

**MAGDA ANIOŁOWSKA****AGNIESZKA KITA**Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## Wpływ temperatury smażenia i stopnia degradacji medium smaźalniczego na jakość chipsów ziemniaczanych\*

### **Influence of frying temperature and degree of oil degradation on the quality of potato chips**

Celem pracy było określenie wpływu temperatury smażenia i stopnia degradacji medium smaźalniczego na jakość otrzymanych chipsów ziemniaczanych. Materiałem użytym do badań były ziemniaki odmiany Lady Rosetta. Bulwy po umyciu, pokrojono na plasterki o grubości 1 mm, wypłukano w zimnej wodzie i po osuszeniu na bibule smaźono w oleju palmowym o trzech temperaturach: 150, 165 i 180°C. Smaźenie prowadzono w 30 minutowych cyklach przez 8 godzin dziennie w ciągu pięciu kolejnych dni. Łączny czas ogrzewania oleju wynosił 40 godzin. W chipsach smaźonych w oleju świeżym i o różnym stopniu degradacji (po 8, 16, 24, 32 i 40 h) oznaczano: wilgotność - metodą suszarkową, zawartość tłuszczu - metodą ekstrakcyjną Soxhleta, konsystencję - metodą obiektywną przy użyciu aparatu Instron 5544, barwę - metodą obiektywną przy użyciu spektrofotometru Minolta typ CM-5 oraz przeprowadzono ocenę organoleptyczną: barwy, smaku, zapachu i konsystencji. Wraz z obniżaniem temperatury smażenia, niezależnie od stopnia degradacji oleju smaźalniczego, chipsy chłoneły większe ilości tłuszczu. Największą twardością charakteryzowały się chipsy smaźone w oleju o temperaturze 165°C odznaczające się najkorzystniejszą konsystencją. Najciemniejszą barwą charakteryzowały się chipsy smaźone w najwyższej temperaturze (180°C). Smaźenie w tej temperaturze wpłynęło na pogorszenie smaku i zapachu chipsów smaźonych w kolejnych godzinach doświadczenia. Optymalnymi cechami sensorycznymi charakteryzowały się chipsy smaźone w oleju o temperaturze 165°C.

**Słowa kluczowe:** barwa, chipsy ziemniaczane, konsystencja, stopień degradacji oleju, temperatura smażenia, zawartość tłuszczu

The aim of the study was to evaluate the effect of frying temperature and degree of oil degradation on the quality of potato chips. Potato tubers of cv. Lady Rosetta were the material used for the research. After washing, potato tubers were cut into 1.0 mm thick slices, washed in cold water and, after drying

---

\* Praca naukowa współfinansowana ze środków NCN w ramach projektu badawczego nr 2012/05/N/NZ9/01508

(paper towels), fried in palm oil at three temperatures: 150, 165 and 180°C. Frying was conducted in 30 minutes cycles for eight hours per day. Total oil heating time was 40 hours. In potato chips fried in fresh and degraded oil (after 8, 16, 24, 32 and 40 h) the following parameters were determined: moisture content — by gravimetric method, fat content — by a Soxhlet extraction method, texture — by an objective method using Instron 5544 apparatus, colour — by an objective method using Minolta spectrophotometer type CM-5 and organoleptic assessment involving: colour, flavour, odor and texture. With decreasing frying temperature, regardless of the degree of frying oil degradation, the chips absorbed higher amount of fat. Potato chips fried in oil at temperature of 165°C exhibited the hardest consistency. The darkest colour characterized chips fried in oil at highest temperature (180°C). Frying at this temperature resulted in the deterioration of flavour and odor of chips fried in oil in the subsequent hours of frying. The chips fried at 165°C were of optimal sensory qualities.

**Key words:** colour, degree of oil degradation, fat content, frying temperature, potato chips, texture

## WSTĘP

Chipsy ziemniaczane należą do popularnych smażonych przekąsek ziemniaczanych charakteryzujących się chrupką konsystencją oraz specyficznym smakiem i zapachem. Otrzymywane są z cienkich plasterków ziemniaka (o grubości od 1 do 2 mm) smażonych w tłuszczu lub oleju do odpowiednio niskiej wilgotności (poniżej 2%) (Smith, 1987). Ich jakość uzależniona jest zarówno od czynników surowcowych jak i technologicznych związanych w dużej mierze z przebiegiem procesu smażenia. Do wyróżników jakościowych chipsów należą: zawartość tłuszczu, konsystencja, barwa oraz smak i zapach. Prawidłowo usmażone chipsy charakteryzują się wysoką zawartością tłuszczu (33–39%) (Lusas i Rooney, 2002). Chipsy o niższej zawartości tłuszczu otrzymywane są w wyniku modyfikacji technologii, między innymi poprzez zwiększenie grubości plasterków ziemniaka lub wprowadzenie procesu odtłuszczania (polegającego na usuwaniu części tłuszczu znajdującego się na powierzchni chipsów opuszczających smaźalnik). Z kolei chipsy o wyższej zawartości tłuszczu otrzymywane są z surowca o zbyt niskiej zawartości suchej masy lub gdy smażenie przebiega w zbyt niskiej temperaturze (Lisińska i Leszczyński, 1989). Innym czynnikiem wpływającym na absorpcję tłuszczu może być rodzaj oraz stopień degradacji medium smaźalniczego (Banks i Lusas, 2002).

Ilość zaadsorbowanego tłuszczu podczas smażenia wpływa na pozostałe wyróżniki jakościowe chipsów. Konsystencja chipsów powinna być chrupka i delikatna, bez wyczuwalnej twardości (Choe i Min, 2007). Chipsy, które wchłoną zbyt dużo tłuszczu (powyżej 40%) cechują się mazistą i oleistą konsystencją, natomiast są zbyt mało twarde i mało chrupkie (Kita, 2006).

Kolejnym wyróżnikiem jakościowym chipsów jest barwa, która zaraz po usmażeniu powinna być jasna, od białej do żółtej (w zależności od naturalnej barwy mięszu bulw), bez przebarwień i ciemnych plam. Barwa chipsów uzależniona jest przede wszystkim od zawartości cukrów redukujących w surowcu, których ilość nie powinna przekraczać 0,1% (Lisińska i Leszczyński, 1989). Innym czynnikiem kształtującym barwę może być rodzaj oraz jakość (stopień degradacji) tłuszczu smaźalniczego. Produkty przemian termooksydacyjnych tłuszczu wpływają na pociemnienie barwy medium smaźalniczego, a przez to i smażonych produktów.

Smak i zapach chipsów związany jest z cechami obu surowców — ziemniaka i tłuszczu smaźalniczego, i powinien być ziemniaczano-olejowy (Kita, 2012). W zależności od rodzaju tłuszczu chipsy charakteryzują się nieco odmiennym smakiem, który jednakże powinien charakteryzować się cechami świeżego tłuszczu. Produkty degradacji, a zwłaszcza reakcji utleniania, znacząco wpływają na zmianę tych wyróżników jakościowych (Saguy i Dana, 2003). Stąd też jako media smaźalnicze często stosowane są tłuszcze o zwiększonej stabilności oksydatywnej i odporności na degradację, a przy tym o neutralnych cechach sensorycznych, które nie mają bezpośredniego wpływu na cechy produktu. Do takich tłuszczów można zaliczyć olej palmowy i jego frakcje, zwłaszcza oleinowe.

Celem pracy było określenie wpływu temperatury smażenia i stopnia degradacji medium smaźalniczego na jakość otrzymanych chipsów ziemniaczanych.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiałem użytym do badań były ziemniaki odmiany Lady Rosetta (typowej do produkcji chipsów). Z ziemniaków pokrojonych na plasterki sporządzono chipsy ziemniaczane, które smażono w rafinowanym oleju palmowym o trzech różnych temperaturach. Zarówno ziemniaki, jak i olej zostały pobrane bezpośrednio z zakładu produkującego chipsy ziemniaczane.

Bulwy ziemniaków po umyciu pokrojono na plasterki o grubości 1 mm przy użyciu szatkownicy do warzyw (Robot Coupe, typ CL50 E). Plasterki po opłukaniu w zimnej wodzie i osuszeniu na bibule, smażono w oleju palmowym podgrzonym do temperatury 150, 165 i 180°C. Smażenie prowadzono w smaźalnikach o pojemności 4 dm<sup>3</sup> (Beckers, Włochy) stosując wsad smaźalniczy w ilości około 100 g plasterków. Chipsy smażono w 30 minutowych cyklach (ok. 4 minuty — smażenie, 26 minut — ogrzewanie oleju) przez 8 godzin dziennie w ciągu kolejnych pięciu dni. Czas smażenia dla każdego wariantu temperaturowego wyznaczono eksperymentalnie, tak aby uzyskać chipsy o wilgotności do 2% (PN-A-74780). Chipsy smażone w oleju świeżym oraz o różnym stopniu degradacji (po 8, 16, 24, 32 i 40 h), po ostudzeniu pakowano w opakowania z folii metalizowanej i przechowywano w temperaturze pokojowej do dalszych analiz. Doświadczenie smaźalnicze przeprowadzono w dwóch powtórzeniach technologicznych, a prezentowane wyniki są średnimi z powtórzeń.

W otrzymanych chipsach oznaczano: wilgotność — metodą suszarkową (AOAC) i zawartość tłuszczu — metodą ekstrakcyjną Soxhleta (AOCS). Oznaczenie konsystencji wykonano przy użyciu aparatu Instron 5544 (USA) współpracującego z komputerem z oprogramowaniem Merlin. Mierzono maksymalną siłę ( $F_{\max}N$ ) potrzebną do przełamania chipsa. W teście zastosowano przystawkę prostokątną „share blade” o grubości 3 mm, która przesuwała się z prędkością 250 mm/min. Dla każdej próby chipsów wykonano 20 powtórzeń (Kita i in., 2007). Analizę barwy przeprowadzono metodą obiektywną przy użyciu spektrofotometru Minolta typ CM-5, wyskalowanego wg skali barwnej Huntera, w której do opisu barwy produktu operuje się parametrami „L”, „a” i „b”. Parametr „L”

opisuje jasność barwy, „a” przedstawia udział barwy czerwonej lub zielonej, natomiast „b” – udział barwy żółtej lub niebieskiej (Frydecka-Mazurczyk i Zgórska, 2002).

Różnicę barwy ( $\Delta E$ ) obliczono według wzoru:

$$\Delta E = \sqrt{(L_0 - L_n)^2 + (a_0 - a_n)^2 + (b_0 - b_n)^2},$$

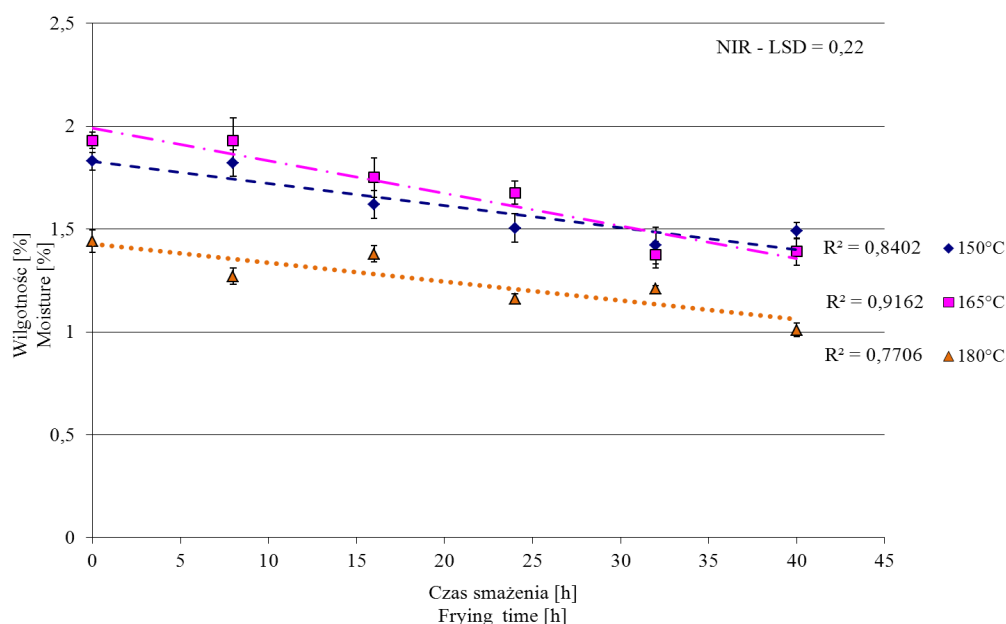
gdzie  $L_0, a_0, b_0$  — parametry oleju świeżego,  $L_n, a_n, b_n$  — parametry oleju po „n” godzinach smażenia.

Chipsy poddano również ocenie organoleptycznej oceniając barwę, smak, zapach i konsystencję wg 5-punktowej skali ocen (1 — ocena najgorsza, 5 — ocena najwyższa) (PN-A-74780). Oceny sensorycznej dokonał 10 osobowy zespół studentów Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, spełniający wymogi formalne.

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu Statistica 10.0, Do wyznaczenia najmniejszych istotnych różnic zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ .

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunku 1 zamieszczono wyniki pomiaru wilgotności chipsów ziemniaczanych otrzymanych w kolejnych godzinach smażenia w oleju palmowym o temperaturach 150, 165 i 180°C.

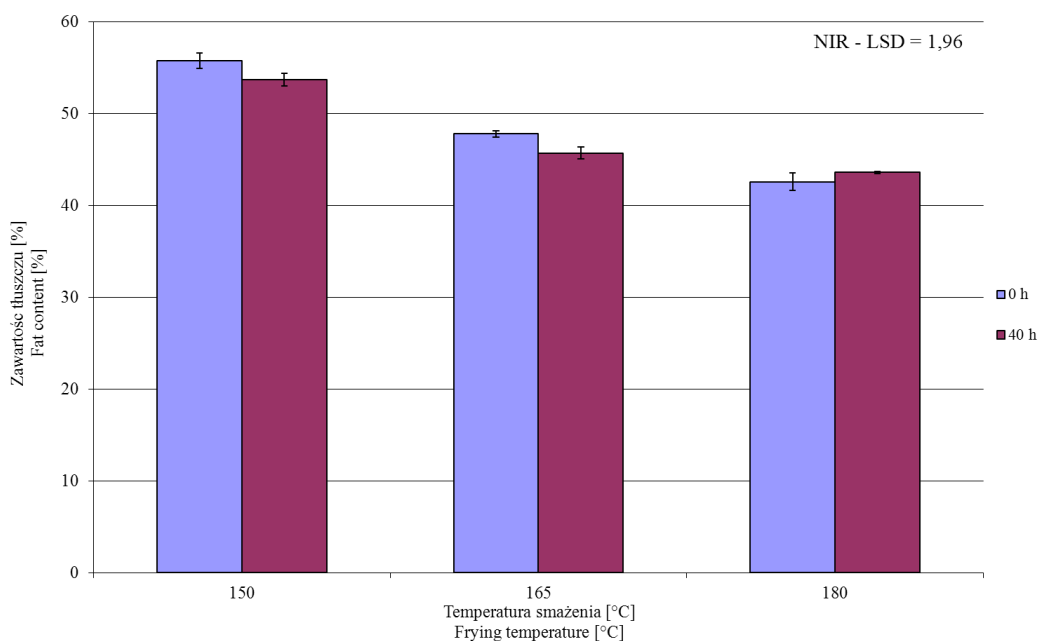


**Rys. 1. Wilgotność (%) chipsów ziemniaczanych smażonych w oleju palmowym o różnym stopniu degradacji w zależności od temperatury smażenia**

**Fig. 1. Moisture (%) of potato chips fried in palm oil with different degree of degradation depending on the temperature of frying**

Niska wilgotność chipsów ziemniaczanych wpływa na ich jakość oraz walory organoleptyczne. Chipsy cechowały się zawartością wody poniżej 2% w każdym wariantcie smaźalniczym, przy czym wilgotność chipsów skorelowana była z temperaturą smażenia oraz stopniem degradacji medium smaźalniczego. Najmniejszą zawartością wody charakteryzowały się chipsy smażone w oleju palmowym ogrzewanym do 180°C (od 1,44% — olej świeży (0h) do 1,01% — olej zdegradowany (40 h). Podobne wyniki uzyskała Kita (2006) otrzymując chipsy o niższej wilgotności podczas smażenia w olejach zdegradowanych. Większa dehydratacja podczas smażenia w olejach zdegradowanych związana jest z obecnością związków polarnych zwiększających tempo wymiany ciepła i masy, a co za tym idzie szybsze odparowanie wody.

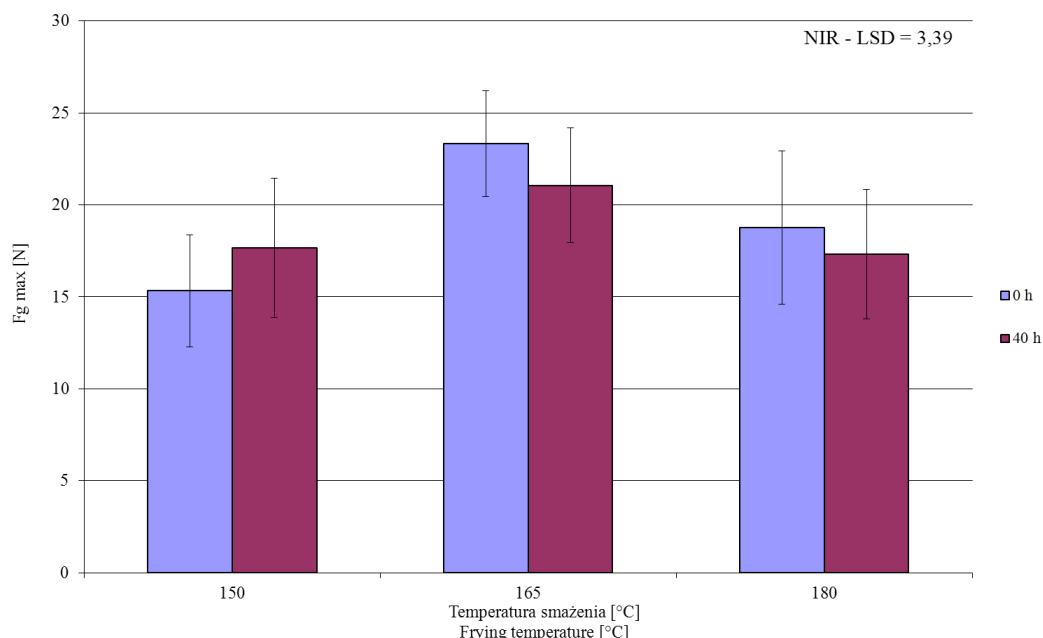
Kolejnym wyróżnikiem jakości chipsów ziemniaczanych jest zawartość tłuszczu. Otrzymane chipsy charakteryzowały się stosunkowo wysoką zawartością tego składnika (powyżej 40%) (rys. 2). Istotnie wyższą zawartością tłuszczu charakteryzowały się chipsy smażone w najniższej temperaturze (150°C) — średnio 53,8%. Podobną ilość tłuszczu wchłaniały natomiast chipsy smażone w oleju o temperaturze 165 i 180°C (odpowiednio 44,8% i 43,9%). Podobne zależności stwierdzili Kita i in. (2007) w innym doświadczeniu, w którym chipsy smażono w różnych olejach o temperaturze 150, 170 i 190°C. Autorzy wykazali, że zawartość tłuszczu w chipsach zmniejszała się wraz z podnoszeniem temperatury smażenia niezależnie od rodzaju medium smaźalniczego. Najmniejszą zawartością cechowały się chipsy smażone w olejach o temperaturze 190°C.



**Rys. 2. Zawartość tłuszczu (%) w chipsach ziemniaczanych smażonych w świeżym (0 h) i zdegradowanym(40 h) oleju palmowym**

**Fig. 2. Fat content (%) of potato chips fried in fresh (0 h) and degraded (40 h) palm oil**

Istotnym wyróżnikiem jakościowym chipsów jest ich charakterystyczna chrupka konsystencja. W przeprowadzonym doświadczeniu chipsy smażone w oleju świeżym o temperaturze 150°C charakteryzowały się najmniej twardą konsystencją (15,3 N), natomiast o temperaturze 165°C — najtwardszą (23,3 N) (rys. 3).



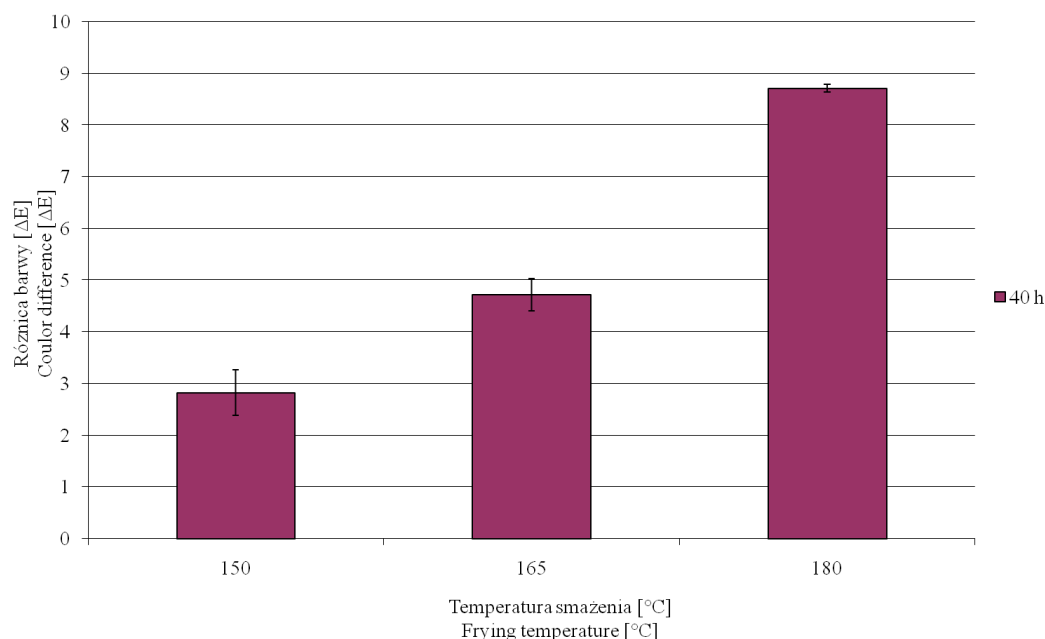
**Rys. 3. Konsystencja [N] chipsów ziemniaczanych smażonych w świeżym (0 h) i zdegradowanym (40 h) oleju palmowym**

**Fig. 3. Texture [N] of potato chips fried in fresh (0 h) and degraded (40 h) palm oil**

Podobne zależności obserwowano porównując twardość chipsów smażonych w olejach zdegradowanych. W badaniach Kity (2006) do przecięcia chipsów smażonych w świeżym oleju palmowym o temperaturze 185°C wymagana była siła 19,1 N, natomiast w oleju zdegradowanym (po 40 h cyklicznych smażeń) — 28,9 N. W innym doświadczeniu, w którym chipsy smażono w świeżym oleju palmowym o temperaturze 155°C oraz 175°C, Kita i Figiel (2009) nie stwierdzili istotnych różnic twardości otrzymanych chipsów (odpowiednio 19,0 N oraz 20,5 N). Z kolei w badaniach, w których porównywano wpływ rodzaju oleju i temperatury smażenia (150, 170 i 190°C) na kształtowanie konsystencji chipsów ziemniaczanych wykazano, że twardość chipsów zmniejszała się wraz ze zwiększaniem temperatury smażenia. Najbardziej twardą konsystencją, niezależnie od rodzaju oleju, charakteryzowały się chipsy smażone w olejach o temperaturze 150°C. Poszukując zależności pomiędzy składem kwasów tłuszczowych medium smaźalniczego, a twardością chipsów, Kita i in. (2007) wykazali, że w największym stopniu wyróżnik ten skorelowany był z zawartością kwasu oleinowego w medium smaźalniczym. Z kolei Pedreschi i Moyano (2005), porównując konsystencję chipsów otrzymanych z plasterków

blanszowanych smażonych w temperaturze 120, 150 i 180°C stwierdzili, że chipsy smażone w oleju o niższej temperaturze charakteryzowały się większą chrupkością.

Chipsy ziemniaczane powinny cechować się złocistożółtą barwą. Chipsy smażone w olejach świeżych, niezależnie od temperatury smażenia, charakteryzowały się odpowiednią barwą (średnia  $\pm$  odchylenie standardowe:  $L = 53,73 \pm 1,38$ ,  $a = 7,48 \pm 1,80$ ,  $b = 33,97 \pm 2,43$ ), która ulegała pociemnieniu wraz z przedłużaniem czasu smażenia. Zmiany barwy chipsów jako  $\Delta E$  przedstawiono na rysunku 4.



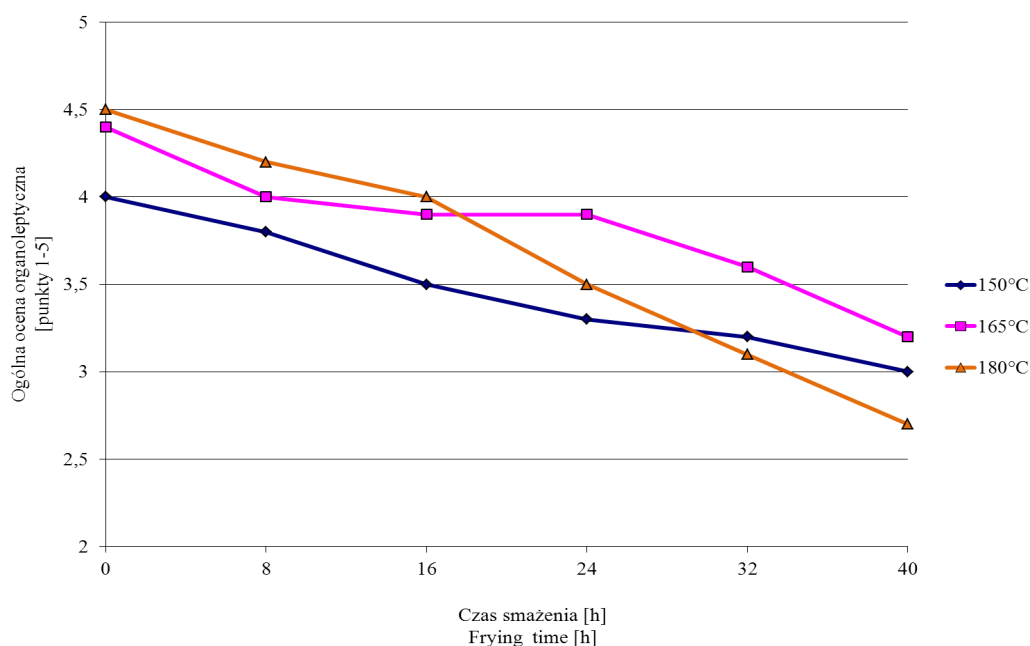
**Rys. 4. Różnica barwy [ΔE] chipsów ziemniaczanych smażonych w zdegradowanym (40 h) oleju palmowym**

**Fig. 4. Colour difference [ΔE] of potato chips fried in degraded (40 h) palm oil**

Największe różnice barwy zaobserwowano w chipsach smażonych w oleju palmowym o temperaturze 180°C, dla których  $\Delta E$  po 40 h wynosiła 8,71. Znacznie stabilniejszą barwą charakteryzowały się chipsy smażone w niższych temperaturach, dla których  $\Delta E$  wynosiła 4,74 (165°C) i 2,82 (150°C). Temperatura smażenia bezpośrednio wpływa na tempo reakcji barwnych Maillarda. Wraz z jej podnoszeniem zwiększa się ilość powstających związków barwnych, które bezpośrednio kształtują barwę smażonych produktów. Również przemiany zachodzące w tłuszczu, prowadzące do jego pociemnienia, odgrywają istotną rolę w kształtowaniu barwy finalnego produktu (Leszczyński, 2012).

Temperatura smażenia oraz stopień degradacji oleju wpływały na cechy sensoryczne uzyskanych chipsów. Wyniki ogólnej oceny organoleptycznej chipsów zestawiono na rysunku 5. Chipsy smażone w świeżych olejach charakteryzowały się odpowiednimi cechami sensorycznymi, które ulegały stopniowemu pogorszeniu wraz z wydłużaniem

czasu używania tłuszczu. Niekorzystnym zmianom ulegała nie tylko barwa, ale również smak i zapach, przy czym tempo zmian uzależnione było od temperatury smażenia.



**Rys. 5. Ocena organoleptyczna (punkty 1-5) chipsów ziemniaczanych smażonych w oleju palmowym o różnym stopniu degradacji w zależności od temperatury smażenia**

**Fig. 5. Organoleptic assessment (points 1-5) of chips fried in palm oil with different degree of degradation depending on the temperature of frying**

Spśród chipsów smażonych w zdegradowanych olejach (po 40 h), najlepszymi cechami charakteryzowały się chipsy smażone w temperaturze 165°C (3,2 pkt), natomiast najgorszymi w temperaturze najwyższej 180°C (2,7 pkt). Pogorszenie jakości chipsów w niniejszych badaniach w dużej mierze związane było prawdopodobnie z niekorzystnymi zmianami smaku i zapachu wywołanymi przemianami oksydacyjnymi i hydrolitycznymi tłuszczu smażalniczego. Podczas smażenia, w wyniku rozrywania łańcuchów kwasów tłuszczowych dochodzi do powstawania m.in. krótkołańcuchowych aldehydów, ketonów, alkoholi, a na skutek hydrolizy triacylogliceroli — wolnych kwasów tłuszczowych, które wpływają negatywnie na aromat medium smażalniczego jak i smażonych produktów. Obok produktów Maillarda, na smak i zapach produktów smażonych z ziemniaka, wpływają również produkty degradacji lipidów, cukrów oraz wiele lotnych związków smakowo-zapachowych ziemniaka, który posiada bardzo złożoną matrycę (Kita i in., 2009). Produkty smażone w zdegradowanych olejach zwykle charakteryzują się nieprzyjemnym aromatem zjełczałego tłuszczu (Kmieciak i Korczak, 2010; Palmer i in., 1999). Pomimo obserwowanych zmian właściwości uzyskanych chipsów, w większości wariantów ich jakość była akceptowalna (powyżej 3 pkt), co związane jest z dobrą



stabilnością termooksydacyjną oleju palmowego. Winnym doświadczeniu Che Man i in. (1999), podczas smażenia chipsów w różnych olejach, stwierdzili że istotnie gorszymi cechami charakteryzowały się produkty smażone w oleju sojowym oraz jego mieszaninach z olejem palmowym, w porównaniu z czystym olejem palmowym.

#### WNIOSKI

1. Wraz z obniżaniem temperatury smażenia, niezależnie od stopnia degradacji oleju smaźalniczego, chipsy chłoneły większe ilości tłuszczu.
2. Największą twardością charakteryzowały się chipsy smażone w oleju o temperaturze 165°C odznaczające się najkorzystniejszą konsystencją.
3. Najciemniejszą barwą charakteryzowały się chipsy smażone w najwyższej temperaturze (180°C). Smażenie w tej temperaturze wpłynęło również na pogorszenie smaku i zapachu chipsów smażonych w oleju zdegradowanym (32 i 40 h).
4. Optymalnymi właściwościami charakteryzowały się chipsy smażone w oleju palmowym o temperaturze 165°C.

#### LITERATURA

- AOAC 1995. Official methods of analytical chemist (5<sup>th</sup> Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist.
- AOCS 1989. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society, 6<sup>th</sup> Edition, 2<sup>nd</sup> Printing.
- Banks D. E., Lusas E. W. 2002. Snack Food Processing. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington.
- Leszczyński W. 2012. Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych. Biul. IHAR 266: 5 — 20.
- Che Man Y. B., Liu J. L., Jamilah B., Abdul Rahman R. 1999. Changes of refined bleached-deodorized palm olein, soybean oil and their blends during deep-fat frying. *J. Food Lipids*, 6: 181 — 193.
- Choe E., Min D. B. 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *J. Food Sci.* 72 (5): 77 — 86.
- Frydecka-Mazureczyk A., Zgórska K. 2002. Instrumentalna metoda oceny barwy produktów smażonych z ziemniaka. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.* 489: 383 — 390.
- Kita A. 2006. Wpływ wybranych parametrów technologicznych na jakość smażonych produktów przekąskowych. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rozprawy: 537: 1 — 65.
- 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 — 5.
- Kita A., Figiel A. 2009. Effect of thermal treatment parameters on selected properties of potato chips, *Acta Agrophysica* 14 (3): 609 — 617.
- Kita A., Lisińska G., Tajner-Czopek A., Pęksa A., Rytel E. 2009. The properties of potato snacks influenced by frying medium. *Food, Potato IV*, 3 Special Issue 2: 93 — 98.
- Kita A. 2012. Uwarunkowania jakości spożywczych przetworów smażonych. W: *Produkcja i rynek ziemniaka*, Chotkowski (red.). Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa: 334 — 340.
- Kmieciak D., Korczak J. 2010. Tłuszcze smaźalnicze — jakość, degradacja termiczna i ochrona, *Nauka Przyroda Technologie* 4 (2): 1 — 11.
- Lisińska G., Leszczyński W. 1989. *Potato science and technology*. Elsevier Applied Science, London-New York.
- Lusas E. W., Rooney L. W. 2002. *Snack Food Processing*. CRC Press Boca Raton, London, New York, Washington.

- Palmer M., Salisbury P., Tran V. H., White K., Xu X-Q. 1999. Chemical and physical analyses and sensory evaluation of six deep-frying oils. *JAACS*, 76 (9): 1091 — 1099.
- Pedreschi F., Moyano P. 2005. Oil uptake and texture development in fried potato slices. *J. Food Eng.* 70: 557 — 563.
- Polska Norma PN-A-74780. Przetwory ziemniaczane. Smażone przekąski ziemniaczane.
- Saguy I. S., Dana D. 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *J. Food Eng.* 56: 143 — 152.
- Smith O. 1987. *Potato Processing* 4<sup>th</sup> ed. AVI Van Nostrand Reinhold Company, New York.