenia charakteryzowały się czasem smażenia we frytownicy o połowę krótszym niż produkty tradycyjne. Listę badanych produktów i ich oznaczenia kodowe przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Lista badanych smażonych produktów ziemniaczanych i ich oznaczenia kodowe
Table 1. List of analysed fried potato products and their codes

Rodzaj produktu Type of product	Firma A Company A	Firma B Company B	Firma C Company C
Frytki tradycyjne do frytownicy Traditional French fries – fryer	FTS(A)	FTS(B)	–
Frytki tradycyjne do frytownicy i piekarnika Traditional French fries – fryer and oven	FTSP(A)	–	–
Frytki ekstra długie proste do frytownicy i piekarnika Long French fries – fryer and oven	FDSP(A)	FDSP(B)	FDSP(C)
Frytki proste o skróconym czasie smażenia typu „fast food” Fast French fries – “fast food” type	Fff(A)	Fff(B)	Fff(C)
Frytki karbowane do frytownicy Corrugated French fries – fryer	–	FKS(B)	–
Frytki karbowane do frytownicy i piekarnika Corrugated French fries – fryer and oven	FKSP(A)	FKSP(B)	FKSP(C)
Frytki karbowane typu „fast food” Corrugated French fries – “fast food” type	–	–	FKff(C)
Cząstki ziemniaczane do frytownicy i piekarnika Potato wedges – fryer and oven	CZ(A)	CZ(B)	CZ(C)
Talarki ziemniaczane do frytownicy i piekarnika Potato slices – fryer and oven	TZ(A)	TZ(B)	–
Kuleczki ziemniaczane do frytownicy i piekarnika Potato balls – fryer and oven	KZ(A)	–	KZ(C)

Ekstrakcja tłuszczu z badanych produktów

Ekstrakcję tłuszczu ze smażonych produktów ziemniaczanych prowadzono metodą Folcha (FOLCH i IN. 1957). Próbę (100 g) homogenizowano w mieszaninie chloroformu i metanolu (2:1 v:v), dodawano wodę, rozdzielano w rozdzielaczu oraz zbierano warstwę chloroformową, z której odparowywano rozpuszczalnik na wyparce próżniowej w temperaturze 40°C. Otrzymany tłuszcz był zamykany pod azotem i przetrzymywany w temperaturze –24°C do czasu wykonania analiz chemicznych.

Oznaczenie zawartości tłuszczu

Zawartość tłuszczu we frytkach została oznaczona w półautomatycznym aparacie Soxtec System HT6 1043 Extracyion Unit (Foss). Naważkę produktu rozdrobniono

z oczyszczonym piaskiem morskim i umieszczono w gilzie. Przygotowaną próbę poddano ekstrakcji z użyciem eteru naftowego. Naczynka ekstrakcyjne z tłuszczem wysuszone do stałej masy (1 h, 105°C), wystudzone w eksykatorze (1 h) i zważono z dokładnością do 0,001 g. Z różnicy masy próby i ilości wyekstrahowanego tłuszczu obliczono zawartość tłuszczu.

Oznaczenie profilu kwasów tłuszczowych

Próbkę tłuszczu (10 mg) rozpuszczono w 1 ml heksanu i poddano transestryfikacji 0,4 M roztworem metanolanu sodu. Analiza została wykonana z wykorzystaniem chromatografu gazowego 7820A GC (Agilent Technologies) wyposażonego w detektor płomieniowo-jonizujący (FID) oraz kolumnę SLB-IL 100 firmy Supelco o wymiarach 100 m × 0,25 mm × 0,2 μm. Gazem nośnym był hel o przepływie 1 ml/min. Temperatura iniektora i detektora wynosiła 250°C. Próbę rozdzielano w temperaturze od 70°C do 220°C przy stałym wzroście 5°C/min. Chromatograf pracował w trybie split (1:10). Kwasy tłuszczowe identyfikowano na podstawie czasów retencji standardów. Na podstawie profilu kwasów tłuszczowych określono rodzaj tłuszczu wykorzystywanego do smażenia zakupionych produktów.

Oznaczanie liczby nadtlenkowej (PN ISO 3960:1996)

Próbkę tłuszczu rozpuszczono w mieszaninie chloroformu oraz kwasu octowego lodowatego w stosunku 2:3 (v:v), a następnie dodano 1 ml nasyconego roztworu jodku potasu. Roztwór pozostawiono przez 5 min w zaciemnionym miejscu, a następnie miareczkowano mianowanym roztworem tiosiarczanu sodu o stężeniu $c = 0,002 \text{ mol/l}$ względem skrobi.

Oznaczanie liczby anizydynowej (PN-EN ISO 6885:2001)

Próbkę tłuszczu rozpuszczono w izooktanie, dodawano 1 ml roztworu p-anizydyny w lodowatym kwasie octowym, a następnie w celu przeprowadzenia reakcji barwnej próbę przechowywano przez 10 min w zaciemnionym miejscu. Po upływie tego czasu dokonywano pomiaru absorbancji powstałego kompleksu barwnego przy długości fali $\lambda = 350 \text{ nm}$.

Analiza statystyczna

Analizę statystyczną (jednoczynnikowa analiza wariancji, test Tukeya) przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica 10.0 PL (StatSoft). Pozostałe obliczenia: średnią arytmetyczną oraz odchylenia standardowe prób obliczono z wykorzystaniem programu Microsoft Excel (Microsoft Corporation).

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzona analiza chromatograficzna, która miała na celu identyfikację rodzaju tłuszczu wykorzystanego przez daną firmę do usmażenia produktu przed jego zamro-

żeniem, wykazała, że najczęściej wykorzystywanym olejem była frytura na bazie oleju palmowego oraz oleju słonecznikowego (tab. 2). Olej palmowy zidentyfikowano łącznie w 9 analizowanych produktach. Olej ten był wykorzystywany we wszystkich produktach firmy B bez względu na rodzaj badanego produktu oraz w 3 produktach firmy A (frytki tradycyjne i karbowane przeznaczone do frytownicy i piekarnika oraz frytki typu „fast food” o skróconym czasie smażenia). Olej smaźalniczy na bazie oleju słonecznikowego zidentyfikowano we wszystkich produktach firmy C oraz w części produktów firmy A (częstki ziemniaka, kuleczki i talarki ziemniaczane). Skład procentowy kwasów tłuszczowych analizowanego oleju odbiegał jednak od typowego oleju słonecznikowego i charakteryzował się znacznie większą zawartością kwasu oleinowego (25,86-45,82%) oraz zmniejszoną zawartością kwasu linolowego (29,88-60,80%), co może wskazywać na mieszaninę tradycyjnego oleju słonecznikowego z olejem słonecznikowym wysokooleinowym lub innym olejem. Za dodatkiem oleju wysokooleinowego przemawia także deklaracja producenta znajdująca się na opakowaniu części produktów przeznaczonych dla gospodarstw domowych i gastronomii o wykorzystaniu do produkcji jedynie oleju słonecznikowego. Brakuje jednak informacji o rodzaju tego oleju lub jego ewentualnej modyfikacji. Wykorzystanie oleju słonecznikowego tradycyjnego oraz wysokooleinowego do procesu smażenia zanurzeniowego można obserwować od kilku lat (KITA i IN. 2007, SMITH i IN. 2007).

Tabela 2. Skład kwasów tłuszczowych smażonych produktów ziemniaczanych (%)
Table 2. Fatty acid composition of fried potato products (%)

Produkt Product	Opakowanie Package	Kwasy tłuszczowe – Fatty acids						
		14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	pozostałe other
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Olej palmowy Palm oil		1,15	45,39	2,76	39,37	10,33	0,22	0,78
Olej słonecznikowy Sunflower oil		0,14	10,24	5,49	2,38	80,39	0,00	1,35
FTS(A)	A	0,26	14,55	6,44	7,83	68,06	0,69	2,17
	B	0,11	6,02	2,93	55,43	32,17	1,87	1,47
FTSP(A)	A	1,37	48,53	4,16	36,57	8,35	0,17	0,85
	B	1,29	47,75	4,31	37,55	8,26	0,21	0,63
FDSP(A)	A	0,13	6,74	2,97	55,24	31,53	1,88	1,51
	B	0,12	6,53	2,67	55,01	32,53	1,91	1,23
Fff(A)	A	1,54	50,69	3,66	34,06	8,92	0,35	0,78
	B	1,53	48,55	3,58	35,88	9,41	0,30	0,75

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
FKSP(A)	A	1,2	42,69	3,67	38,27	12,78	0,54	0,85
	B	1,15	41,75	4,07	38,32	13,06	0,59	1,06
CZ(A)	A	0,1	7,77	3,05	27,31	60,74	0,27	0,76
	B	0,12	7,88	2,99	27,02	60,8	0,25	0,94
TZ(A)	A	0,28	13,14	3,24	28,04	53,98	0,36	0,96
	B	0,28	13,18	3,24	28,05	54,62	0,30	0,33
KZ(A)	A	0,34	15,01	4,05	25,86	54,2	0,22	0,32
	B	0,38	15,11	4,09	25,99	53,37	0,11	0,95
FTS(B)	A	1,07	45,28	4,39	38,62	9,74	0,30	0,6
	B	1,14	46,05	4,16	37,41	10,26	0,35	0,63
FDSP(B)	A	1,09	44,09	4,21	39,22	10,37	0,29	0,73
	B	1,1	44,59	4,16	39,35	9,82	0,29	0,69
Fff(B)	A	1,13	45,44	4,42	38,45	9,54	0,38	0,64
	B	1,23	47,05	4,22	38,73	7,77	0,31	0,69
FKS(B)	A	1,15	45,19	4,13	38,44	9,99	0,39	0,71
	B	1,17	44,73	4,07	38,99	9,97	0,34	0,73
FKSP(B)	A	1,15	46,17	3,81	37,79	10,17	0,37	0,54
	B	1,09	44,71	4,17	38,58	10,51	0,34	0,6
CZ(B)	A	1,21	46,46	4,07	37,48	9,78	0,40	0,6
	B	1,43	47,53	3,68	36,49	9,74	0,45	0,68
TZ(B)	A	0,25	44,55	4,25	39,9	10,55	0,29	0,21
	B	1,22	45,43	3,81	38,37	10,2	0,34	0,63
FDSP(C)	A	0,42	17,74	3,5	45,51	31,66	0,26	0,91
	B	0,52	19,63	3,05	44,41	31,42	0,2	0,77
Fff(C)	A	0,49	18,33	2,1	37,7	40,42	0,18	0,78
	B	0,44	18,29	3,49	37,14	39,59	0,22	0,83

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
FKSP(C)	A	0,44	19,43	3,54	45,82	29,88	0,23	0,66
	B	0,47	19,61	3,51	45,28	29,94	0,35	0,84
FKff(C)	A	0,13	7,44	3,13	41,15	47,03	0,37	0,75
	B	0,24	10,54	3,1	42,81	42,2	0,65	0,46
CZ(C)	A	0,33	14,56	3,49	36,01	44,34	0,40	0,87
	B	0,4	15,29	3,42	35,74	44,18	0,33	0,64
KZ(C)	A	0,12	6,97	3,98	38,39	49,33	0,28	0,93
	B	0,17	8,31	3,39	40,49	46,44	0,31	0,89

Tradycyjny olej słonecznikowy, który charakteryzuje się dużym udziałem kwasu linolowego, jest jednak bardzo podatny na procesy utleniania, szczególnie jeśli dodatkowo jest poddany działaniu wysokich temperatur (JELEŃ i IN. 2000). Wykorzystanie wysokooleinowego oleju słonecznikowego do smażenia prowadzi do zmniejszenia szybkości niekorzystnych zmian, jakie w nim zachodzą, w porównaniu z olejem tradycyjnym, a także może się przyczyniać do obniżenia poziomu frakcji LDL cholesterolu w organizmie człowieka, ograniczając tym samym ryzyko zaburzeń związanych z niedokrwienną chorobą serca (ASHTON i IN. 2001, SMITH i IN. 2007).

Zawartość tłuszczu w badanych produktach mieściła się w przedziale od 1,9% do 10,65% i była w większości przypadków porównywalna w dwóch opakowaniach tego samego produktu (tab. 3). Najmniejszą zawartość tłuszczu (1,9% i 2,05%) obserwowano w cząstkach ziemniaka produkowanych przez firmę C (CZ(C)). Również produkty tej firmy (frytki proste o skróconym czasie smażenia typu „fast food” Fff(C)) charakteryzowały się największą zawartością tłuszczu w 100 g wyrobu, która wynosiła odpowiednio 10,65% i 9,59% w opakowaniu A i B. Produkt firmy A o skróconym czasie smażenia (Fff(A)) również charakteryzował się największą wśród wyrobów tej firmy zawartością tłuszczu, która wynosiła średnio 7,20%. Stosunkowo dużą zawartość tłuszczu stwierdzono także w kuleczkach ziemniaczanych obu firm. Większa zawartość tłuszczu w produktach o skróconym czasie smażenia może wynikać z dłuższego procesu smażenia w zakładzie przemysłowym przed zamrożeniem, a także ze składu chemicznego bulw ziemniaków i sposobu wytworzenia produktu. Proces smażenia to proces wymiany wody i tłuszczu pomiędzy smażonym produktem a medium grzejnym, tak więc wydłużenie tego procesu prowadzi do większej utraty wody z produktu, a tym samym do chłonięcia większej ilości tłuszczu (KROKIDA i IN. 2000). Na końcową zawartość tłuszczu wpływa także skład chemiczny wykorzystywanego surowca. Bulwy o większej zawartości suchej substancji oddają w czasie smażenia mniejsze ilości wody i absorbują mniejsze ilości tłuszczu (SAWICKA i BARBAŚ 2011). Większą zawartość tłuszczu stwierdzono także w produktach, których proces przygotowania w gospodarstwie domowym dopuszczał wykorzystanie zarówno frytownicy, jak i piekarnika, niż w tych produktach, które należało poddać tradycyjnemu procesowi smażenia we frytownicy.

Tabela 3. Zawartość tłuszczu, liczba nadtlenkowa i anizydynowa smażonych produktów ziemniaczanych

Table 3. Fat content, peroxide and anisidine values of fried potato products

Kod produktu Product code	Zawartość tłuszczu Fat content (%)		Liczba nadtlenkowa (mEq O ₂ w 1 kg) Peroxide value (mEq O ₂ per 1 kg)		Liczba anizydynowa Anisidine value	
	opakowanie I package I	opakowanie II package II	opakowanie I package I	opakowanie II package II	opakowanie I package I	opakowanie II package II
Frytki ziemniaczane proste – Traditional French fries						
FTS(A)	4,48 ±0,24	4,36 ±0,42	7,22 ±0,18	9,73 ±0,08	69,22 ±2,40	72,97 ±0,69
FTS(B)	5,91 ±0,01	4,69 ±0,53	5,98 ±0,30	5,42 ±0,41	19,54 ±0,27	37,94 ±0,51
FTSP(A)	5,67 ±0,72	6,00 ±0,04	4,70 ±0,12	4,01 ±0,54	61,77 ±0,54	64,65 ±3,35
FDSP(A)	5,38 ±0,02	5,75 ±0,07	5,59 ±0,66	6,89 ±0,07	73,88 ±4,48	127,73 ±1,48
FDSP(B)	4,49 ±0,40	7,13 ±0,16	4,60 ±0,25	5,31 ±0,67	23,10 ±0,62	17,09 ±0,86
FDSP(C)	4,37 ±0,74	5,26 ±0,27	4,19 ±0,35	3,82 ±0,00	63,06 ±0,33	66,62 ±0,91
Fff(A)	7,16 ±0,73	7,23 ±0,01	4,73 ±0,18	3,70 ±0,23	19,46 ±0,86	19,57 ±1,10
Fff(B)	5,94 ±0,90	4,56 ±0,19	4,46 ±0,30	4,09 ±0,17	18,32 ±0,69	18,47 ±1,56
Fff(C)	10,65 ±0,29	9,59 ±0,70	3,25 ±0,16	4,02 ±0,19	61,56 ±0,99	62,30 ±0,06
Frytki ziemniaczane karbowane – Corrugated French fries						
FKS(B)	3,82 ±0,02	2,93 ±0,06	4,63 ±0,16	4,24 ±0,56	54,92 ±1,11	34,90 ±0,15
FKSP(A)	6,29 ±0,23	5,91 ±0,18	4,64 ±0,21	3,60 ±0,69	65,44 ±1,46	61,58 ±0,73
FKSP(B)	4,23 ±0,13	4,71 ±0,07	2,21 ±0,36	2,53 ±0,14	51,10 ±0,58	63,93 ±2,88
FKSP(C)	3,52 ±0,30	4,11 ±0,37	13,93 ±0,00	4,60 ±4,53	19,81 ±1,19	25,00 ±0,85
FKff(C)	3,76 ±0,34	2,98 ±0,49	5,35 ±0,25	5,02 ±0,20	61,32 ±1,17	60,12 ±0,02
Cząstki ziemniaczane – Potato wedges						
CZ(A)	2,38 ±0,18	3,73 ±0,19	11,56 ±0,04	11,44 ±0,40	64,97 ±1,00	67,78 ±2,60
CZ(B)	3,32 ±0,82	3,49 ±0,31	2,24 ±0,16	2,54 ±0,19	23,17 ±0,86	22,97 ±2,10
CZ(C)	1,90 ±0,24	2,05 ±0,02	9,22 ±0,00	10,18 ±0,17	65,63 ±6,14	45,96 ±2,73
Talarki ziemniaczane – Potato slices						
TZ(A)	3,47 ±0,08	3,84 ±0,02	11,27 ±0,88	9,92 ±0,64	89,15 ±0,10	84,61 ±0,14
TZ(B)	4,32 ±0,29	3,15 ±0,40	4,33 ±0,13	4,38 ±0,13	18,98 ±0,73	22,81 ±0,13
Kuleczki ziemniaczane – Potato balls						
KZ(A)	6,31 ±2,19	6,38 ±0,80	4,42 ±0,19	7,47 ±0,32	107,42 ±3,89	42,47 ±2,79
KZ(C)	6,44 ±0,18	7,05 ±1,84	7,08 ±0,60	9,09 ±0,24	32,88 ±3,44	64,88 ±2,00

Zaobserwowano również, że produkty firmy B, do których przygotowania wykorzystano olej palmowy, charakteryzowały się porównywalnie mniejszą zawartością tłuszczu niż podobne produkty ziemniaczane dwóch pozostałych firm.

Analiza zawartości pierwotnych i wtórnych produktów utleniania tłuszczu w badanych produktach wykazała znacznie większe różnice w podobnych produktach różnych firm, a także w obrębie tej samej firmy pomiędzy różnymi produktami. Liczba nadtlenkowa tłuszczu wyekstrahowanego ze smażonych produktów wynosiła od 2,54 do 13,95 mEq O₂ w 1 kg, jednakże w większości prób zawierała się w przedziale pomiędzy 4 a 5 mEq O₂ na 1 kg (tab. 3). Największą zawartość nadtlenu oznaczono w produktach przygotowanych z wykorzystaniem frytury na bazie oleju słonecznikowego, czyli w produktach pochodzących z firm A i C (cząstki ziemniaka, kuleczki i talarki ziemniaczane). W większości tych prób wartość liczby nadtlenkowej w obu opakowaniach wynosiła od 8 do 12 mEq O₂ w 1 kg. Nie zaobserwowano istotnych różnic w zawartości nadtlenu w tłuszczu z frytek ziemniaczanych ze względu na rodzaj produktu (frytki proste i karbowane) czy przeznaczenie (gospodarstwo domowe i gastronomia). W dwóch przypadkach odnotowano bardzo duże różnice w wartości liczby nadtlenkowej dla tego samego produktu, ale z różnych opakowań. Wartość liczby nadtlenkowej kuleczek ziemniaczanych wyprodukowanych przez firmę A (KZ(A)) w opakowaniu A była ponad połowę mniejsza niż w opakowaniu B i wynosiła odpowiednio 4,41 i 7,46 mEq O₂ w 1 kg. W przypadku frytek karbowanych z firmy C przeznaczonych do frytownicy i piekarnika (FKSP(C)) wartość liczby nadtlenkowej była ponad trzykrotnie większa w opakowaniu pierwszym niż w drugim i wynosiła odpowiednio 4,60 i 13,93 mEq O₂ w 1 kg. Tak duża rozbieżność pomiędzy dwoma opakowaniami jednego produktu z tej samej partii może być zaskakująca, jednakże ze względu na stałą degradację frytury w czasie smażenia mogą następować różnice w ciągu jednego cyklu produkcyjnego. Większą rozbieżność danych obserwowano, jeśli chodzi o zawartość wtórnych produktów utleniania wyrażonych jako liczba anizydynowa. Wartość tej liczby w poszczególnych produktach mieściła się w przedziale od 18,32 do 127,72 (tab. 3). Dla większości produktów wyprodukowanych z udziałem frytury na bazie oleju słonecznikowego wartość liczby anizydynowej zawierała się w granicach od 60 do 70. Wartość liczby anizydynowej większości produktów wyprodukowanych z udziałem frytury na bazie oleju palmowego była mniejsza i oscylowała około 20. W badanych produktach obserwowano rozbieżności uzyskanych wyników w przypadku dwóch różnych opakowań tego samego produktu. Największą, prawie trzykrotną różnicę stwierdzono w opakowaniach kuleczek ziemniaczanych firmy A (KZ(A)). Wartość liczby anizydynowej wynosiła odpowiednio 42,47 i 107,42. Prawie dwukrotną różnicę stwierdzono dla frytek ekstra długich prostych do frytownicy i piekarnika z firmy A (FDSP(A)), frytek tradycyjnych do frytownicy z firmy B (FTS(B)) oraz kuleczek ziemniaczanych z firmy C (KZ(C)). Wartość liczby anizydynowej wynosiła odpowiednio 73,88 i 127,73, 19,54 i 37,94 oraz 32,88 i 64,88.

Wykorzystanie w procesie smażenia przemysłowego frytury na bazie oleju słonecznikowego przyczynia się do lepszego, z punktu widzenia żywieniowego, profilu kwasów tłuszczowych w produktach w porównaniu z olejem palmowym. Modyfikacja składu frytury polegająca na zmniejszeniu zawartości kwasów wielonasyconych i zwiększeniu zawartości kwasu oleinowego przyczynia się do poprawy jego stabilności oksydatywnej i daje większe możliwości wykorzystania w procesach smażenia. Zmniejsze-

nie udziału kwasu linolowego z poziomu 70% do 5-7% i zwiększenie udziału kwasu oleinowego do 70% prowadzi do zmniejszenia tempa procesów oksydacji, a tym samym degradacji tłuszczu zarówno w czasie smażenia, jak i przechowywania produktu, ograniczenia tworzenia zapachowych związków lotnych oraz skoniugowanych dienów (ROMERO i IN. 2006, SMITH i IN. 2007, ROMAN i IN. 2013). Wyższe poziomy pierwotnych i wtórnych produktów utleniania kwasów tłuszczowych obserwowane w tłuszczu z produktów, których do przygotowania wykorzystano fryturę na bazie oleju słonecznikowego, prawdopodobnie wynikają z niewielkiego dodatku wysokooleinowego oleju słonecznikowego do oleju tradycyjnego. Udział kwasu linolowego w analizowanym tłuszczu w produktach firmy A wyniósł około 55%, a w produktach firmy C – od 30 do 50%. Duży udział kwasu linolowego we fryturze przyczynia się do degradacji wykorzystywanego tłuszczu, szczególnie w procesach utleniania. Różnice w szybkości utleniania tłuszczu i w zawartości pierwotnych i wtórnych produktów utleniania mogą wynikać z różnej wyjściowej zawartości kwasów wielonienasyconych w poszczególnych olejach, zróżnej zawartości przeciwutleniaczy w medium smażalniczym oraz z warunków prowadzenia procesu smażenia (NYSTRÖM i IN. 2007, ALADEDUNYE i PRZYBYLSKI 2013).

Wnioski

1. Badane produkty charakteryzowały się zróżnicowaną jakością, która w największym stopniu wynikała z rodzaju tłuszczu wykorzystanego w zakładzie przemysłowym.

2. Analizowane produkty różniły się profilem kwasów tłuszczowych. Do ich przygotowania wykorzystano olej palmowy (wszystkie produkty firmy B oraz 3 produkty firmy A) oraz fryturę na bazie oleju słonecznikowego (mieszanina oleju tradycyjnego i wysokooleinowego) (wszystkie produkty firmy C i 5 produktów firmy A).

3. Zawartość tłuszczu w smażonych produktach ziemniaczanych była zróżnicowana i zależała od rodzaju produktu i jego przeznaczenia. Najmniejszą zawartością tłuszczu charakteryzowały się cząstki ziemiaka przeznaczone dla gospodarstwa domowego i gastronomii, a największą – kuleczki ziemniaczane i produkty o skróconym czasie smażenia (typu „fast food”) przeznaczone dla gastronomii.

4. Wykorzystanie w procesie smażenia frytury na bazie oleju słonecznikowego poprawiło właściwości żywieniowe produktów ziemniaczanych dzięki korzystniejszemu profilowi kwasów tłuszczowych, jednakże prowadziło do pogorszenia stabilności oksydatywnej.

5. Produkty przygotowane z wykorzystaniem frytury na bazie oleju słonecznikowego charakteryzowały się najczęściej wyższym poziomem pierwotnych i wtórnych produktów utleniania w porównaniu z podobnymi produktami przygotowanymi z wykorzystaniem frytury na bazie oleju palmowego.

Literatura

ALADEDUNYE F., PRZYBYLSKI R., 2013. Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content. *Food Chem.* 141, 3: 2373-2378.

Kmieciak D., Gramza-Michałowska A., Korczak J., 2014. Ocena jakości mrożonych ziemniaczanych produktów smażonych dostępnych na polskim rynku. *Nauka Przym. Technol.* 8, 4, #58.

- ALVIS A., VELEZ C., RADA-MENDOZA M., VILLAMIEL M., VILLADA H.S., 2009. Heat transfer coefficient during deep-fat frying. *Food Control* 20: 321-325.
- ASHTON E.L., BEST J.D., BALL M.J., 2001. Effects of monosaturated enriched sunflower oil on the CHD risk factors including LDL size and copper-induced LDL oxidation. *J. Am. Coll. Nutr.* 20: 320-326.
- BANSAL G., ZHOU W., BARLOW P.J., LO H.-L., NEO F.-L., 2010. Performance of palm olein in repeated deep frying and controlled heating processes. *Food Chem.* 121, 2: 338-347.
- CROSA M.J., SKERL V., CADENAZZI M., OLAZABAL L., SILVA R., SUBURU G., TORRES M., 2014. Changes produced in oils during vacuum and traditional frying of potato chips. *Food Chem.* 146, 1: 603-607.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.
- JELEŃ H.H., OBUCHOWSKA M., ZAWIRSKA-WOJTASIAK R., WĄSOWICZ E., 2000. Headspace solid-phase microextraction use for the characterization of volatile compounds in vegetable oils of different sensory quality. *J. Agric. Food Chem.* 48: 2360-2367.
- JUÁREZ M.D., OSAWA C.C., ACUNA M.E., SAMMAN N., GONCALVES L.A.G., 2011. Degradation in soybean oil, sunflower oil and partially hydrogenated fats after food frying, monitored by conventional and unconventional methods. *Food Control* 22: 1920-1927.
- KARAKAYA S., ŞİMŞEK Ş., 2011. Changes in total polar compounds, peroxide value, total phenols and antioxidant activity of various oils used in deep fat frying. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 88, 9: 1361-1366.
- KITA A., LISIŃSKA G., GOŁUBOWSKA G., 2007. The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. *Food Chem.* 102, 1: 1-5.
- KMIECIK D., KORCZAK J., 2010. Tłuszcze smażalnicze – jakość, degradacja termiczna i ochrona. *Nauka Przym. Technol.* 4, 2, #23.
- KROKIDA M., OREOPOULOU V., MAROULIS Z., 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. *J. Food Eng.* 44, 1: 39-46.
- NYSTRÖM L., ACHRENIUS T., LAMPI A.-M., MOREAU R.A., PIIRONEN V., 2007. A comparison of the antioxidant properties of steryl ferulates with tocopherol at high temperatures. *Food Chem.* 101, 3: 947-954.
- PN-EN ISO 6885:2001 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby anizydynowej. PKN, Warszawa.
- PN ISO 3960:1996 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce – Oznaczanie liczby nadtlenukowej. PKN, Warszawa.
- ROMAN O., HEYD B., BROYART B., CASTILLO R., MAILLARD M.N., 2013. Oxidative reactivity of unsaturated fatty acids from sunflower, high oleic sunflower and rapeseed oils subjected to heat treatment, under controlled conditions. *Food Sci. Technol.* 52, 1: 49-59.
- ROMERO A., BASTIDA S., SÁNCHEZ-MUNIZ F.J., 2006. Cyclic fatty acid monomer formation in domestic frying of frozen foods in sunflower oil and high oleic acid sunflower oil without oil replenishment. *Food Chem. Toxicol.* 44, 10: 1674-1681.
- SAGUY I.S., DANA D., 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *J. Food Eng.* 56, 2-3: 143-152.
- SAWICKA B., BARBAŚ P., 2011. Zależność jakości frytek od składu chemicznego bulw ziemniaka w ekologicznym i integrowanym systemie uprawy. *Nauka Przym. Technol.* 5, 1, #5.
- SMITH S.A., KING R.E., MIN D.B., 2007. Oxidative and thermal stabilities of genetically modified high oleic sunflower oil. *Food Chem.* 102, 4: 1208-1213.
- WĄTROBA A., KRYGIER K., 2010. Metody oceny jakości tłuszczów stosowanych do smażenia. *Przem. Spoż.* 64, 2: 34-36.
- WINKLER-MÖSER J.K., RENNICK K.A., PALMQUIST D.A., BERHOW M.A., VAUGHN S.F., 2012. Comparison of the impact of γ -oryzanol and corn steryl ferulates on the polymerization of soybean oil during frying. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 89, 2: 243-252.

QUALITY EVALUATION OF FROZEN FRIED POTATO PRODUCTS AVAILABLE ON POLISH MARKET

Summary. The aim of this study was to evaluate the quality of frozen fried potato products of three leading companies available on the Polish market for catering and households. 21 products were analysed, among which were the largest group of potato chips (14), and then potato wedges (3), potato slices (2), and potato balls (2). The evaluation was performed for two package of each product as two individual samples. The fat content of samples, the peroxide and acid value and the fatty acid profile was determined. The most commonly used frying oil in the preparation of products were palm oil, and a mixture of traditional and high oleic sunflower oil. The fat content of the tested products was varied and ranged from 1.9 to 10.65%. Also, individual samples' peroxide and anisidine value varied. In particular, the analysis of secondary oxidation products showed large differences both within the same product type and between different packaging of one product.

Key words: frozen potato products, frying process, type of fat, fat content, food safety

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Dominik Kmiecik, Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: dominik.kmiecik@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

27.08.2014

Do cytowania – For citation:

*Kmiecik D., Gramza-Michałowska A., Korczak J., 2014. Ocena jakości mrożonych ziemniaczanych produktów smażonych dostępnych na polskim rynku. *Nauka Przyr. Technol.* 8, 4, #58.*