

AGNIESZKA KITA, GRAŻYNA LISIŃSKA

ZMIANY FRAKCJI TŁUSZCZOWEJ I WŁAŚCIWOŚCI ORGANOLEPTYCZNYCH FRYTEK W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania oraz szczelności opakowań na zmiany frakcji tłuszczowej i właściwości organoleptycznych mrożonych frytek ziemniaczanych.

Materiałem użytym do badań były mrożone frytki po I stopniu smażenia pobrane bezpośrednio z linii technologicznej zakładu produkcyjnego. Frytki w oryginalnych opakowaniach fabrycznie zamkniętych oraz otwartych (uszkodzonych), przechowywano przez cztery miesiące w komorach chłodniczych o temperaturze -20 i -29°C . W półprodukcie przed przechowywaniem oraz po każdym miesiącu przechowywania oznaczano: zawartość tłuszczu, liczbę kwasową oraz nadtlenkową (Lea) tłuszczu oraz skład kwasów tłuszczowych. W produkcie gotowym oznaczano instrumentalnie konsystencję i barwę, właściwości tłuszczu – liczbę kwasową i nadtlenkową oraz przeprowadzono ocenę organoleptyczną barwy, smaku, zapachu i konsystencji frytek.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że frytki przed przechowywaniem charakteryzowały się prawidłową zawartością tłuszczu o dobrych parametrach jakościowych (liczby kwasowa i Lea) oraz dobrą jakością sensoryczną. Podczas czteromiesięcznego przechowywania następowały zmiany jakości zawartego we frytkach tłuszczu – zwiększeniu ulegała zawartość nadtlenuków (liczba Lea), zmniejszyła się zawartość kwasów wielonienasyconych, a zwiększyła kwasów jednonienasyconych. Zmiany frakcji tłuszczowej zachodziły intensywniej w próbach frytek przechowywanych w uszkodzonych opakowaniach. Czas przechowywania i nieszczelność opakowań wpłynął na pogorszenie konsystencji frytek – frytki charakteryzowały się zbyt twardą konsystencją. Czteromiesięczne przechowywanie frytek zarówno w temperaturze -20°C , jak i -29°C nie obniżyło jakości produktu, jeśli opakowanie było szczelne (nieuszkodzone).

Słowa kluczowe: frytki, mrożenie, przechowywanie, tłuszcz, cechy organoleptyczne

Wprowadzenie

Mrożone półprodukty zyskują w ostatnich latach coraz większą popularność wśród polskich konsumentów. Związane jest to z łatwością i szybkością przygotowa-

nia posiłków, a także możliwością przechowywania tego typu produktów w domu w formie zamrożonej. Jednym z takich półproduktów są mrożone frytki ziemniaczane dostępne na rynku w szerokim asortymencie. Zróżnicowanie dotyczy zarówno kształtu (długie, krótkie, paryskie, kostka, orzechy ziemniaczane), sposobu przygotowania (frytki całkowicie usmażone i zamrożone, wstępnie podsmażone i zamrożone, całkowicie usmażone/podsmażone i schłodzone), jak i wielkości opakowania jednostkowego [14]. Są to zatem produkty w większości utrwalane przez zamrażanie i w tej formie przechowywane.

Pomimo, że zamrażanie jest jedną z najlepszych metod utrwalania żywności, nie oznacza to, że podczas przechowywania nie zachodzą w niej żadne przemiany. Niska temperatura eliminuje rozwój mikroflory, lecz nie powstrzymują całkowicie zmian chemicznych, biochemicznych oraz przemian fizycznych. W zwolnionym tempie postępują one nadal, powodując stopniowe obniżanie wyjściowej jakości produktów [6]. Do najważniejszych zmian fizycznych należą zmiany struktury produktów, proces rekryształizacji lodu podczas przechowywania, ubytki masy w wyniku parowania i sublimacja pary wodnej [1]. Natomiast spośród zmian chemicznych istotne znaczenie odgrywiają przemiany zachodzące w tłuszczach – przede wszystkim procesy utleniania. Ich intensywność uzależniona jest od rodzaju tłuszczu (skład, stopień nasycenia) i zastosowanej technologii (rodzaj opakowania, temperatura przechowywania, dostępność tlenu) [2, 6]. Mrożone frytki zawierają od kilku do kilkunastu procent tłuszczu (w zależności od technologii) i stąd od jego jakości w dużej mierze uzależniona jest jakość produktu finalnego [10]. Podczas przechowywania, szczególnie w warunkach domowych, stosowana jest różna temperatura, a przechowywany produkt często znajduje się w otwartych opakowaniach.

Stąd też celem niniejszej pracy było określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania oraz szczelności opakowań na zmiany frakcji tłuszczowej i właściwości organoleptycznych mrożonych frytek ziemniaczanych.

Material i metody badań

Materiałem użytym do badań były mrożone frytki ziemniaczane po I stopniu smażenia, pobrane bezpośrednio z linii technologicznej zakładu produkcyjnego. Frytki o masie 1 kg pakowane były w worki z folii polietylenowej.

Frytki w oryginalnych opakowaniach fabrycznie zamkniętych oraz otwartych (uszkodzonych), przechowywano przez cztery miesiące w komorach chłodniczych o temp. -20°C (chłodziarko-zamrażarka Polar) i -29°C (zamrażarka Polar ZC-241). Dosmażanie frytek (3 min/ 175°C) prowadzono w oleju rzepakowym w smaźalniku typu Becker o pojemności 4 dm^3 . Doświadczenie przeprowadzono w trzech powtórzeniach technologicznych.

W mrożonych frytkach przed przechowywaniem oraz po każdym miesiącu przechowywania oznaczano: zawartość suchej masy – metodą suszarkową [9], zawartość tłuszczu – metodą Soxhleta [9], barwę – przy użyciu chromometru Minolta CR-200 [11]. W tłuszczu wyekstrahowanym z mrożonych frytek oznaczano zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (liczbę kwasową), zawartość nadtlenków (liczbę Lea) [9] oraz skład kwasów tłuszczowych – metodą chromatografii gazowej [7]. W dosmażonych frytkach oznaczano właściwości frakcji tłuszczowej – liczbę kwasową i Lea, konsystencję instrumentalnie przy użyciu aparatu pomiarowego typu Instron 5544. Mierzono maksymalną siłę potrzebną do przecięcia frytki (F_{max}) [5]. Frytki poddano ocenie organoleptycznej wg 5-punktowej skali ocen [9].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 7.0, stosując analizę wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji z uwzględnieniem trzech zmiennych. Najmniejszą istotną różnicę (NIR) obliczano za pomocą testu Dun-cana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tab. 1. zestawiono wyniki zawartości suchej masy i tłuszczu oraz właściwości frakcji tłuszczowej mrożonych frytek przed przechowywaniem i po czterech miesiącach przechowywania. Frytki charakteryzowały się odpowiednią zawartością suchej masy oraz tłuszczu [12]. Stopień przemian hydrolitycznych oraz oksydacyjnych był niski o czym świadczą wartości liczby kwasowej – 1,32 mg KOH/g i liczby Lea – 0,35 mmol O_2 /kg. W składzie kwasów tłuszczowych dominował kwas palmitynowy (40,98%) oraz oleinowy (38,87%), natomiast zawartość kwasów wielonienasyconych – głównie linolowego, kształtowała się na poziomie 12,58%.

Podczas przechowywania, w zależności od szczelności opakowań, zmianom ulegała zawartość suchej masy (rys. 1). W próbach frytek przechowywanych w opakowaniach oryginalnie zamkniętych zarówno w temp. -20°C , jak i -29°C zawartość suchej masy kształtowała się na tym samym poziomie. Uszkodzenie opakowań poprzez ich otwarcie spowodowało zwiększanie zawartości suchej masy frytek w kolejnych miesiącach przechowywania. Podobne zależności stwierdzili Kmiecik i wsp. [8] podczas przechowywania malin przez 12 miesięcy. Zwiększenie suchej masy produktu, pomimo szczelności opakowań wynosiło 2,2-3,9%.

Ważnym miernikiem decydującym o dobrej jakości frytek jest ilość i jakość zawartego w nich tłuszczu. Mrożone półprodukty z ziemniaków podsmażanych powinny zawierać do 4% tłuszczu [12]. Analizowane frytki wszystkich prób spełniały ten warunek. Tłuszcz zawarty we frytkach niezależnie od parametrów i czasu przechowywania charakteryzował się jednakową zawartością wolnych kwasów tłuszczowych (liczba kwasowa). Natomiast zawartość nadtlenków, obrazująca tempo przemian oksydacyjnych, zmieniała się – szczególnie w próbach przechowywanych w opakowaniach

otwartych (rys. 2). Niezależnie od temperatury przechowywania liczba Lea tłuszczu wyekstrahowanego z frytek przechowywanych w opakowaniach uszkodzonych już po pierwszym miesiącu przekroczyła sugerowaną normami wartość 2 mmol O₂/kg. Znacznie mniejsze zmiany stwierdzono w próbach przechowywanych w opakowaniach zamkniętych.

Tabela 1

Zawartość suchej masy i tłuszczu oraz właściwości frakcji tłuszczowej mrożonych frytek ziemniaczanych przed przechowywaniem oraz po czterech miesiącach przechowywania w temperaturze -20°C i -29°C, w opakowaniach zamkniętych oraz otwartych.

The content of dry matter and fat and properties of fat fraction in frozen French fries before storage and after four months of storage at -20°C and -29°C in closed and opened packaging.

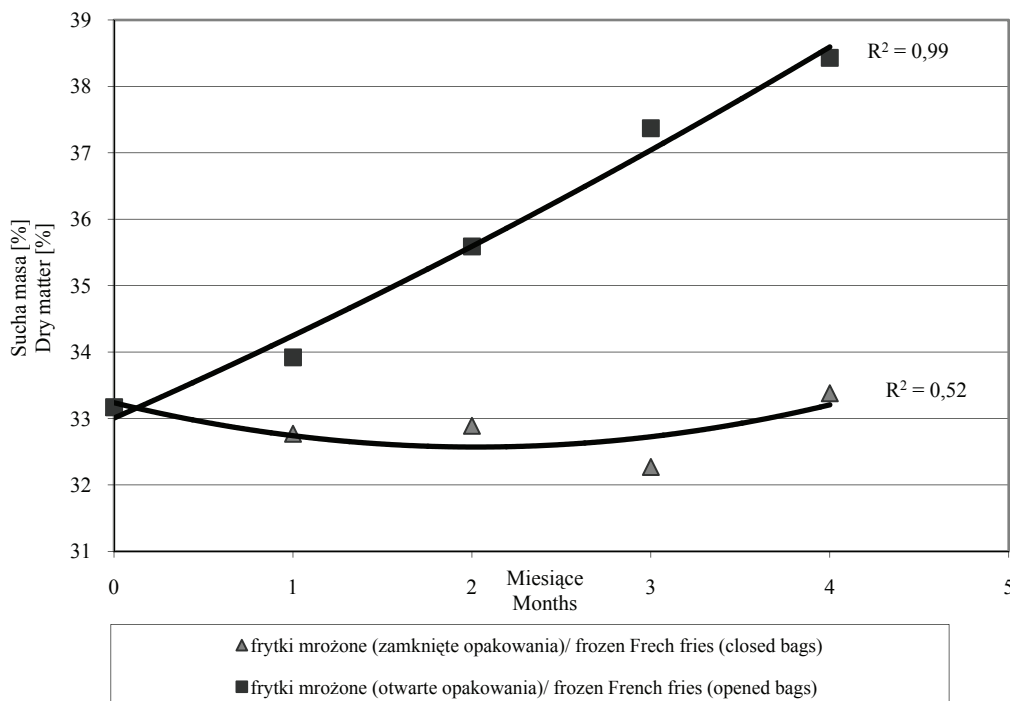
Wyróżnik Distinguishing mark	Przed przechowywaniem Before storage	Po czterech miesiącach przechowywania After four months of storage				NIR LSD
		Opakowania zamknięte Closed packaging		Opakowania otwarte Opened packaging		
		- 20°C	- 29°C	-20°C	-29°C	
Sucha masa [%] Dry matter [%]	33,17	33,82	32,95	38,37	38,48	* 0,023 ** 0,014 ***0,014
Zawartość tłuszczu [%] Fat content [%]	3,62	3,55	3,73	3,63	3,71	
Liczba kwasowa [mg KOH/g] Acid value [mg KOH/g]	1,32	1,29	1,32	1,31	1,33	* 0,014 ** 0,010 ***0,010
Liczba Lea Lea value	0,35	2,10	2,61	4,62	4,64	* 0,151 ** 0,096 ***0,096
Skład ważniejszych kwasów tłuszczowych [%] The content of main fatty acids [%]						
C 16:0	40,98	36,83	35,93	36,94	39,26	
C 18:0	4,55	4,55	4,98	5,17	4,89	
C 18:1	38,87	44,30	44,21	43,50	42,40	
C 18:2	11,97	11,15	11,15	10,35	9,63	
C 18:3	0,61	0,43	0,35	0,54	0,31	
Izomery <i>trans</i>	0,78	0,86	0,86	0,91	0,97	

Objaśnienia: / Explanatory notes:

* czas przechowywania / storage time;

** szczelność opakowań / tightness of packagings;

*** temperatura przechowywania / storage temperature.



Rys. 1. Zmiany zawartości suchej masy [%] w mrożonych frytkach ziemniaczanych przechowywanych przez cztery miesiące (wartości średnie s.m. z obu temperatur (n=12) przechowywania).

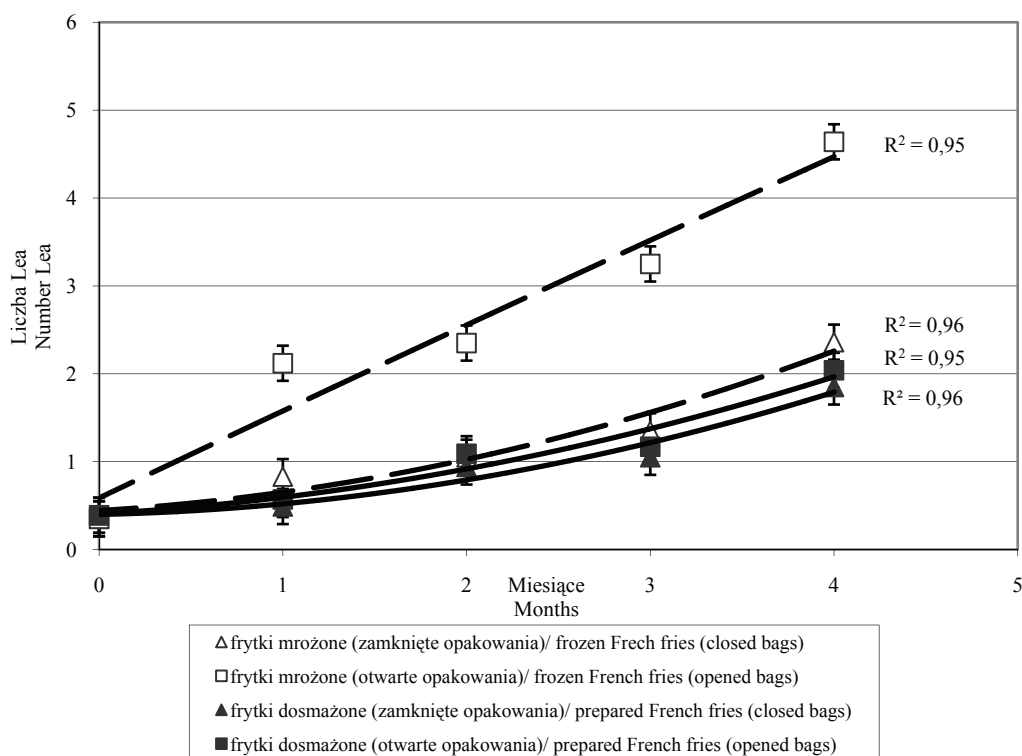
Fig. 1. Changes of dry matter [%] in frozen French fries stored during four months (mean value of storage temperatures (n=12)).

Ćwiertniewski i wsp. [3], analizując zmiany właściwości tłuszczu w mrożonych frytkach ziemniaczanych podczas 24 miesięcy przechowywania, stwierdzili zwiększenie zawartości nadtlenków do 3,4 mmol O₂/kg.

Przechowywanie wpłynęło również na zmiany w składzie kwasów tłuszczowych frakcji tłuszczowej frytek (tab. 1). Po czterech miesiącach przechowywania zmniejszyła się zawartość kwasów wielonienasyconych, przy czym zmiany te były intensywniejsze we frytkach przechowywanych w otwartych opakowaniach. Zmiany składu kwasów tłuszczowych w smażonych przekąskach podczas kilkumiesięcznego przechowywania stwierdzili również inni autorzy [7].

Podczas przygotowywania frytek do spożycia dosmaża się je w tłuszczu. Następuje wówczas częściowa wymiana oleju zawartego we frytkach na olej ze smażalnika [4]. Stąd też pomimo zwiększenia zawartości tłuszczu w gotowym produkcie, jego jakość może ulec poprawie. Liczba kwasowa tłuszczu wyekstrahowanego z usmażonych frytek, niezależnie od warunków i czasu przechowywania, nie przekraczała 1 mg KOH/g. Istotnemu obniżeniu, w porównaniu z półproduktem, uległa liczba Lea –

szczególnie w próbach przechowywanych w opakowaniach uszkodzonych. Nawet po czterech miesiącach przechowywania zawartość nadtlenków w tłuszczu z usmażonych frytek nie przekraczała 2 mmol O₂/kg (rys. 2).



Rys. 2. Zmiany liczby Lea w tłuszczu wyekstrahowanym z mrożonych i dosmażonych frytek ziemniaczanych przechowywanych przez cztery miesiące (wartości średnie L.L. z obu temperatur (n=6) przechowywania).

Fig. 2. Changes of number Lea in fat extracted from frozen and fried French fries stored during four months (mean values of storage temperatures (n=6)).

Przechowywanie nie wpłynęło istotnie na zmianę barwy mrożonych frytek (tab. 2). Barwa frytek określona w systemie CIELAB wartościami jednostek L*, a* i b* kształtowała się w przedziale określającym barwę jako prawidłową [11].

Zmiany cech organoleptycznych frytek określonych punktowo w skali od 1 do 5 przedstawiono w tab. 3. Frytki przed przechowywaniem charakteryzowały się odpowiednimi cechami i w ogólnej ocenie organoleptycznej osiągnęły 5 punktów. Podczas przechowywania zmianom ulegały przede wszystkim wyróżniki opisujące konsystencję gotowego produktu. Frytki otrzymywane z półproduktu przechowywanego

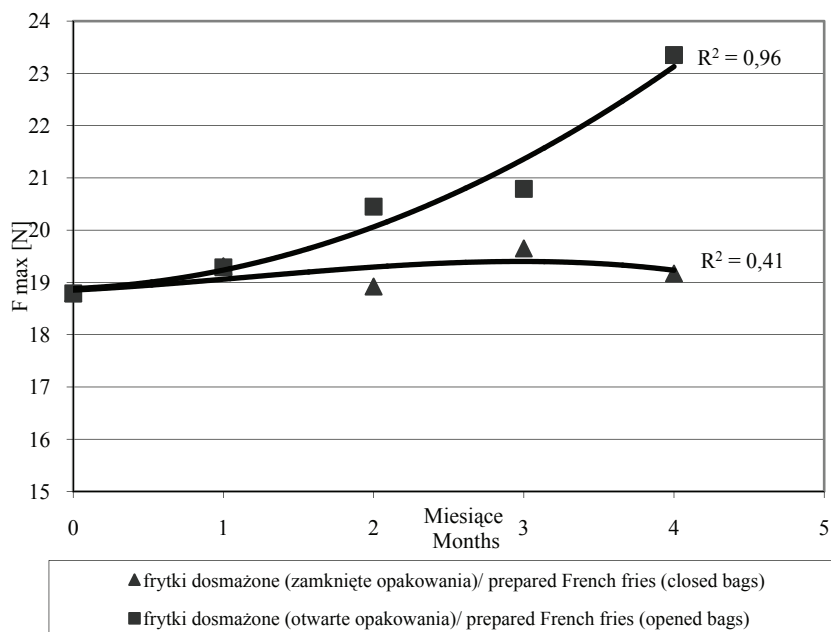
Tabela 2

Barwa (L^* , a^* , b^*) mrożonych frytek ziemniaczanych przed przechowywaniem oraz po czterech miesiącach przechowywania w temperaturze -20°C i -29°C , w opakowaniach zamkniętych oraz otwartych.

The colour (L^* , a^* , b^*) of frozen French fries before and after four months of storage at -20°C and -29°C in closed and opened packages.

Barwa The colour	Przed przechowywaniem Before storage	Po czterech miesiącach przechowywania After four months of storage				NIR LSD
		Opakowania zamknięte Closed packaging		Opakowania otwarte Opened packaging		
		-20°C	-29°C	-20°C	-29°C	
L^*	61,89	62,02	61,77	62,00	62,76	* 1,331 ** 0,842 ***0,841
a^*	1,66	2,09	0,03	1,43	0,86	* 1,24 ** 0,78 ***0,78
b^*	34,08	34,44	33,73	32,85	34,19	* 1,32 ** 0,83 ***0,83

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



Rys. 3. Zmiany tekstury [N] dosmażonych frytek ziemniaczanych przechowywanych przez cztery miesiące (wartości średnie tekstury z obu temperatur ($n=12$) przechowywania).

Fig. 3. Changes of French fries texture [N] during storage for four months (mean values of texture of both storage temperatures ($n=12$)).

w otwartych opakowaniach oceniono na poziomie 4,2 pkt, a w zamkniętych 4,5 pkt. Różnice konsystencji analizowanych frytek stwierdzono również w ocenie instrumentalnej tekstury (rys. 3). Frytki otrzymane z półproduktu przechowywanego w opakowaniach uszkodzonych charakteryzowały się większą twardością (wyrażoną jako siła potrzebna do przecięcia frytki) w porównaniu z frytkami z opakowań zamkniętych. Po czterech miesiącach przechowywania, niezależnie od temperatury, twardość tych frytek wynosiła 23,5 N, natomiast frytek z opakowań zamkniętych – 19,2 N. Zwiększenie twardości frytek z opakowań uszkodzonych związane było ze zwiększeniem zawartości suchej masy. Potwierdzają to badania innych autorów, którzy wykazali zależność pomiędzy zawartością składników suchej masy – skrobi i polisacharydów nieskrobiowych a teksturą uzyskiwanych frytek [5, 13].

Tabela 3

Ocena organoleptyczna w skali 5-punktowej dosmażonych frytek ziemniaczanych przed przechowywaniem oraz po czterech miesiącach przechowywania w temperaturze -20°C i -29°C, w opakowaniach zamkniętych oraz otwartych [pkt].

Organoleptic assessment (5 points scale) of fried French fries before storage and after four months of storage at -20°C and -29°C in closed and opened packaging [scores].

Wyróżnik Distinguishing mark	Przed przechowywaniem Before storage	Po czterech miesiącach przechowywania After four months of storage			
		Opakowania zamknięte Closed packaging		Opakowania otwarte Opened packaging	
		- 20°C	- 29°C	-20°C	-29°C
Barwa Colour	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Jednolitość zarumienienia Uniformity of blush	5,0	4,0	3,5	4,0	4,0
Konsystencja Consistency	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0
Chrupkość części zewnętrznej External texture - crispness	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0
Mączystość wnętrza Internal texture - mealiness	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0
Oleistość Oiliness	5,0	4,0	4,5	3,5	4,0
Smak i zapach Taste and odour	5,0	4,5	4,5	4,0	4,5
Ocena ogólna Total evaluation	5,0	4,5	4,5	4,2	4,2

Wnioski

1. Frytki przed przechowywaniem charakteryzowały się prawidłową zawartością tłuszczu o dobrych parametrach jakościowych (liczby kwasowa i Lea) oraz dobrą jakością sensoryczną.
2. Podczas czteromiesięcznego przechowywania następowały zmiany jakości zawartego we frytkach tłuszczu – zwiększeniu uległa zawartość nadtlenków (liczba Lea), zmniejszyła się zawartość kwasów wielonienasyconych, a zwiększyła kwasów jednonienasyconych. Zmiany frakcji tłuszczowej zachodziły intensywniej w próbach frytek przechowywanych w uszkodzonych opakowaniach.
3. Czas przechowywania i brak szczelności opakowań wpłynął na pogorszenie konsystencji frytek – frytki charakteryzowały się zbyt twardą konsystencją.
4. Czteromiesięczne przechowywanie frytek zarówno w temperaturze -20°C , jak i -29°C nie obniżyło jakości produktu, jeśli opakowania były szczelne (nieuszkodzone).

Literatura

- [1] Betliński Ł., Bonca Z.: Wpływ metod zamrażania produktów żywnościowych na ich cechy jakościowe. *Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna*, 2000, **8**, 335-341.
- [2] Czapski J., Michniewicz J.: Wpływ opakowania na zmiany jakości żywności podczas przechowywania. *Przem. Spoż.*, 1997, **10**, 15-19.
- [3] Ćwiertniewski K., Polak E., Egierski K.: Wybrane zagadnienia dotyczące przechowywanych mrożonych półproduktów kulinarnych. *Chłodnictwo*, 2005, **12**, 44-48.
- [4] Dobarganes C., Marquez-Ruiz G., Velasco J.: Interaction between fat and food during the frying process. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 200, **102**, 521-528.
- [5] Gołubowska G.: Changes of polysaccharide content and texture of potato during French fries production. *Food Chem.*, 2005, **90** (4), 847-851.
- [6] Gruda Z., Postolski J.: Zamrażanie żywności. WNT, Warszawa. 1999, s.17-37, 598-623.
- [7] Kita A., Aniołowski K., Włodarczyk E.: Zmiany frakcji tłuszczowej w przechowywanych produktach przekąskowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2003, **2** (35), 87-96.
- [8] Kmieciak W., Lisiewska Z., Jaworska G.: Porównanie jakości mrożonych malin w zależności od zastosowanych dodatków. *Roczniki PZH*, 1996, **4**, 401-410.
- [9] Lisińska G., Leszczyński W., Golachowski A., Regiec P., Pęksa A., Kita A.: Ćwiczenia z technologii przetwórstwa węglowodanów. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław 2002.
- [10] Lisińska G.: Przetwory ziemniaczane spożywcze: wielkość produkcji, wartość żywieniowa. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2004, **500**, 57-68.
- [11] Pęksa A., Tajner A.: Porównanie metody wizualnej z metodą obiektywną oznaczania barwy frytek ziemniaczanych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Technologia Żywności*, 1994, **VII**, 131-139.
- [12] PN-A-82201:1996. Półprodukty i potrawy. Mrożone wyroby kulinarne.
- [13] Tajner-Czopek A., Kita A., Pęksa A., Lisińska G.: The quality of French fries in dependence on the potato variety and the contents of polysaccharides in tubers. *Horticulture and Vegetable Growing*, 2003, **22** (4), 158-166.
- [14] Zgórska K., Frydecka-Mazurek A.: Porównanie jakości frytek oferowanych konsumentom w handlu detalicznym. *Ziemniak Polski*, 2000, **3**, 9-13.

THE EFFECT OF STORAGE CONDITIONS ON CHANGES OF FAT FRACTION AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES OF FRENCH FRIES**S u m m a r y**

The aim of the study was to examine the influence of time and temperature of storage and leakiness of packaging bags on changes of fat fraction and organoleptic properties of frozen French fries.

The frozen French fries after I stage of frying obtained from the manufacturer were used in tests. French fries - originally packed closed and opened (thorn) were stored for 4 months in cooling chambers at -20 and -29°C were analyzed. The measurements conducted every month during four months of storage in frozen material included the dry matter and fat content, acid and Lea value of the fat extracted from products, fatty acid composition. In fried French fries texture, colour, acid and Lea value of the fat and organoleptic evaluation including colour, taste, smell and texture were analysed.

On the basis of the tests it was stated that French fries before storage exhibited proper content of good quality fat (acid and Lea value) and good organoleptic quality. Some changes in fat fraction of 4 months stored French fries were stated – increase of Lea value and peroxides content and decrease of polyunsaturated fatty acids content. The changes were more intensive in samples stored in opened (thorn) packaging. The time of storage and leakiness of packaging influenced French fries texture – samples stored in opened packaging exhibited too hard texture. The 4 months French Fries storage at -20 and -29°C did not decrease the quality of the product, only if the package was closed.

Key words: French fries, freezing, storage, fat, organoleptic features ☒