

Agnieszka Kita, Ewa Górnicka, Aneta Wojdyło*, Wioletta Drożdż

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa

* Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż

Adres do korespondencji: agnieszka.kita@wnoz.up.wroc.pl

Wpływ dodatku wytlóków rzepakowych na właściwości smażonych chrupków ziemniaczanych

Effect of rapeseed expeller addition on selected properties of fried potato snacks

Słowa kluczowe: wytlóki rzepakowe, chrupki, polifenole, aktywność przeciwutleniająca

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wytlóków rzepakowych, użytych do wytworzenia peletów, na właściwości fizykochemiczne i organoleptyczne otrzymanych z nich chrupków. Materiałem użytym do badań były chrupki z dodatkiem 5, 10, 20 i 30% wytlóków rzepakowych. Próbę odniesienia stanowiły chrupki bez dodatku wytlóków. W chrupkach oznaczono: wilgotność, zawartość tłuszczu, stopień ekspansji, konsystencję, barwę oraz cechy organoleptyczne. W wyekstrahowanym tłuszczu oznaczono liczbę kwasową, nadtlenkową i anizydynową. Dodatkowo oznaczono zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniającą (metodą ABTS).

Stwierdzono, że dodatek wytlóków rzepakowych obniżał zawartość tłuszczu w gotowych chrupkach. Chrupki otrzymane z peletów z dodatkiem wytlóków rzepakowych charakteryzowały się ciemniejszą barwą, której intensywność wzrastała wraz ze zwiększaniem ilości wprowadzonych wytlóków. Dodatek wytlóków oddziaływał również na konsystencję, która stawała się twardsza. Wraz ze zwiększaniem ilości wprowadzonych wytlóków stopień ekspansji ulegał zmniejszeniu. Wprowadzenie wytlóków rzepakowych zwiększyło w chrupkach udział polifenoli, których zawartość zwiększała się wraz z ilością dodanych wytlóków. Z zawartością polifenoli w chrupkach skorelowana była aktywność przeciwutleniająca. Chrupki o dobrych właściwościach organoleptycznych uzyskano przy dodatku wytlóków rzepakowych do 10%.

Key words: rapeseed expeller, snacks, polyphenols, antioxidant activity

Abstract

The aim of the conducted investigations was determination of the effect of rapeseed expeller addition on fat content, texture, colour and sensory properties of fried potato snacks. The material used for investigation were potato snacks obtained from pellets with 0, 5, 10, 20 and 30% addition of rapeseed expeller and fried in a refined rapeseed oil. The following parameters were the subject of determination: moisture, fat content, expansion, texture, colour and sensory properties. In extracted fat acid, the peroxide and anisidine values were measured. Additionally polyphenols content as well as antioxidant activity – by ABTS method, of obtained snacks were measured.

The investigation proved that the addition of rapeseed expeller decreased fat content in final snacks. With increasing addition of rapeseed expeller the colour of snacks was darker, texture harder and expansion decreased. The addition of rapeseed expeller increased in snacks polyphenols content as well as antioxidant activity. Proper sensory qualities were exhibited by snacks with maximum 10% addition of rapeseed expeller.

Wstęp

Jedną z popularnych grup produktów przekąskowych stanowią chrupki, otrzymywane poprzez smażenie gotowych półproduktów zwanych peletami. Ich właściwości w dużej mierze uzależnione są od składu surowcowego. Wprowadzanie nowych składników ma na celu nie tylko uatrakcyjnienie cech finalnego produktu, ale również poprawę ich wartości odżywczej – najczęściej poprzez ograniczenie ilości tłuszczu oraz zwiększenie zawartości składników balastowych i związków aktywnych biologicznie.

Wytłoki rzepakowe powstają podczas procesu fizycznego tłoczenia nasion rzepaku w celu otrzymania oleju rzepakowego. Zawierają one zazwyczaj około 8–9% tłuszczu, charakteryzującego się tym samym składem kwasów tłuszczowych jak wydobyty z materiału nasiennego olej – niskim udziałem kwasów nasyconych (<7%), wysoką zawartością kwasów jednonienasyconych – około 60%, a niską wielonienasyconych, reprezentowanych przez kwas linolowy i linolenowy – około 30% (Kalembasa i Adamiak 2010). Zawartość białka ogólnego, charakteryzującego się wysoką wartością biologiczną ze względu na dobrze zbilansowany skład aminokwasowy, kształtuje się na poziomie 33–35%. Strawność rzeczywista białka w wytłokach wynosi 82%, a wykorzystana 80%. Wytłoki rzepakowe cechują się również znaczną zawartością pierwiastków z grupy makro- i mikroelementów, a śladową ilością metali ciężkich (Hanczakowska 2006).

Wytłoki, jeśli nie zostaną poddane działaniu odpowiednio wysokiej temperatury, mogą zawierać substancje antyżywniowe, głównie glukozynolany. Glukozynolany nierozłożone nie są szkodliwe, ale po hydrolizie, przez enzym mirozynazę znajdujący się w nasionach rzepaku lub przez enzymy bakteryjne, powstają z nich związki zaburzające funkcjonowanie tarczycy, wątroby i nerek – izotiocyaniany, wizylooksazolidynetiony i nityle. Mirozynaza uaktywnia się po uszkodzeniu struktury nasion, ale traci aktywność po ogrzaniu. Obróbka hydrotermiczna nasion, płatkowanie, kondycjonowanie i tłoczenie w temperaturze 90°C wpływają na dezaktywację enzymu mirozynazy. Również etapy technologiczne podczas otrzymywania chrupiek, takie jak ekstruzja, a następnie smażenie, dodatkowo wpływają na dezaktywację i rozkład tego niekorzystnego ze względów żywieniowych składnika (Pastuszewska i in. 2001, Smulikowska i Miecznikowska 2005).

Wytłoki rzepakowe charakteryzują się znaczną zawartością przeciwutleniaczy (Kalembasa i Adamiak 2010). Należą do nich zarówno dobrze poznane tokoferole, jak i barwniki, a także związki fenolowe – występujące w postaci wolnych kwasów fenolowych i ich estrów. W wytłokach rzepakowych związki fenolowe reprezentowane są głównie przez synapinę (cholinowy ester kwasu synapinowego), której zawartość kształtuje się na poziomie 1,35–4% oraz kwas synapinowy (0,5–1,0%). Stanowią one 70–85% całkowitej zawartości związków fenolowych w nasionach rzepaku (Trokowski i in. 2011, Siger i in. 2004). Pochodną kwasu synapinowego

jest canolol, powstający w wyniku dekarboksylacji kwasu synapinowego. Podczas działania temperatury na nasiona rzepaku wzrasta zawartość canololu, natomiast zmniejsza się ilość kwasu synapinowego. Związek ten wykazuje silne właściwości przeciwutleniające – podobnie jak tokoferol, kwas askorbinowy, β -karoten i flawonoidy (Amarowicz 2008, Matthäus i Senft 2009).

Dotychczas najpopularniejszym kierunkiem wykorzystania wytlóków rzepakowych jest stosowanie ich jako komponentu przy otrzymywaniu paszy dla zwierząt (Hanczakowska 2006, Smulikowska i Miecznikowska 2005). Biorąc pod uwagę zawartość składników mineralnych oraz związków organicznych biochemicznie czynnych możliwe jest również zagospodarowywanie wytlóków rzepakowych jako nawóz na użytkach rolnych (Kalembasa i Adamiak 2010). Kolejnym kierunkiem wykorzystania wytlóków rzepakowych może być użycie ich jako dodatek do produktów spożywczych poddawanych obróbce termicznej – typu ekstruzja i smażenie – jakimi są chrupki. Istotne jednakże jest określenie, w jakiej ilości dodatek tego rodzaju jest akceptowalny pod względem sensorycznym oraz w jaki sposób wytloki kształtują właściwości tego rodzaju produktów.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wytlóków rzepakowych użytych do wytworzenia peletów, na właściwości fizykochemiczne i organoleptyczne otrzymanych z nich chrupek.

Material i metody

Materiałem użytym do badań były wytloki rzepakowe pobrane bezpośrednio z linii technologicznej zakładu produkującego olej rzepakowy metodą tłoczenia. Do sporządzenia chrupek użyto ponadto: skrobię ziemniaczaną, grys ziemniaczany, grys kukurydziany oraz sól. Jako tłuszcz do smażenia zastosowano rafinowany olej rzepakowy.

Półprodukty ekstrudowane typu pelety otrzymano z mieszaniny podstawowej o następujących proporcjach: skrobia ziemniaczana – 60%, grys ziemniaczany – 30%, grys kukurydziany – 7,5% i sól – 2,5%. Do porcji sporządzonej mieszaniny dodawano wytloki rzepakowe w ilościach: 5, 10, 20 i 30%. Próbę odniesienia stanowiła mieszanina podstawowa bez dodatku. Półprodukty otrzymano z zastosowaniem ekstrudera laboratoryjnego typu Brabender 20DM zgodnie z parametrami opisanymi przez Kita i Popiela-Kukuś (2010). Chrupki otrzymano poprzez smażenie uzyskanych peletów w oleju podgrzonym do temperatury 180°C przez około 5 s od momentu wypłynięcia na powierzchnię. Doświadczenie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach technologicznych.

W otrzymanych chrupkach oznaczono: wilgotność – metodą suszarkową, zawartość tłuszczu – metodą Soxhleta (AOAC 1995) oraz stopień ekspansji (PN-A-88034:1998). Konsystencję oznaczono z użyciem teksturometru Intron

5544 – mierząc maksymalną siłę potrzebną do przełamania chrupki (Pęksa i in. 2004). Barwę chrupiek określono metodą obiektywną przy użyciu kolorymetru Minolta CM-5, wyznaczając parametry barwy L, a, b. W oparciu o wzór $\Delta E = [(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2]^{1/2}$, gdzie L_0 , a_0 i b_0 to parametry barwy chrupiek bez dodatku, wyznaczono różnicę barwy (ΔE). Zawartość polifenoli ogółem oznaczono metodą Folina-Ciocalteu (Xianggun i in. 2000, Szydłowska-Czeraniak i in. 2010), natomiast aktywność przeciwutleniającą metodą ABTS (Re i in. 1999). W tłuszczu wyekstrahowanym z chrupiek oznaczono liczbę kwasową, nadtlenkową i anizydynową (PN-A-74780:1996, PN-EN ISO-6885:2008). Cechy organoleptyczne: barwę, smak, zapach, wygląd i konsystencję oceniono wg skali punktowej (1–5 pkt.) (PN-A-74780:1996). Ocenę przeprowadził 10-osobowy zespół studentów Wydziału Nauk o Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 9.0. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji wyznaczając grupy homogeniczne w teście Duncana na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 zestawiono wyniki wilgotności, zawartości tłuszczu, stopnia ekspansji i konsystencji smażonych chrupiek ziemniaczanych otrzymanych z 5, 10, 20 i 30% dodatkiem wytlóków rzepakowych. Wilgotność wszystkich rodzajów chrupiek kształtowała się na odpowiednim (poniżej 2,5%), niskim poziomie. Zawartość tłuszczu zmieniała się w zależności od ilości wprowadzonych wytlóków. Wraz ze zwiększaniem udziału wytlóków rzepakowych chrupki chłoneły mniejsze ilości tłuszczu, przy czym istotnie niższą zawartością tego składnika charakteryzowały się chrupki z 10, 20 i 30% dodatkiem wytlóków rzepakowych. Podobne zależności stwierdzili inni autorzy, stosując jako dodatek preparaty błonnika (Pęksa i in. 2004) bądź wytloki lniane (Kita i Popiela-Kukuś 2010). Wraz ze zwiększaniem ilości błonnika lub wytlóków lnianych – również bogatych w związki balastowe – chrupki chłoneły mniejsze ilości tłuszczu. Zaobserwowane zmiany w ilości absorbowanego przez chrupki tłuszczu związane były ze składem wytlóków, a zwłaszcza frakcją błonnikową, która istotnie ograniczała ilość wchłanianego tłuszczu. Stąd też nie obserwowano zwiększania ilości tłuszczu w chrupkach wraz ze zwiększaniem ilości wprowadzanego dodatku, który w swym składzie zawierał 9% tłuszczu. Chrupki różniły się stopniem ekspansji, który ulegał obniżeniu wraz ze zwiększaniem ilości wprowadzonych wytlóków. Chrupki bez dodatków charakteryzowały się stopniem ekspansji na poziomie 3,5, natomiast z 30% dodatkiem – zaledwie 1,8. Ograniczenie ekspansji chrupiek związane było ze zmniejszaniem w ich recepturze udziału skrobi – głównego składnika odpowiedzialnego za zmiany objętości podczas smażenia chrupiek. Podobne zależności obserwowali inni autorzy, wprowadzając

do peletów dodatki różnego typu preparatów błonnikowych i białkowych (Pęksa i in. 2010). Najdelikatniejszą i jednocześnie najmniej twardą konsystencją charakteryzowały się chrupki bez dodatku (6,34 N). Wprowadzenie dodatku wytlóków rzepakowych zwiększyło ponad dwukrotnie twardość chrupek, gdy dodatek wynosił co najmniej 10%. Natomiast, gdy jako dodatek stosowano wytloki lniane, istotne zmiany twardości obserwowano przy ilości wprowadzonych wytlóków na poziomie 20 i 30% (Kita i Popiela-Kukuś 2010). Różnice w konsystencji chrupek obserwowano również w innych doświadczeniach z użyciem preparatów błonnikowych (Kita i in. 2002, Pęksa i in. 2004) i białkowych (Goel i in. 1999, Pęksa i in. 2007, Pęksa i in. 2010).

Tabela 1
Wilgotność, zawartość tłuszczu, stopień ekspansji i konsystencja smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem wytlóków rzepakowych — *Moisture, fat content, expansion and texture of fried potato snack with different levels of rapeseed expeller*

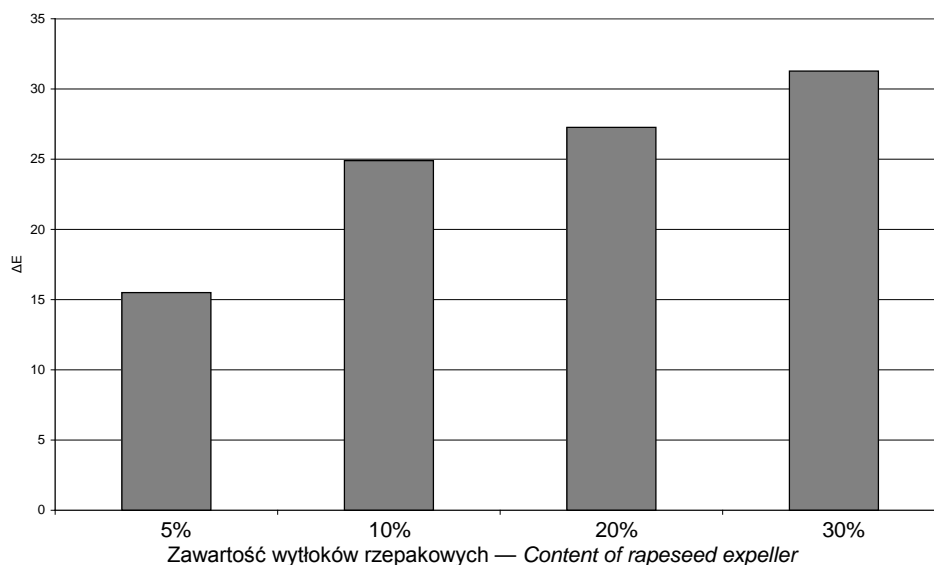
Zawartość wytlóków rzepakowych <i>Content of rapeseed expeller</i> [%]	Wilgotność <i>Moisture</i> [%]	Zawartość tłuszczu <i>Fat content</i> [%]	Stopień ekspansji <i>Expansion</i>	Konsystencja <i>Texture</i> [N]
0	1,95 ± 0,08 d	33,80 ± 0,19 a	3,47 ± 0,09 a	6,43 ± 0,53 c
5	2,46 ± 0,11 a	32,60 ± 0,15 a	3,03 ± 0,10 b	8,64 ± 0,79 b
10	2,43 ± 0,14 a	27,40 ± 0,11 b	2,11 ± 0,06 c	15,45 ± 1,26 a
20	2,28 ± 0,11 b	22,80 ± 0,12 c	2,07 ± 0,07 c	16,62 ± 1,34 a
30	2,12 ± 0,09 c	21,70 ± 0,16 c	1,80 ± 0,04 d	16,45 ± 1,31 a
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,11	2,74	0,26	1,63

Chrupki otrzymane z różnym dodatkiem wytlóków rzepakowych różniły się barwą (tab. 2). Najjaśniejszą, odpowiednią beżowo-żółtą barwą charakteryzowały się chrupki bez dodatku. Wprowadzanie wytlóków rzepakowych powodowało istotne pociemnienie barwy, której intensywność wzrastała wraz ze zwiększaniem ilości dodatku. Zmiany barwy były szczególnie intensywne przy największym (20 i 30%) udziale wytlóków rzepakowych. Świadczą o tym duże różnice barwy przedstawione jako ΔE na rysunku 1. Przy 5% dodatku wytlóków różnica barwy wynosiła 15,5 zaś przy największym (30%) – 31,2. Nieco mniejsze różnice barwy obserwowano w doświadczeniu, gdy jako dodatek zastosowano wytloki lniane charakteryzujące się jaśniejszą barwą (Kita i Popiela-Kukuś 2010).

Tabela 2

Parametry barwy (L, a, b) smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem wytlóków rzepakowych — *Colour parameters (L, a, b) of fried potato snack with different level of rapeseed expeller*

Zawartość wytlóków rzepakowych <i>Content of rapeseed expeller</i> [%]	Parametry barwy <i>Colour parameters</i>		
	L	a	b
0	74,44 ± 0,18 a	5,88 ± 0,05 a	24,80 ± 0,11 a
5	57,34 ± 0,13 b	5,84 ± 0,05 a	20,96 ± 0,07 b
10	50,72 ± 0,09 c	4,98 ± 0,04 b	17,21 ± 0,08 c
20	48,60 ± 0,10 d	5,55 ± 0,05 a	16,08 ± 0,07 d
30	45,33 ± 0,09 e	5,67 ± 0,04 a	13,36 ± 0,06 e
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	1,25	0,39	1,06



Rys. 1. Różnica barwy (ΔE) chrupek z różnym dodatkiem wytlóków rzepakowych
The colour (ΔE) of snack with different levels of rapeseed expeller

Dodatek wytlóków rzepakowych w nieznacznym sposób wpłynął na właściwości frakcji tłuszczowej chrupek (tab. 3). Liczba kwasowa tłuszczu wyekstrahowanego z chrupek zwiększała się wraz ze zwiększającym się udziałem wytlóków rzepakowych w recepturze chrupek. Zmiany te związane były z właściwościami tłuszczu znajdującego się w wytlókach po procesie tłoczenia, charakteryzującego

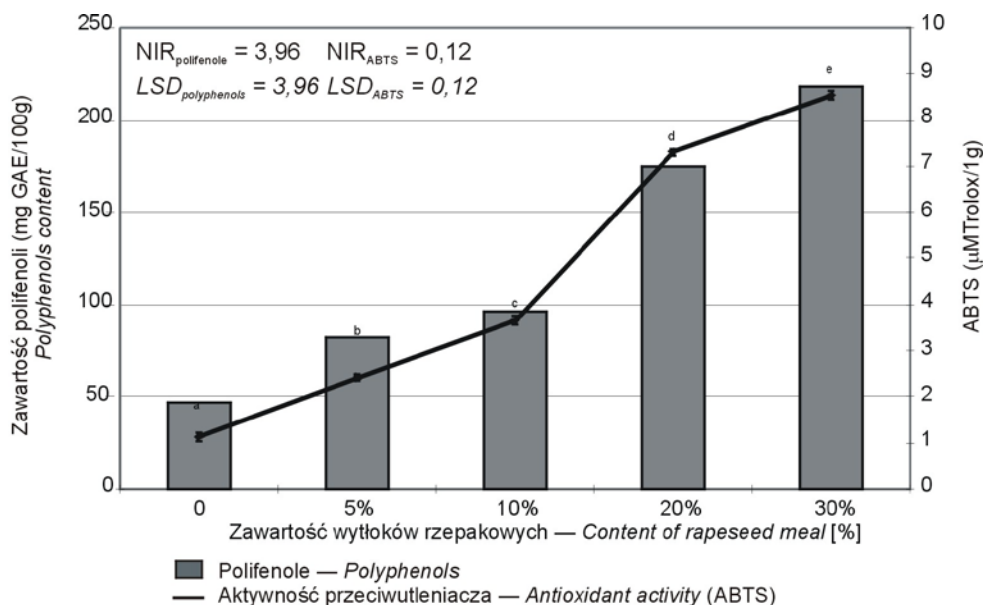
się większą zawartością wolnych kwasów tłuszczowych w porównaniu z rafinowanym olejem użytym do smażenia chrupek. Z kolei zawartość nadtlenków we frakcji tłuszczowej chrupek kształtowała się na poziomie poniżej 1 mmol O₂/kg we wszystkich wariantach, niezależnie od wielkości suplementacji wytlókami rzepakowymi. Zawartość wtórnych produktów utleniania, określonych jako liczba anizydynowa, zmniejszała się wraz ze zwiększającym się udziałem wytlóków rzepakowych. Zarówno zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, jak i produktów utleniania w otrzymanych chrupkach nie przekroczyła limitów sugerowanych w normie dla tego rodzaju produktów (PN-A-74780:1996). Jakość zawartego w chrupkach tłuszczu odgrywa istotną rolę w aspekcie przechowalniczym, bezpośrednio wpływając na termin przydatności do spożycia. Stąd też wprowadzane dodatki nie tylko nie powinny zwiększać podatności produktu na przemiany oksydatywno-hydrolytyczne, ale stabilizować składniki najbardziej podatne na niekorzystne przemiany.

Tabela 3

Liczba kwasowa (LK), nadtlenkowa (LN) i anizydynowa (LAN) tłuszczu wyekstrahowanego ze smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem wytlóków rzepakowych *Acid (AV), peroxide (PV) and anisidine (AnV) values of fat extracted from fried potato snack with different level of rapeseed expeller*

Zawartość wytlóków rzepakowych <i>Content of rapeseed expeller</i> [%]	LK AV [mg KOH/g]	LN PV [mmol O ₂ /kg]	LAn AnV
0	0,26 ± 0,01 d	0,28 ± 0,02 d	2,6 ± 0,08 b
5	0,24 ± 0,01 d	0,82 ± 0,03 a	2,8 ± 0,09 a
10	0,36 ± 0,02 c	0,69 ± 0,02 b	2,4 ± 0,08 c
20	0,57 ± 0,03 b	0,72 ± 0,03 b	2,1 ± 0,07 d
30	0,96 ± 0,04 a	0,59 ± 0,02 c	1,4 ± 0,05 e
NIR — <i>LSD</i> _{0,05}	0,08	0,07	0,11

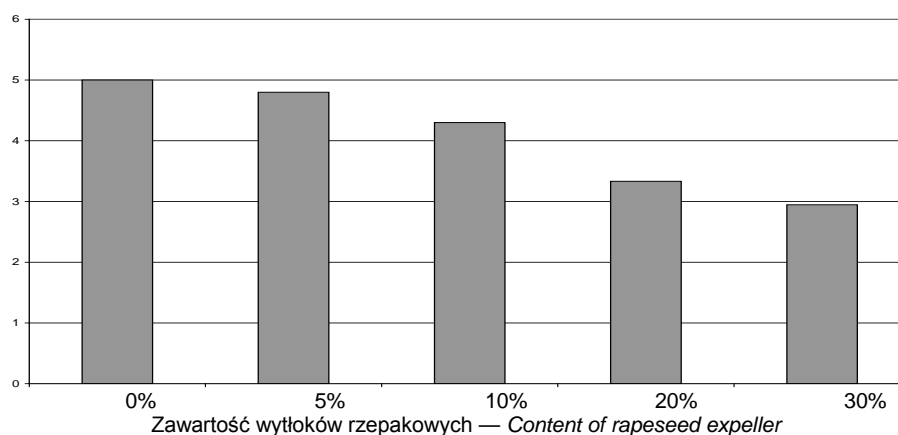
Dodatek wytlóków rzepakowych, bogatych w naturalne przeciwutleniacze, zwiększył w chrupkach zawartość polifenoli, a co za tym idzie podwyższył ich aktywność przeciwutleniającą (rys. 2). Suplementacja wytlókami rzepakowymi zwiększyła stabilność uzyskanych produktów, które dzięki zawartości polifenoli powinny wykazywać większą stabilność oksydatywną podczas przechowywania. W innych badaniach, gdy jako dodatek do chrupek zastosowano ekstrakt z rozmarynu, tokoferol bądź BHA, korzystny efekt obserwowano podczas przechowywania chrupek z dodatkiem rozmarynu i BHA (Kita i in. 2008). Natomiast dodatek tokoferolu działał prooksydatywnie, pogarszając właściwości uzyskanych chrupek.



Rys. 2. Zawartość polifenoli i aktywność przeciwutleniająca (ABTS) chrupek z różnym dodatkiem wyłoków rzepakowych — *Polyphenols content and antioxidant activity (ABTS) of snacks with different levels of rapeseed expeller*

Dodatek wyłoków rzepakowych wpłynął na wyniki ogólnej oceny organoleptycznej analizowanych chrupek (rys. 3). Wraz ze zwiększaniem ilości dodatku wyłoków rzepakowych, właściwości chrupek ulegały pogorszeniu. Dobrymi cechami sensorycznymi (oceny powyżej 4 pkt.) charakteryzowały się chrupki z 5 i 10% dodatkiem wyłoków rzepakowych. Wprowadzenie wyłoków w ilości 20% obniżyło ocenę do 3,3 pkt., natomiast w ilości 30% – do 2,9 pkt. Na pogorszenie cech sensorycznych wpływ miało przede wszystkim zbyt intensywne pociemnienie barwy oraz brak charakterystycznej dla tej grupy produktów ekspansji. Przy wyższej suplementacji zmianie ulegał również smak.

Punkty 1–5
Points 1–5



Rys. 3. Ogólna ocena organoleptyczna smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem wytlóków rzepakowych — Total sensory assessment of fried potato snack with different levels of rapeseed expeller

Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że dodatek wytlóków rzepakowych obniżał zawartość tłuszczu w gotowych chrupkach. Chrupki otrzymane z peletów z dodatkiem wytlóków rzepakowych charakteryzowały się ciemniejszą barwą, której intensywność wzrastała wraz ze zwiększaniem ilości wprowadzonych wytlóków. Dodatek wytlóków oddziaływał również na konsystencję, która stawała się twardsza. Wraz ze zwiększaniem ilości wprowadzonych wytlóków stopień ekspansji ulegał zmniejszeniu. Wprowadzenie wytlóków rzepakowych zwiększyło w chrupkach udział polifenoli, których zawartość zwiększała się wraz z ilością dodanych wytlóków. Z zawartością polifenoli w chrupkach skorelowana była aktywność przeciwutleniająca. Chrupki o dobrych właściwościach organoleptycznych uzyskano przy dodatku wytlóków rzepakowych do 10%.

Literatura

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Amarowicz R. 2008. Phenolic compounds of rapeseed/canola and their antioxidant activity. Advances in research and technology of rapeseed oil. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 1: 11-22.

- Goel P.K., Singhal R.S., Kulkarni P.R. 1999. Deep-fat fried noddle-like products from model individual blends of corn starch with casein, soy protein or their hydrolysates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1577-1582.
- Hanczakowska E. 2006. Zastosowanie wytlóków z nasion rzepaku w żywieniu świń. *Wiadomości Zootechniczne*, XLIV, 3: 38-43.
- Kalembasa S., Adamiak E.A. 2010. Określenie składu chemicznego makuchu rzepakowego. *Acta Agrophysica*, 15 (2): 323-332.
- Kita A., Popiela-Kukuś K. 2010. Wpływ dodatku wytlóków lnianych na wybrane właściwości smażonych chrupek ziemniaczanych. *Acta Agrophysica*, 16 (1): 69-77.
- Kita A., Wojdyło A., Zięba T. 2008. The effect of natural antioxidants addition on the properties of fried potato snacks during storage. *Advances in analysis and technology of rapeseed oil*. Monograph. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 193-202.
- Matthäus B., Senft N. 2009. Canolol in cold – pressed rapeseed oil. *Advances in research and technology of rapeseed oil*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 2: 45-54.
- Pastuszczyńska B., Dakowski P., Jabłecki G., Buraczewska L., Ochtabińska A., Święch E., Maryjek R., Waciak M. 2001. Wpływ warunków tostowania śruty i ogrzewania odtłuszczonego wytloku na wartość pokarmową białka ocenianą na podstawie wskaźników in vitro i in vivo. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXII, 241-246.
- Pęksa A., Kita A., Zięba T. 2004. Wybrane właściwości smażonych chrupek ziemniaczanych z różnym dodatkiem błonnika. *Zywność Nauka Technologia Jakość*, 3 (40): 106-113.
- Pęksa A., Miedzianka J., Kita A., Tajner-Czopek E., Rytel E. 2010. The quality of fried snack fortified with fiber and protein supplements. *Potravinarstvo*, 4 (2): 59-63.
- Pęksa A., Rytel E., Kawa-Rygielska J., Gryszkin A., Zięba T. 2007. Effect of preparations addition on properties of potato snack obtained from extruded semi-products. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57, 4 (B): 429-435.
- PN-A-74780:1996. Przetwory ziemniaczane. Smażone przekąski ziemniaczane.
- PN-A-88034:1998. Chrupki. Oznaczenie stopnia ekspansji.
- PN-EN ISO-6885:2008. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie liczby anizydynowej.
- Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26: 1231-1237.
- Siger A., Nogala-Kałucka M., Lampart-Szczapa E. 2004. Zawartość związków fenolowych w nowych odmianach rzepaku. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXV, 263-273.
- Smulikowska S., Miecznikowska A. 2005. Wpływ ekstruzji na wartość odżywczą wytlóków rzepakowych dla kurcząt brojlerów. XXVII Konferencja Naukowa Rośliny Oleiste. Streszczenia: 14-16.
- Szydłowska-Czeriak A., Amarowicz R., Szłyk E. 2010. Antioxidant capacity of rapeseed meal and rapeseed oils enriched with meal extract. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112: 750-760.
- Trokowski K., Szydłowska-Czeriak A., Szłyk E. 2011. Antioxidants in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Advances in Research and Technology of Rapeseed Oil*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 73-91.
- Xianggun G., Ohlander M., Jeppson N., Bjork L. 2000. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn during maturation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48: 1485-1490.