

WACŁAW MOZOLEWSKI**ANNA GAŃTARSKA****TOMASZ ŁAZICKI**Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Wpływ metod restytucji mrożonych frytek ziemniaczanych na profilowanie ich aromatu

The influence of heat treatment methods on French fries aroma profiling

Celem badań było określenie wpływu metod restytucji mrożonych frytek ziemniaczanych na ich profile zapachowe. Handlowe frytki mrożone firmy Aviko i McCain o kształcie prostym i karbowanym przygotowano do spożycia przy użyciu piekarnika, kuchni mikrofalowej oraz poprzez smażenie we frytownicy. W badaniach dokonano profilowania ich aromatu. Określenia profili zapachowych frytek wg PN-ISO 6564 dokonał przeszkolony i wytrenowany 6 osobowy zespół. Oceny natężenia aromatu poszczególnych deskryptorów dokonano z zastosowaniem 100 milimetrowej niestrukturowanej skali graficznej. Wyniki oceny natężenia cech zapachowych poddano obliczeniom statystycznym stosując metodę analizy wariancji. Technika restytucji w piekarniku i kuchence mikrofalowej ukształtowała we frytkach charakterystyczny zapach o profilu pieczonego ziemniaka i był on istotnie wyższy ($\alpha = 0,01$) niż we frytkach smażonych we frytownicy. We frytkach smażonych we frytownicy dominowały profile zapachowe: ziemniaczany i smażonego ziemniaka. We frytkach przygotowanych do spożycia przy użyciu piekarnika i kuchni mikrofalowej, natężenia negatywnych profili takich, jak: spalony, obcy, gnilny czy fermentacyjny były istotnie wyższe ($\alpha = 0,01$) niż we frytkach smażonych we frytownicy. W środowisku oleju nagrzanego do temperatury 180°C parująca gwałtownie woda porywa ze sobą skuteczniej cząsteczki lotnych związków, niż krążące w piekarniku i kuchence gorące powietrze. Ponadto przy ogrzewaniu gorącym powietrzem nie zawsze starcza czasu na uwolnienie wszystkich składników sensorycznie aktywnych

Słowa kluczowe: frytki, analiza sensoryczna, profile zapachowe, metody restytucji

Straight cut and crinkle cut frozen French fries produced by Aviko and McCain were prepared for consumption using an electric oven, a microwave oven and a deep fryer. Their aroma was profiled in the study. The sensory evaluation was performed according to PN-ISO 6564 by a well-trained professional panel of 6 experts. The intensity of particular aroma descriptors was evaluated by the use of a 100 millimeter non-structural graphic scale. The results were subjected to statistic calculation using the method of variance analysis. The heat treatment methods using an electric oven and a microwave oven produced French fries with a characteristic aroma of roasted potato and it was significantly higher ($\alpha = 0,01$) than in French fries prepared in a deep fryer. The predominant aroma profiles of French fries prepared in a deep fryer were those of potato and fried potato. In French fries prepared for consumption using electric and microwave ovens the intensity of negative aroma profiles such as: burnt, unfamiliar, putrid or fermentative were significantly higher ($\alpha = 0.01$) than in those prepared in a deep fryer. In the

environment of oil heated to the temperature of 180°C water evaporating rapidly carries away the volatile particles of negative compounds more effectively than the hot air circulating in an electric and microwave oven. Furthermore, during hot air treatment there is sometimes not enough time to release all sensorically active components.

Key words: French fries, sensory evaluation, smell profile, heat treatment

WSTĘP

Ziemniaki są jednym z warzyw najbardziej popularnych nie tylko w Polsce, ale i na świecie. Mogą być one przygotowywane na wiele sposobów m.in. jako gotowane, pieczone, smażone, smażone w głębokim tłuszczu, mikrofalowane, co pozwala na urozmaicenie potraw z tego surowca (Nowacki, 2010). Zmiana stylu życia Polaków przejawia się m.in. w zmianie struktury spożycia ziemniaka i jego przetworów (Andrzejewska, 2012). Konsumenci coraz częściej sięgają po gotowe mrożone wyroby lub półprodukty, nie tylko w punktach żywienia, lecz również w gospodarstwie domowym.

Paski ziemniaka smażone w gorącym oleju, zwane frytkami, są popularną żywnością o charakterystycznym przyjemnym smaku i aromacie (Lisińska i Leszczyński, 1989). Taka forma potraw ułatwia i skraca czas przygotowania posiłków i pozwala również na stosowanie różnorodnych technik kulinarnych. Techniki te powodują zarówno pozytywne, jak i negatywne przemiany w wysokich temperaturach obróbki (Dobarganes i Marquez-Ruiz, 2007; Tabee i in., 2008).

W przeciwieństwie do dojrzałych, świeżych owoców ziemniaki nie wydzielają aromatycznych lotnych składników, natomiast obserwuje się to zjawisko po pokrojeniu lub obróbce termicznej bulw (Jansky, 2010). Oceniając aromat świeżych frytek ziemniaczanych Wagner i Grosch (1997) zidentyfikowali przy użyciu metody headspace 48 związków aromatycznych. Wraz z rozwojem nowych technik analitycznych wykrywane i opisywane są nowe związki aromatyczne ziemniaka poddanego obróbce termicznej, głównie frytek (Oruna-Concha, 2002; Van Loon, 2005; Van Loon i in., 2005; Belitz i in., 2009; Dresow i Böhm, 2009; Elmore i in., 2010).

Producenci wychodząc na przeciw konsumentom proponują również przygotowywanie ich w kuchniach mikrofalowych lub piekarnikach, czy też piecach konwekcyjno-parowych. Użycie piekarnika, kuchni mikrofalowej czy frytownicy, ze względu na różne warunki restytucji, może tworzyć jakościowo i ilościowo odmienne związki aromatyczne, które mogą nadawać frytkom różne profile zapachowe.

Celem pracy było określenie wpływu metod restytucji mrożonych frytek ziemniaczanych na kształtowanie ich profili zapachowych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły mrożone frytki ziemniaczane, Firmy Aviko i McCain, o kształcie prostym i karbowane, zakupione w handlu detalicznym na terenie Olsztyna na przełomie roku 2010/2011. Opakowania jednostkowe były pobierane w sposób losowy, po 6 opakowań dla każdego asortymentu o masie 450–750 g. W laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności UWM w Olsztynie po dokonaniu oceny

organoleptycznej półproduktu mrożonego wg PN-A-82350:1996 zawartość opakowania łączono w próbę ogólną, z której wydzielano średnie próbki laboratoryjne. Zamrożony półprodukt poddawano, zgodnie z przepisem widniejącym na opakowaniu, obróbce termicznej następującymi metodami restytucji:

- we frytownicy — smażenie przeprowadzono w temp. 180°C przez 3± 0,5 min. w elektrycznej frytownicy firmy Philips, stosując olej sojowy,
- w piekarniku — pieczenie odbywało się w nagrzanym do temp. 225°C w piekarniku kuchenki elektrycznej Amica typ Exclusive przez 12 ± 1 min.
- w kuchence mikrofalowej — pieczenie prowadzono w kuchence mikrofalowej Samsung model RE 1100 w temp. 225°C z zastosowaniem mikrofal (420 W) i termoobiegu.

Restytucję każdej z prób prowadzono w dwóch powtórzeniach technologicznych. Wszystkie próbki osączało z nadmiaru tłuszczu na bibule filtracyjnej, następnie umieszczano w pojemniku GN ze stali kwasoodpornej ogrzewanym do temp. 70°C i po zakodowaniu poddawano ocenie.

Określenie deskryptorów, wybór próbek referencyjnych i trening (PN-ISO6564.1999)

W czasie pracy zespołu, każdy z oceniających sporządził listę określeń kojarzących się z produktem a trening z użyciem próbek referencyjnych prowadzono przez kolejnych 10 sesji, po których lider zespołu podczas dyskusji panelowej dokonał redukcji deskryptorów drogą eliminacji. Do przygotowania próbek referencyjnych z użyciem bulw użyto ziemniaka odmiany Lotos pochodzącego z SHR w Szylaku.

Poniżej przedstawiono sposób przygotowania próbek referencyjnych profili, które występowały w ocenie badanych frytek:

- gotowanego ziemniaka — gotowany w wodzie bez dodatku soli, podawany w całości,
- smażonego ziemniaka-plastry o grubości 1 cm smażone w świeżym oleju; rzepakowym w temp. 180°C przez 10 min., osączone z nadmiaru tłuszczu,
- pieczonego ziemniaka — obrany, owinięty w folię aluminiową, pieczony w piekarniku w temp. 225°C przez 40 min.,
- tłuszczowy — plastry ziemniaka grubości 1 cm smażone w świeżym oleju; sojowym w temp. 170°C przez 10 min., osączone z nadmiaru tłuszczu,
- orzechowo-ziemniaczany — handlowe snaki ziemniaczane o smaku orzechowym;
- ziemniaczany — plastry ugotowanego i ostudzonego ziemniaka z dodatkiem tłuszczu duszone na patelni o temp około 100°C,
- jełki-plastry ziemniaka smażone w przeterminowanym oleju sojowym
- spalony-umieszczony na pręcie metalowym tłuszcz ogrzany nad palnikiem gazowym do punktu dymienia,
- obcy-trudny do zidentyfikowania,
- zielony-gotowany ziemniak uprzednio poddany działaniu promieni słonecznych w temp. 20°C przez około 50 godz.,
- nuty owocowej — handlowe chrupki kukurydziane o smaku owocowym,
- gnilny-skaleczony, zawilgocony ziemniak poddany procesowi gnicia w temp. 20°C;

— fermentacyjny-handlowe pierogi ruskie.

Oceny profili zapachowych dokonywano użyciem 100 milimetrowej niestrukturowanej skali graficznej w specjalistycznej pracowni analizy sensorycznej będącej w dyspozycji Katedry. Określenia profili smakowych frytek dokonał 6 osobowy zespół spełniający wymogi formalne, zgodnie z metodyką zawartą w PN-ISO 6564.1999.

Wyniki badań poddano obliczeniom statystycznym, stosując jednoczynnikową analizę wariancji. Do zróżnicowania średnich obiektowych poszczególnych czynników zastosowano Test F- Senedecora, oznaczając istotność różnic przy poziomach istotności $\alpha = 0,01$ i $\alpha = 0,05$. W tabelach zamieszczono wyniki średnie oraz ich zróżnicowanie. Liczebność prób dla każdej techniki $n = 48$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza wykazała, że technika przygotowania frytek wpływała różnicująco na natężenie ich pozytywnych profili zapachowych (tab. 1). Frytki przygotowane trzema technikami nie różniły się istotnie natężeniem profili zapachowych pozytywnych takich, jak: gotowanego ziemniaka, tłuszczowo ziemniaczanego i orzechowo-ziemniaczanego. Natężenie profilu smażonego ziemniaka było istotnie ($\alpha = 0,05$) wyższe we frytkach smażonych we frytownicy (4,17 pkt.) w porównaniu do produktu pieczonego w kuchence mikrofalowej (2,21 pkt.) i piekarniku (2,02 pkt.).

Tabela 1

Pozytywne profile zapachowe frytek uzyskanych różnymi metodami restytucji
Positive aroma profiles of French fries prepared using **different heat treatment methods**

Technika przygotowania frytek Method of preparation	n	Profil zapachowy, natężenie (punkty 1–10) Aroma profile, intensity (points 1–10)					ziemniaczany potato
		gotowanego ziemniaka boiled potato	smażonego ziemniaka fried potato	pieczonego ziemniaka roasted potato	tłuszczowo-ziemniaczany fatty potato	orzechowo-ziemniaczany nutty potato	
W piekarniku Electric oven	48	1,15a	2,01b	3,28A	3,01a	3,20a	4,52B
W kuchni mikrofalowej Microwave oven	48	1,61a	2,21b	3,63A	3,40a	2,78a	5,09B
We frytownicy Deep fryer	48	0,93a	4,17a	2,32B	3,55a	3,86a	6,75A
NIR — LSD		0,68	1,31	0,95	0,54	1,12	1,57

Wartości oznaczone tymi samymi literami (A, B, C) nie różnią się istotnie na poziomie ($\alpha = 0,01$)

The values denoted with the same letters (A, B, C) do not significantly differ at the level of ($\alpha = 0.01$)

Wartości oznaczone tymi samymi literami (a, b, c) nie różnią się istotnie na poziomie ($\alpha = 0,05$)

The values denoted with the same letters (a, b, c) do not significantly differ at the level of ($\alpha = 0.05$)

NIR — najmniejsza istotna różnica; LSD — least significant difference

Na wyższe natężenie profilu smażonego ziemniaka we frytkach smażonych we frytownicy miał prawdopodobnie użyty w badaniach tłuszcz. Zawartość tłuszczu w półprodukcie nie przekracza zwykle wartości 4,0–7,0% (PN-A-82201), jednak podczas

smażenia we frytownicy jego ilość w produkcie wzrasta do wartości od 7 do 25%. (Machowska i in., 2003; Kita i Lisińska 2007; Kita i in., 2009; Mozolewski, 2009). Według Zalewskiego (1997) do właściwego zrumienienia frytek i uzyskania charakterystycznego aromatu potrzebne są związki karbonylowe, które gromadzą się w tłuszczu w czasie smażenia. Należy zatem sądzić, że użyty w badaniach olej sojowy dostarczał znacznie więcej substratów reakcji Maillarda, niż rodzimy tłuszcz z półproduktu (handlowe frytki) zawarty we frytkach pieczonych w piekarniku i kuchni mikrofalowej.

Natężenie profilu pieczonego ziemniaka było istotnie ($\alpha = 0,01$) wyższe we frytkach pieczonych w kuchence mikrofalowej (3,63 pkt.) i piekarniku (3,28 pkt.) niż we frytkach smażonych we frytownicy (2,32 pkt.). Za kluczowy składnik zapachu pieczonego ziemniaka uważane są związki pirazynowe, które są rezultatem interakcji amin z cukrami w temperaturze powyżej 100°C (Duckham i in., 2002; Ju i Ho, 2005; Shedid, 2010). Większe natężenie profilu pieczonego ziemniaka we frytkach restytuowanych w piekarniku i kuchni mikrofalowej z termoobiegami w niniejszych badaniach prawdopodobnie mogło być spowodowane gorącym powietrzem wywołującym wzrost temperatury powierzchni produktu do temperatury otoczenia (ok. 220°C). W warunkach tych następuje miejscowe odwodnienie produktu i tworzenie się charakterystyczne skórki. Według Becalski i in. (2003) reakcje Maillarda zachodzą szybciej w środowisku o mniejszej zawartości wody i wyższych temperaturach, powoduje to intensyfikację powstawania związków smakowo-zapachowych.

Potwierdzeniem tego może być istotnie ($\alpha = 0,05$) wyższe natężenie profilu spalonego frytek pieczonych w kuchence mikrofalowej (1,57 pkt.) i piekarniku (1,07 pkt.) w porównaniu do produktu smażonego we frytownicy (0,35 pkt.) (tab. 2). Natężenie negatywnych profili zapachowych obcego i gnilnego było istotnie ($\alpha = 0,01$) wyższe we frytkach restytuowanych w kuchence mikrofalowej i piekarniku, niż we frytkach smażonych we frytownicy. Według Jansky'ego (2010), składnikiem wpływającym na negatywne cechy gotowanego ziemniaka jest m.in. metylopyrazyna, która może pochodzić ze świeżego ziemniaka oraz bakterii glebowych — tworzy ona posmak określany jako ziemisty i stęchły (ang. earthy; musty).

Pieczenie frytek w piekarniku i kuchni mikrofalowej z termoobiegami powodowało, że natężenie zapachu fermentacyjnego było istotnie ($\alpha = 0,05$) wyższe niż we frytkach smażonych we frytownicy. Fakt ten można uzasadnić prawdopodobnie tym, że smażenie frytek we frytownicy pozwoliło na uwolnienie wraz z parą wodną niepożądanych zapachów. Wpływ mógł mieć też prawdopodobnie użyty tłuszcz, który odznaczał się przyjemnym i delikatnym aromatem i mógł powodować maskowanie tej cechy.

Gorące powietrze krążące w piekarniku i kuchence porywa ze sobą lotne cząsteczki związków negatywnych mniej efektywnie, niż parująca gwałtownie woda podczas procesu smażenia produktu we frytownicy (olej o temp. 180°C). Ponadto przy ogrzewaniu gorącym powietrzem nie zawsze starcza czasu na uwolnienie wszystkich składników sensorycznie aktywnych, co w większym stopniu mogłoby maskować negatywne posmaki.

Tabela 2

Negatywne profile zapachowe frytek uzyskanych różnymi metodami restytucji
Negative aroma profiles of French fries prepared using different heat treatment methods

Technika przygotowania frytek Method of preparation	n	Profil zapachowy, natężenie (punkty 1–10) Aroma profile, intensity (points 1–10)						
		jełki rancid	spalony burnt	obcy unfamiliar	zielony green	nutny owocowej fruity	gnilny putrid	fermentacyjny fermentative
W piekarniku Electric oven	48	1,19a	1,07a	2,96A	0,22a	0,81a	2,95A	1,93a
W kuchni mikrofalowej Microwave oven	48	1,16a	1,57a	3,05A	0,30a	0,88a	2,79A	1,54a
We frytownicy Deep fryer	48	0,34a	0,35b	0,46B	0,19a	0,73a	0,52B	0,42b
NIR — LSD		0,86	0,61	2,15	0,13	0,29	1,43	1,03

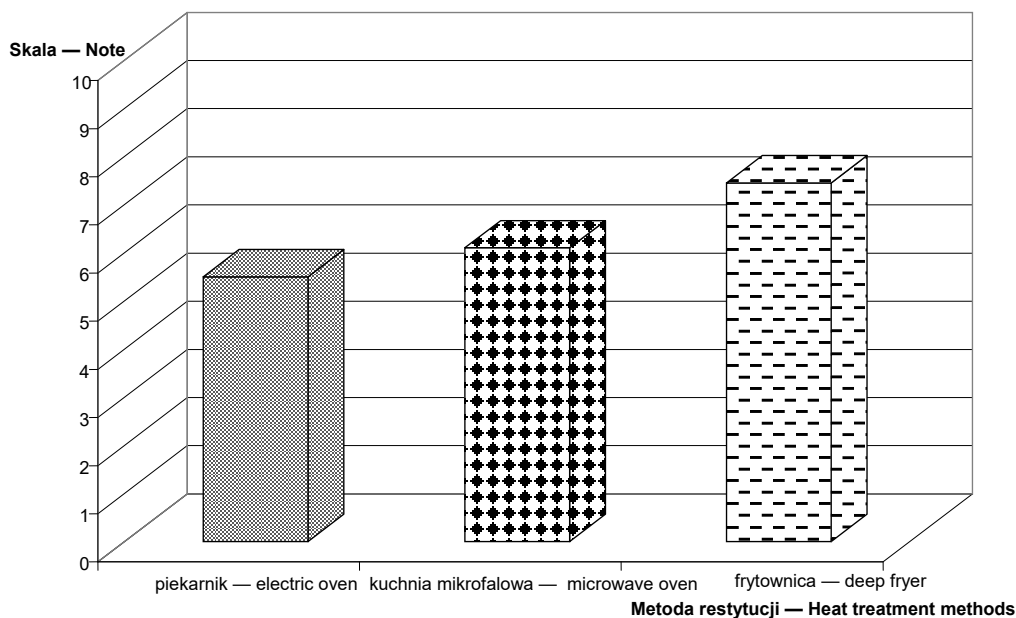
Wartości oznaczone tymi samymi literami (A, B, C) nie różnią się istotnie na poziomie ($\alpha = 0,01$)

The values denoted with the same letters (A, B, C) do not significantly differ at the level of ($\alpha = 0.01$)

Wartości oznaczone tymi samymi literami (a, b, c) nie różnią się istotnie na poziomie ($\alpha = 0,05$)

The values denoted with the same letters (a, b, c) do not significantly differ at the level of ($\alpha = 0.05$)

NIR —. najmniejsza istotna różnica; LSD — least significant difference



Rys. 1. Ogólne wrażenie sensoryczne frytek uzyskanych różnymi metodami restytucji (skala 1–10)
Fig. 1. Total sensory impression of French fries prepared using different heat treatment methods (scale 1–10)

W ocenie wrażenia ogólnego (rys. 1) frytki smażone we frytownicy uzyskały w dziesięciopunktowej skali najwyższą notę 7,45 punktu. Frytki pieczone w kuchni

mikrofalowej i piekarniku uzyskały odpowiednio noty 6,10 punktu i 5,50 punktu. Z przeprowadzonych badań zatem wynika, że mrożone frytki należałoby restytuować we frytownicy w celu uzyskania najbardziej atrakcyjnego sensorycznie wyrobu.

WNIOSKI

1. Restytucja frytek w piekarniku nadaje produktowi gotowemu do spożycia aromat ziemniaczany o profilu ziemniaka smażonego.
2. Metoda restytucji frytek we frytownicy niesie ze sobą pozytywny skutek zmniejszenia negatywnych profili zapachowych.
3. Frytki przygotowane w piekarniku i kuchni mikrofalowej uzyskiwały aromat o profilu ziemniaka pieczonego jednakże z nutą spalenizny.

LITERATURA

- Andrzejewska O. 2012. Fresh & Cool Market Nr 4 [<http://www.fcmarket.pl/spis/50/c-spis.html>].
- Becalski A., Lau B., Lewi D., Seaman S. W. 2003. Acryloamid in foods. Occurrence and modeling. *J Agric. Food Chem.* 51 (3): 802 — 808.
- Belitz H. D., Grosch W., Schieberle P. 2009. Aroma Compounds. In: *Food Chem.*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York: 340 — 402.
- Dobarganes M.C., Marquez-Ruiz G. 2007. Formation and analysis of oxidized monomeric, dimeric and higher oligomeric triglycerides, Erickson M. D. (Ed.) *Deep Frying, Chemistry, Nutrition, and Practical Applications*, AOCS Press, Urbana IL.:87 — 110.
- Dresow J. F., Böhm H. 2009. The influence of volatile compounds of the flavour of raw, boiled and baked potatoes: Impact of agricultural measures on the volatile components. *Landbauforschung* 59 (4) 309 — 338
- Duckham S. C., Dodson A. T., Bakker J., Ames J. M. 2001. Volatile flavour components of baked potato flesh: A comparison of eleven potato cultivars. *Nahrung/Food* 45: 317 — 323.
- Elmore J. S., Wooldgrove J. A., Wang D. K., Dodson A. T., Mottram D. S. 2010. Aroma compounds in French fries from three potato varieties. Expression of Multidisciplinary Flavour Science. *Proceeding of the 12th Weurman Symposium* Ed by Blank I., Wüst M., Yeretizian C. Switzerland: 305 — 308.
- Jansky S. H. 2010. Potato flavor. *Am. J. Pot. Res.* 87: 209 — 217.
- Ju T. H., Ho C. T. 1995. Volatile compounds generated from thermal reaction of methionine and methionine sulfoxide with or without glucose. *J. Agric. Food Chem.* 43: 1642 — 1646.
- Kita A., Lisińska G. 2007. Ocena składu chemicznego i jakości organoleptycznej mrożonych produktów ziemniaczanych pochodzących z sieci handlowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3 (52): 15 — 27.
- Kita A., Lisińska G., Tajner-Czopek A., Pęksa A., Rytel E. 2009. The properties of potato snacks influenced by the frying medium. In: Yee N., Bussel W. (Eds) *Potato IV. Food 3 (Special Issue 2)*: 93 — 98.
- Lisińska G., Leszczyński W. 1989. *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science, London.
- Machowska S., Skibniewska K. A., Mozolewski W., Smoczyński S. S. 2003. Wartość zdrowotna produktów typu „Fast-Food”. *Żywność*. 1 (34) Supl.: 115 — 126.
- Mozolewski W., Pomianowski J. F., Kopeć M. 2009. Metody restytucji warunkiem jakości frytek ziemniaczanych, *Inż. Ap. Chem.* 2: 106 — 107.
- Nowacki W. 2010. *Ziemniaki. Cenne warzywo w polskiej tradycji*. Wyd. Mulico, Warszawa.
- Oruna-Concha M. J., Bakker J., Ames J. M. 2002. Comparison of the volatile components of two cultivars of potato cooked by boiling, conventional baking and microwave baking. *J. Sci. Food Agric.* 82: 1080 — 1087.
- PN-A-82350:1996. Mrożone wyroby kulinarne-Pobieranie próbek i metody badań.

- PN-ISO 6564. 1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości.
- Shedid A.S. 2010. Volatile compounds from potato-Like Model system. *World J. Dairy & Food Sci.* 5 (2): 107 — 113.
- Tabee E., Azadmard-Damirchi S., Jägerstad M., Dutta P. C. 2008. Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. *J. Food Comp. and Anal.* 21, 2: 169 — 177.
- Van Loon W. A. M., Linssen J. P.H., Legger A., Posthumus M. A., Voragen A. G. J. 2005. Identification and olfactometry of French fries flavour extracted at mouth conditions. *Food Chem.* 90: 417 — 425.
- Van Loon W. A. M. 2005. Process innovation and quality aspects of French fries. Ph D thesis Wageningen University, The Netherlands. ISBN: 90-8504-210-0.
- Wagner R., Grosch W. 1997. Evaluation of potent Odorants of French fries. *Food Sci. Technol.* 30: 164 — 169.
- Zalewski S. 1997. Wykorzystanie tłuszczu w procesach kulinarnych. *Mat. Konf. Nauk. Żywnienie Człowieka-Hotelarstwo-Piekarstwo.*, Bydgoszcz 6–7 luty: 84 — 114.