

DOMINIK KMIECIK, JÓZEF KORCZAK

Katedra Technologii Żywienia Człowieka  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## TLUSZCZE SMAŻALNICZE – JAKOŚĆ, DEGRADACJA TERMICZNA I OCHRONA

**Streszczenie.** Smażenie jest obecnie jedną z najczęściej wykorzystywanych metod obróbki termicznej żywności, przede wszystkim ze względu na jego szybkość oraz walory organoleptyczne, jakimi cechują się uzyskane w ten sposób produkty. Jednocześnie wykorzystanie w czasie tego procesu olejów roślinnych prowadzi do ich degradacji i powstania szeregu związków niekorzystnych dla zdrowia człowieka. Szybkość degradacji tłuszczów smażalniczych jest zróżnicowana i zależy m.in. od: rodzaju wykorzystywanego tłuszczu, rodzaju smażonej żywności, warunków smażenia, a także od obecności naturalnych i syntetycznych przeciwutleniaczy. Spożycie niepożądanych substancji powstałych podczas ogrzewania olejów można ograniczyć poprzez ograniczenie ich wchłaniania wraz z olejem do smażonego produktu. W tym celu stosuje się takie procesy, jak wstępne podsuszanie czy blanszowanie produktu, lub wykorzystuje się specyficzne substancje, które powlekają powierzchnię smażonych wyrobów, ograniczając wchłanianie tłuszczu.

**Słowa kluczowe:** smażenie, przemiany termiczne tłuszczów, przeciwutleniacze naturalne i syntetyczne

### Wstęp

Smażenie polega na ogrzewaniu półproduktów za pośrednictwem tłuszczu lub bezpośrednio przez kontakt z płytami grzewczymi, grillem lub naczyniami z powłoką teflonową (smażenie beztłuszczowe). Otrzymane w taki sposób produkty charakteryzują się unikatowymi cechami organoleptycznymi, takimi jak: smak, zapach oraz tekstura (RIMAC-BRNČIĆ i IN. 2004) i są bardzo pożądane przez konsumentów. Dodatkowym atutem smażenia jest jego szybkość, wygoda i stosunkowo niska cena otrzymanych produktów (INNAWONG i IN. 2004).

Popularność wyrobów smażonych spożywanych jako elementy dań głównych oraz w postaci produktów przekąskowych, szczególnie ulubionych przez dzieci chipsów,

budzi jednak wiele kontrowersji wśród żywieniowców oraz lekarzy. Obawy te są związane ze znaczną zawartością w tych produktach nasyconych kwasów tłuszczowych oraz izomerów *trans* kwasów tłuszczowych, przechodzących do żywności w wyniku wykorzystania w czasie smażenia tłuszczów uwodornionych. Obawy te są także uzasadnione, jeżeli weźmiemy pod uwagę szereg związków powstałych w wyniku degradacji tłuszczu w czasie smażenia, które także są spożywane z przygotowaną w taki sposób żywnością. Istotną sprawą jest więc końcowa zawartość tłuszczu w wyrobach smażonych.

### Zawartość tłuszczu w produktach smażonych

Zawartość tłuszczu w produktach smażonych jest różna i wynosi od kilku do kilkadziesiąt procent (KORCZAK 1997, HOUHOULA i OREOPOULOU 2004). Zależy to od rodzaju smażonego surowca, jego wielkości i masy, użytego oleju oraz warunków prowadzenia samego procesu. Największy wpływ na zawartość tłuszczu w produkcie mają czas i temperatura smażenia. Wzrost temperatury oraz skrócenie czasu smażenia przyczyniają się do zmniejszenia zawartości tłuszczu (RIMAC-BRŃCIC i IN. 2004). Potwierdzenie tej teorii znajdujemy w pracy KITY (2006): podaje ona, iż smażone chipsy absorbowały mniej tłuszczu wraz ze wzrostem temperatury i skróceniem czasu procesu. Nieco odmienną sytuację obserwujemy w pracy MATHA i IN. (2004), którzy podczas smażenia *popadu*, orientalnej przekąski, obserwowali wzrost zawartości oleju wraz ze wzrostem zastosowanej temperatury. Z kolei VARELA i RUIZ-ROSO (1998), analizując zakres temperatury od 150 do 180°C, nie znaleźli istotnych zależności pomiędzy temperaturą procesu a ilością zaabsorbowanego tłuszczu, co wynika najprawdopodobniej z wpływu na smażony produkt także innych czynników. Analizując rodzaj wykorzystanego medium smaźalniczego, KITA (2006) stwierdziła, że najmniejsze ilości tłuszczu absorbowały produkty smażone w oleju rzepakowym, a większe – w palmowym oraz w mieszaninie palmowego i rzepakowego. Do zwiększenia zawartości tłuszczu w produkcie może się także przyczyniać stopień degradacji wykorzystywanego oleju (DOBARGANES i IN. 2000). W czasie dwugodzinnego smażenia wieprzowiny z użyciem mniej podatnego na przemiany termiczne shorteningu uzyskano zmniejszenie do 50% zawartości tłuszczu w końcowym wyrobie w porównaniu z olejem słonecznikowym (SOSA-MORALES i IN. 2006). Z kolei w czasie smażenia tortilli i frytek z użyciem rafinowanego oleju sojowego oraz rzepakowego jakość wykorzystywanego tłuszczu nie wpływała na ilość jego absorpcji przez smażone produkty (MOREIRA i IN. 1997, KITA i IN. 2005). GARAYO i MOREIRA (2002), analizując wpływ obniżonego ciśnienia zastosowanego podczas smażenia stwierdzili, że przyczynia się ono do zmniejszenia zawartości tłuszczu w chipsach ziemniaczanych mniej więcej o 1/3, bez względu na zastosowaną temperaturę, w porównaniu ze smażeniem w warunkach ciśnienia atmosferycznego.

W ciągu ostatniej dekady podjęto także szereg badań mających na celu zmniejszenia zawartości tłuszczu w produkcie smażonym poprzez odpowiednie przygotowanie surowca przed smażeniem lub wykorzystanie substancji ograniczających dostęp tłuszczu do produktu (MELLEMA 2003).

Według KROKIDY i IN. (2001) podsuszenie produktów ziemniaczanych w temperaturze 70°C przyczynia się do zmniejszenia zawartości oleju o 20 do 50% w końcowym

produkcje i jest zależne od czasu suszenia. MOYANO i IN. (2002) uzyskali podobny efekt, lecz zamiast suszenia frytki przeznaczone do smażenia zastały zamoczone w roztworze chlorku sodu oraz mieszaniny syropu kukurydzianego i chlorku sodu. Coraz częściej sięga się jednak po specyficzne substancje, przede wszystkim pochodne celulozy, a także białka roślinne czy polisacharydy, które ograniczają dostęp tłuszczu do produktu. Mimo iż mechanizm działania niektórych z nich nie do końca jest wyjaśniony, to większość prowadzi do ograniczenia strat wody lub/ oraz modyfikacji powierzchni smażonej potrawy (MELLEMA 2003). Podczas smażenia chipsów (ESTURK 2000, RIMAC-BRNČIĆ i IN. 2004) oraz pączków (SIRILERT i IN. 2005) wykorzystanie pochodnych celulozy obniżało poziom zaabsorbowanego tłuszczu o 10 do 85%. MALLIKARJUNAN i IN. (1997), wykorzystując zeinę otrzymaną z kukurydzy oraz pochodne celulozy, zmniejszyli zawartość tłuszczu zaabsorbowanego na powierzchni, jak i wewnątrz produktu skrobiowego o 30-75%. Bardziej efektywne w działaniu okazały się pochodne celulozy.

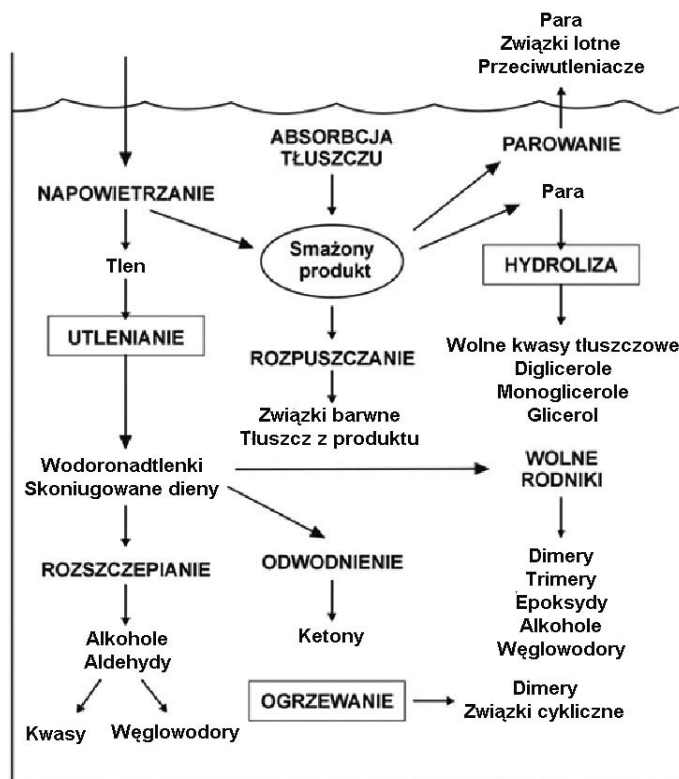
Zawartość całkowita tłuszczu nie zależy jednak tylko od samego procesu smażenia, lecz także od warunków, jakie panują po jego zakończeniu. Jak wskazują przeprowadzone badania (MOREIRA i IN. 1997, MEHTA i SWINBURN 2001), 60-80% tłuszczu jest wchłaniane przez produkt z jego powierzchni dopiero po zakończeniu smażenia, w fazie chłodzenia.

## Przemiany tłuszczów smaźalniczych

Rozważając przemiany tłuszczów smaźalniczych, należy wziąć pod uwagę zastosowany sposób smażenia. Smażenie w małej ilości tłuszczu (zwykle 10-20% w stosunku do smażonego produktu) nie powoduje istotnych zmian jakości produktu. W czasie smażenia na patelni olej jest wykorzystywany jednorazowo, w krótkim czasie i w większym stopniu zapobiega przywieraniu do powierzchni, niż uczestniczy w wymianie ciepła pomiędzy patelnią a gotowym wyrobem (BOSKOU 2003).

Smażenie w dużej ilości tłuszczu, zwane zanurzeniowym lub w głębokim tłuszczu, jest procesem, w którym olej jest wykorzystywany wielokrotnie przez kilka, a nawet kilkanaście dni, do smażenia wielu partii surowca. W czasie tego procesu na tłuszcz oddziałuje jednocześnie wysoka temperatura, tlen z powietrza oraz woda pochodząca ze smażonych produktów. Pod wpływem tych trzech czynników wykorzystywany tłuszcz ulega hydrolizie, utlenianiu oraz przemianom termicznym, co prowadzi do jego degradacji oraz przenikania niebezpiecznych związków do produktu w wyniku procesu chłonięcia tłuszczu (SAGUY i DANA 2003). Intensywność opisanych reakcji zależy m.in. od stopnia nienasycenia wykorzystywanego tłuszczu, warunków prowadzenia procesu, dostępu tlenu, obecności wody, przeciwutleniaczy oraz substancji o działaniu prooksydacyjnym, a także rodzaju i ilości smażonej żywności (LEDÓCHOWSKA i HAZUKA 2006). Przemiany tłuszczów smaźalniczych przedstawiono schematycznie na rysunku 1.

Hydroliza, która zachodzi pod wpływem wody, powoduje rozpad triacylogliceroli (TAG) do wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), mono- i diacylogliceroli oraz glicerolu. Wzrost zawartości wolnych kwasów tłuszczowych prowadzi do zmian właściwości fizycznych medium grzejnego. Tłuszcze o dużej zawartości WKT charakteryzują się



Rys. 1. Przemiany tłuszczów zachodzące podczas smażenia (GUPTA 2005)

Fig. 1. Changes in fats subjected to deep frying processes (GUPTA 2005)

obniżoną temperaturą punktu dymienia, zmianą napięcia powierzchniowego oraz wzrostem pienia się tłuszczu. Obecne w smaźalniku WKT przyspieszają także hydrolizę triacylogliceroli oraz łatwiej ulegają utlenianiu (KOCHHAR 2001). Bardziej niepożądane z punktu widzenia technologicznego oraz żywieniowego są jednak produkty powstające w czasie przemian oksydacyjnych i termicznych.

Wodoronadtlenki powstałe w czasie utleniania lipidów są bardzo nietrwałe i w temperaturze procesu smażenia ulegają przemianom oraz rozkładowi, stając się źródłem licznej grupy produktów wtórnych. Wśród tej grupy znajdują się związki powstałe w specyficznych warunkach o podobnej długości łańcucha węglowego (hydroksy- i oksydieny, epoksydy, ketole) oraz w wyniku jego rozerwania (węglowodory, aldehydy, ketony, alkohole, etery, estry i laktony) (DROZDOWSKI 2002). Krótkołańcuchowe produkty rozpadu (aldehydy, ketony, alkohole) mogą się charakteryzować specyficznym, najczęściej niepożądanym zapachem i są zaliczane do związków lotnych, które w większości ulatniają się wraz z parą wodną w czasie smażenia. Niski próg wyczuwalności tych związków, stopniowe ich gromadzenie w medium oraz absorpcja przez sma-

żony surowiec staje się często przyczyną niepożądanego smaku i zapachu otrzymanych produktów (FRANKEL 1998). W wyniku reakcji wtórnych, zachodzących równocześnie z utlenianiem, dochodzi do powstania dimerów, oligomerów oraz wyższych polimerów TAG. Intensywność tych reakcji zależy m.in. od rodzaju wykorzystywanego tłuszczu oraz smażonego produktu (GERTZ i IN. 2000, HAZUKA i IN. 2000, TYNEK i IN. 2001).

Najbardziej negatywne oddziaływanie na tłuszcz, z punktu widzenia żywieniowego, ma jednak wysoka temperatura i zachodzące pod jej wpływem reakcje polimeryzacji i cyklizacji. Parująca w czasie smażenia woda, ograniczając reakcje utleniania poprzez wytworzenie tuż nad powierzchnią warstwy utrudniającej dostęp tlenu do tłuszczu oraz wypieranie go ze środowiska reakcji, powoduje, że polimeryzacja jest procesem dominującym w czasie smażenia (GERTZ i IN. 2000). Do związków powstałych w wyniku przemian termicznych zalicza się polimery niepolarne, mono- i dimery cykliczne oraz powstające w reakcji Diels-Aldera dimery i trimery nienasyconych kwasów tłuszczowych (FRANKEL 1998, LEDÓCHOWSKA i HAZUKA 2006). Ilość powstających w czasie smażenia monomerów cyklicznych zależy od zawartości w olejach roślinnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, a w szczególności linolowego oraz linolenowego. HAZUKA (2003) największy wzrost zawartości monomerów cyklicznych obserwowała w czasie ogrzewania oleju lnianego, a najmniejszy – w przypadku częściowo utwardzonego oleju rzepakowego. Przeprowadzone badania potwierdziły także, że w wyniku ogrzewania różnych olejów powstają takie same produkty cyklizacji nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Związki powstające w czasie przemian lipidów podczas smażenia wpływają nie tylko na wyróżniki fizyczno-chemiczne wykorzystywanych tłuszczów czy też cechy organoleptyczne otrzymanych wyrobów, lecz także na zmniejszenie ich wartości odżywczej w wyniku interakcji pomiędzy produktami utleniania tłuszczów a składnikami smażonych produktów (białkami, witaminami). Niektóre z substancji powstających w czasie utleniania oraz pod wpływem wysokiej temperatury (cykliczne monomery kwasów tłuszczowych, epoksydy, niektóre hydrokyskwasy) są niebezpieczne dla zdrowia człowieka (FRANKEL 1998).

## **Sposoby ograniczenia przemian tłuszczów w czasie smażenia**

### **Dobór tłuszczu do smażenia**

W celu przeciwdziałania niekorzystnym, w szczególności termooksydatywnym, przemianom, jakie zachodzą w czasie procesu smażenia zanurzeniowego, coraz więcej uwagi poświęca się poszukiwaniu nowych oraz doskonaleniu już poznanych sposobów hamowania tego zjawiska. Najłatwiejszą i obecnie najczęściej stosowaną metodą jest częściowe uwodornienie olejów roślinnych (SZUKALSKA 2003), jednakże powstające w czasie tego procesu izomery *trans* kwasów tłuszczowych są bardzo niepożądane z punktu widzenia żywieniowego, dlatego należy dążyć do ograniczenia ich spożycia, a tym samym do ograniczenia wykorzystania tak otrzymanych tłuszczów w procesach długotrwałego smażenia (TARRAGO-TRANI i IN. 2006). Alternatywnymi, obecnie coraz częściej wykorzystywanymi sposobami na zwiększanie trwałości oksydatywnej jest stosowanie do smażenia olejów nowej generacji, o zmniejszonej zawartości kwasów

polienowych i zwiększonej zawartości kwasu oleinowego, oraz wzbogacanie olejów w przeciwutleniacze naturalne i syntetyczne czy też w inne substancje ograniczające przemiany termooksydacyjne (TYNEK i HAZUKA 2004).

Do grupy olejów naturalnych nowej generacji możemy zaliczyć wysokooleinowe oleje: słonecznikowy, kukurydziany, arachidowy oraz bawełniany czy też rzepakowy i sojowy o zmniejszonej zawartości kwasu linolenowego, a czasami także linolowego, które uzyskano w wyniku modyfikacji genetycznych roślin oleistych (SAKURAI i IN. 2003, LIU i IN. 2002, JONNALA i IN. 2006).

Ocena wysokooleinowego oleju słonecznikowego potwierdziła jego większą stabilność w czasie głębokiego smażenia. W porównaniu z tradycyjnym olejem słonecznikowym, sojowym, arachidowym czy kukurydzianym w czasie 24-godzinnego ogrzewania w temperaturze 175°C ilość powstałych skoniugowanych dienów była co najmniej dwukrotnie mniejsza (SMITH i IN. 2007). Podobną większą odpornością w stosunku do olejów tradycyjnych charakteryzowały się wysokooleinowy olej kukurydziany i arachidowy, a także rzepakowy niskolinolenowy (SAKURAI i IN. 2003). POKORNY i SAKURAI (2000), po zbadaniu przydatności do głębokiego smażenia wysokooleinowego oleju arachidowego metodą aktywnego tlenu, stwierdzili jego ośmiokrotnie większą stabilność w porównaniu z tradycyjną odmianą tego oleju. Potwierdzona została także stabilność wysokooleinowego i niskolinolenowego oleju sojowego użytego w czasie 25-godzinnego smażenia chipsów (WARNER 2005).

Niektórzy autorzy badają także możliwość wykorzystania do tego typu smażenia olejów o naturalnie małej zawartości kwasu linolenowego. DANIEL i IN. (2005) obserwowali zachowanie nieuwodornionego oleju bawełnianego w czasie pięciodniowego smażenia frytek ziemniaczanych. Olej ten, w porównaniu z częściowo uwodornionym olejem sojowym oraz rzepakowym, zachowywał się równie stabilnie. Dodatkowo dzięki zastosowaniu nieuwodornionego oleju naukowcy znacznie obniżyli poziom izomerów *trans* w smażonych wyrobach. Natomiast YAGHMUR i IN. (2001) zwrócili uwagę na dużą stabilność w czasie długotrwałego ogrzewania pochodzącego z Maroka oleju arganowego, który zawiera około 55% kwasu oleinowego, 25% linolowego i 0,5% linolenowego.

### Stosowanie dodatków ograniczających przemiany tłuszczów smaźalniczych

Obniżenie tempa przemian termooksydacyjnych możemy uzyskać nie tylko poprzez dobór olejów o odpowiednim składzie kwasów tłuszczowych, lecz także poprzez zastosowanie substancji o właściwościach przeciwutleniających. Substancje te mogą powstawać w drodze syntezy chemicznej lub też pochodzić z naturalnych źródeł (BOSKOU 2003). Mechanizm ich działania polega głównie na przerywaniu rodnikowej reakcji łańcuchowej, a także na tym, iż są one zdolne do wiązania jonów metali, tlenu czy też regeneracji przeciwutleniaczy pierwotnych (TYNEK i HAZUKA 2004).

Wśród syntetycznych przeciwutleniaczy, które najczęściej stosuje się jako dodatki do komercyjnych tłuszczów smaźalniczych, należy wymienić: BHT (butylohydroksytoluen), BHA (butylohydroksyanizol), TBHQ (t-butylohydroksychinon) – niedopuszczony w naszym kraju – oraz galusan propylu (FRANKEL 1998, GUPTA 2005). Na terenie Polski, według Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 18 września 2008 roku (ROZPORZĄDZENIE... 2008), jako przeciwutleniacze dodawane do lipidów dopuszczalne są

także galusan oktylu i dodecyłu, palmitynian askorbylu, kwasy askorbinowy, cytrynowy oraz fosforowy.

Nowością w grupie przeciwutleniaczy syntetycznych mogą być zsyntetyzowane z alkoholu laurynowego oraz TBHQ dwa związki: LTBHQ (lauryl butylohydroksychinonu) oraz LTBO (lauryl butylochinonu) (ZHANG i IN. 2004). ZHANG i IN. (2004), porównawszy aktywność tych związków z BHA, BHT oraz TBHQ, potwierdzili ich większy potencjał antyoksydacyjny w temperaturze procesu smażenia. Spadek temperatury poniżej 140°C powodował częściową utratę tych właściwości.

Przeciwutleniacze naturalne stanowią większą grupę związków i pochodzą głównie z dwóch źródeł: olejów roślinnych oraz tkanek innych roślin, warzyw i ziół. Do natywnych przeciwutleniaczy występujących w olejach należy zaliczyć obecne powszechnie tokoferole i tokotrienole, a także identyfikowane w oleju sezamowym – sezaminol oraz ich izomery, w oleju ryżowym i z otrębów ryżowych – oryzanol, w oliwie z oliwek – skwalen oraz niektóre sterole roślinne, których źródłem może być olej z owsa, oliwa z oliwek czy olej rzepakowy (HUANG i IN. 1995, PSOMIADOU i TSIMIDOU 2002, WARNER 2005). Innymi źródłami przeciwutleniaczy naturalnych, które obecnie wielu badaczy wykorzystuje do zwiększania trwałości tłuszczów, są przede wszystkim ekstrakty z liści herbaty, rozmarynu i szalwii, a także innych roślin, jak tymianek, oregano, majeranek, owies, groch czy łuska orzeszków ziemnych. Właściwości przeciwutleniające tych wyciągów wynikają z obecności w ich składzie m.in. polifenoli, kwasów fenolowych oraz niektórych steroli (BOSKOU 1999, TYNEK i HAZUKA 2004, GRAMZA i KORCZAK 2005).

JASWIR i IN. (2000) analizowali wpływ 0,15-procentowego dodatku ekstraktów rozmarynu, szalwii oraz kwasu cytrynowego, a także ich mieszanin na jakość chipsów ziemniaczanych oraz wykorzystanej w czasie ich smażenia oleiny palmowej. Najlepsze efekty uzyskano, dodając do tłuszczu mieszaninę wszystkich trzech substancji (w stosunku 3 : 3 : 1), co wskazuje na synergizm pomiędzy wykorzystywanymi związkami. Polepszenie jakości oleiny palmowej wpływało także na poprawę jakości sensorycznej otrzymanych produktów. Zastosowanie 0,1-procentowego dodatku ekstraktu rozmarynu do oleju rzepakowego również osłabiało przemiany termooksydatywne zarówno w stosunku do oleju tradycyjnego, jak i częściowo uwodornionego. Wielkość tego dodatku wykazywała jednak mniejszy potencjał przeciwutleniający niż 0,1-procentowy dodatek ekstraktu herbaty (ZANDI i GORDON 1999), 1-procentowy dodatek tłuszczu z ziaren owsa oraz zastosowanie mieszaniny przeciwutleniaczy syntetycznych (SZUKALSKA i IN. 2005). Silnymi, przewyższającymi działanie ekstraktu herbaty, właściwościami przeciwutleniającymi w oleju kukurydzianym charakteryzowały się także dodane kwasy fenolowe: ferulowy, waniliowy oraz kawowy (NAZ i IN. 2005). Wykorzystując w czasie ogrzewania oleju słonecznikowego, jako dodatki przeciwutleniające, ekstrakty z tymianku oraz lawendy, BESMIRA i IN. (2007) uzyskali prawie dwukrotną redukcję zawartości wolnych kwasów tłuszczowych, liczby nadtlenkowej oraz lepkości w porównaniu z olejem pozbawionym dodatków. Uzyskane wyniki autorzy tłumaczyli działaniem zawartych w ekstraktach substancji, które – wyłapując wolne rodniki – chroniły tokoferole oleju słonecznikowego.

Oprócz przeciwutleniaczy częstym dodatkiem do komercyjnych tłuszczów smaźalniczych jest także PDMS (polidwumetylosiloksan). W przeciwieństwie do przeciwutleniaczy, mechanizm jego działania polega na ograniczeniu dostępu tlenu do powierzchni

tłuszczu poprzez gaszenie powstającej piany oraz pokrycie powierzchni monomolekularną warstwą. Dodatek PDMS do oleju na poziomie 2-3 mg/kg skutecznie hamował przemiany termooksydacyjne zarówno oleju rzepakowego, jak i wysokooleinowego oleju słonecznikowego, tym samym ograniczał straty polienowych kwasów tłuszczowych, w szczególności kwasu linolenowego (DROZDOWSKI i IN. 1999, MÁRQUEZ-RUIZ i IN. 2004). Negatywną stroną wykorzystywania PDMS w czasie smażenia jest zaobserwowany w ostatnich latach wzrost zawartości szkodliwego akrylamidu w tak przygotowanej żywności (GERTZ i IN. 2002).

Wykorzystując oleje o dużej zawartości kwasu oleinowego, zmniejszonej zawartości kwasu linolowego i małej zawartości linolenowego, a także naturalne źródła przeciwutleniaczy, możemy uzyskać tłuszcze o zwiększonej stabilności termooksydacyjnej, pozbawione niekorzystnych składników diety, takich jak izomery *trans* oraz nasycone kwasy tłuszczowe. Przykładem takiego rodzaju produktu są dostępne na rynkach europejskich oleje z rodziny Good-Fry®. Te przeznaczone do użytku przemysłowego, w gastronomii oraz gospodarstwie domowym tłuszcze wyprodukowano na bazie wysokooleinowego oleju słonecznikowego z dodatkiem bogatych w przeciwutleniacze olejów sezamowego i ryżowego (GOOD-FRY INTERNAT.). Umiejętne wzbogacenie oleju słonecznikowego w składniki przeciwutleniające zwiększyło jego stabilność w czasie smażenia frytek w porównaniu z olejem arachidowym, wysokooleinowym olejem słonecznikowym oraz oleiną palmową odpowiednio o 40, 30 i 15 h. Kryterium oceny była zawartość związków polarnych, na poziomie 21,1-23,4%, którą Good Fry Oil® osiągnął po 60 h procesu smażenia. Pomimo osiągnięcia wartości zbliżonych do granicznych, usmażone produkty charakteryzowały się nadal dobrymi cechami organoleptycznymi (KOCHHAR 2001).

Biorąc pod uwagę złożoność procesu smażenia, zagrożenia wynikające z przemian tłuszczów smaźalniczych, pożądalność produktów smażonych oraz częstotliwość wykorzystania procesu smażenia w gastronomii i gospodarstwie domowym należałoby zwrócić uwagę na konsekwencje żywieniowo-zdrowotne takiego przygotowywania żywności. Nadmierne spożycie żywności smażonej, bogatej w tłuszcze, prowadzi do szeregu chorób cywilizacyjnych, takich jak otyłość czy choroby układu krążenia. Dodatkowo spożycie wraz z tłuszczem produktów jego degradacji termicznej, izomerów *trans* kwasów tłuszczowych oraz tłuszczów nasyconych, nie budzi zaufania do tego rodzaju żywności. Konieczne jest zatem poszukiwanie metod i wdrażanie nowych technologii ograniczających niepożądane przemiany tłuszczu, a także jego kontrola w czasie całego procesu smażenia.

## Literatura

- BESMIRA M., JIANG B., NSABIMANA C., JIAN T., 2007. Effect of lavender and thyme incorporation in sunflower seed oil on its resistance to frying temperatures. *Food Res. Int.* 40: 341-346.
- BOSKOU D., 1999. Non-nutrient antioxidants and stability of frying oils. W: *Frying of food*. Red. D. Boskou, I. Elmadfa. Technomic Publishing Company, Lancaster: 183-204.
- BOSKOU D., 2003. *Frying fats*. W: *Chemical and functional properties of food lipids*. Red. Z.E. Sikorski, A. Kołakowska. CRC Press, Boca Raton: 235-344.



- DANIEL D.R., THOMPSON L.D., SHRIVER B.J., WU CH., HOOVER L., 2005. Nonhydrogenated cottonseed oil can be used as a deep fat frying medium to reduce *trans*-fatty acid content in French fries. *J. Am. Diet. Assoc.* 105: 1927-1932.
- DOBARGANES C., MÁRQUEZ-RUIZ G., VELASCO J., 2000. Interaction between fat and food during the frying process. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102: 521-528.
- DROZDOWSKI B., 2002. *Lipidy*. W: *Chemia żywności*. Red. Z.E. Sikorski. WN-T, Warszawa: 171-228.
- DROZDOWSKI B., HAZUKA Z., PAWŁOWICZ R., TYNEK M., 1999. Effect of polydimethyl siloxane on rapeseed oil transformation during deep frying. *J. Food Lipids* 6: 205-213.
- ESTURK O., KAYACIER A., SINGH R.K., 2000. Reduction of oil uptake in deep fried tortilla chips. *Food Sci. Technol. Int.* 6: 425-431.
- FRANKEL E.N., 1998. *Frying fats*. W: *Lipid oxidation*. Red. N.E. Frankel. The Oily Press, Dundee: 227-248.
- GARAYO J., MOREIRA R., 2002. Vacuum frying of potato chips. *J. Food Eng.* 55: 181-191.
- GERTZ C., KLOSTERMANN S., 2002. Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104: 762-771.
- GERTZ C., KLOSTERMANN S., KOCHHAR S.P., 2000. Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102: 543-551.
- GOOD-FRY INTERNAT. N.V. Rotterdam. [<http://www.goodfry.com>].
- GRAMZA A., KORCZAK J., 2005. Tea constituents (*Camellia sinensis* L.) as antioxidants in lipid systems. *Trends Food Sci. Technol.* 16: 351-358.
- GUPTA M.K., 2005. *Frying oils*. W: *Bailey's industrial oil and fat products*. Vol. 4. Red. F. Shahidi. Wiley, New York: 1-31.
- HAZUKA Z., 2003. Oznaczenie monomerów cyklicznych nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczach posmaźalniczych. *Bromatol. Chem. Toksykol. Supl.*: 405-410.
- HAZUKA Z., PAWŁOWICZ R., TYNEK M., DROZDOWSKI B., 2000. Correlation of quality of frying oil extracted from potato fritters in liquid and partially hydrogenated rapeseed oils. *J. Food Lipids* 7: 225-236.
- HOUHOULA D.P., OREOPOULOU V., 2004. Predictive study for the extent of deterioration of potato chips during storage. *J. Food Eng.* 65: 427-432.
- HUANG S.-W., FRANKEL E.N., GERMAN J.B., 1995. Effects of individual tocopherols and tocopherol mixtures on the oxidative stability of corn oil triglycerides. *J. Agric. Food Chem.* 43: 2345-2350.
- INNAWONG B., MALLIKARJUNAN P., IRUDAYARAJ J., MARCY J.E., 2004. The determination of frying oil quality using Fourier transform infrared attenuated total reflectance. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 37: 23-28.
- JASWIR I., CHE MAN Y.B., KITTS D.D., 2000. Use on natural antioxidants in farined palm olein during reported deep-fat frying. *Food Res. Int.* 33: 501-508.
- JONNALA S.R., DUNFORD N.T., DASHIELL K.E., 2006. Tocopherol, Phytosterol and phospholipid compositions of new high oleic peanut cultivars. *J. Food Comp. Anal.* 19: 601-605.
- KITA A., 2006. Wpływ wybranych parametrów technologicznych na jakość smażonych produktów przekąskowych. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 537, Rozpr. 240.
- KITA A., LISIŃSKA G., POWOLNY G., 2005. The influence of frying medium degradation on fat uptake and texture of French fries. *J. Sci. Food Agric.* 85: 1113-1118.
- KOCHHAR S.P., 2001. *The composition of frying oils*. W: *Frying – improving quality*. Red. B.J. Rossel. CRC Press, Boca Raton: 87-114.
- KORCZAK J., 1997. *Zastosowanie tłuszczów w technologii potraw*. W: *Prawda o tłuszczach*. Red. J. Gawęcki. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa: 49-52.
- KROKIDA M.K., OREOPOULOU V., MAROULIS Z.B., MARINOS-KOURIS D., 2001. Effect of pre-drying on quality of French fries. *J. Food Eng.* 49: 347-354.

- LEDÓCHOWSKA E., HAZUKA Z., 2006. Przemiany termooksydatywne wybranych olejów oliwkowych i oleju rzepakowego zachodzące w czasie ogrzewania i smażenia. *Tłuszcze Jadal.* 41, 3-4: 193-204.
- LIU Q., SINGH S., GREEN A., 2002. High-oleic and high-stearic cottonseed oils: nutritionally improved cooking developed using gene silencing. *J. Am. Coll. Nutr.* 21, 3: 205S-211S.
- MALLIKARJUNAN P., CHINNAN M.S., BALASUBRAMANIAM V.M., PHILLIPS R.D., 1997. Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. *Food Sci. Technol.* 30: 709-714.
- MARQUEZ-RUIZ G., VELASCO J., DOBARGANES M.C., 2004. Effectiveness of dimethylpolysiloxane during deep frying. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 106: 752-758.
- MATH R.G., VELU V., NAGENDER A., RAO D.G., 2004. Effect of frying conditions on moisture, fat and density of popad. *J. Eng.* 64: 429-434.
- MEHTA U., SWINBURN B., 2001. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. *Food Sci. Nutr.* 41: 133-154.
- MELLEMA M., 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends Food Sci. Technol.* 14: 364-373.
- MOREIRA R.G., SUN X.Z., CHEN Y.H., 1997. Factors affecting oil uptake of tortilla chips in deep-fat frying. *J. Food Eng.* 31: 485-498.
- MOYANO P.C., RIOSECO V.K., GONZALEZ P.A., 2002. Kinetics of crust color changes during deep-fat frying of impregnated French fries. *J. Food Eng.* 54: 249-255.
- NAZ S., SIDDIGI R., SHEIKH H., SAYEED S.A., 2005. Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. *Food Res. Int.* 38: 127-134.
- POKORNY J., SAKURAI H., 2000. Nowe oleje roślinne o zmodyfikowanym składzie i specjalnym przeznaczeniu. *Przem. Spoż.* 11: 50-51.
- PSOMIADOU E., TSIMIDOU M., 2002. Stability of virgin olive oil. Photo-oxidation studies. *J. Agric. Food Chem.* 50: 722-727.
- RIMAC-BRNČIĆ S., LELAS V., RADE D., ŠIMUNDIĆ B., 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *J. Food Eng.* 64: 237-241.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 18 września 2008 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych. 2008. *Dz.U.* 177, poz. 1094.
- SAGUY I.S., DANA D., 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *J. Food Eng.* 56: 143-152.
- SAKURAI H., YOSHIHASHI T., NGUYEN H.T.T., POKORNY J., 2003. A new generation of frying oils. *Czech J. Food Sci.* 21: 145-151.
- SIRILERT T., JANGCHUD A., JANGCHUD K., 2005. Effect of coating on kinetic of oil uptake during deep fat frying in doughnut cake. [[http://ift.confex.com/ift/2005/techprogram/paper\\_29517.htm](http://ift.confex.com/ift/2005/techprogram/paper_29517.htm)].
- SMITH S.A., KING R.E., MIN D.B., 2007. Oxidative and thermal stabilities of genetically modified high oleic sunflower oil. *Food Chem.* 102: 1208-1213.
- SOSA-MORALES M., ORZUNA-ESPIRITU R., VÉLEZ-RUIZ J.F., 2006. Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat. *J. Eng.* 77: 731-738.
- SZUKALSKA E., 2003. Technologie stosowane do otrzymania tłuszczów smaźalniczych. *Tłuszcze Jadal.* 38: 118-137.
- SZUKALSKA E., SIENKIEWICZ A., TYLINGO R., 2005. Badanie przemian chemicznych i fizykochemicznych tłuszczów smaźalniczych skomponowanych na bazie oleju rzepakowego. *Tłuszcze Jadal.* 40: 27-39.
- TARRAGO-TRANI M.T., PHILLIPS K.M., LEMAR L.E., HOLDEN J.M., 2006. New and existing oils and fats used in products with reduced *trans*-fatty acid content. *J. Am. Diet. Assoc.* 106: 867-880.
- TYNEK M., HAZUKA Z., 2004. Dodatki ograniczające przemiany termooksydatywne tłuszczów. *Przem. Spoż.* 12: 42-46.

Kmiecik D., Korczak J., 2010. Tłuszcze smaźalnicze – jakość, degradacja termiczna i ochrona. *Nauka Przyr. Technol.* 4, 2, #23.

---

- TYNEK M., HAZUKA Z., PAWŁOWICZ R., DUDEK M., 2001. Changes in the frying medium during deep-frying of food rich in proteins and carbohydrates. *J. Food Lipids* 8: 251-261.
- VARELA G., RUIZ-ROSO B., 1998. Influence of the frying process on the real fat intake. *Grasas Aceites* 49, 3-4: 366-369.
- WARNER K., 2005. Effects on the flavor and oxidative stability of stripped soybean and sunflower oils with added pure tocopherols. *J. Agric. Food Chem.* 53: 9906-9910.
- WARNER K.A., GUPTA M., 2005. Potato chip quality and frying oil stability of high oleic acid soybean oil. *J. Food Sci.* 70, 6: 395-400.
- YAGHMUR A., ASERIN A., MIZRAHI Y., NERD A., GARTI N., 2001. Evaluation of Argan oil for deep-fat frying. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 34: 124-130.
- ZANDI P., GORDON M.H., 1999. Antioxidant activity of extracts from old tea leaves. *Food Chem.* 64: 285-288.
- Zhang X., Wu H., Wenig X.C., 2004. Two novel synthetic antioxidants for deep frying oil. *Food Chem.* 84: 219-222.

## FRYING FATS – QUALITY, THERMAL DEGRADATION AND PROTECTION

**Summary.** Frying is currently one of the most common methods of thermal processing of food, because it is fast, and fried products have specific flavour, smell and structure. Using plant oils for frying leads to its degradation and creates a large number of substances which are dangerous for humans. The rate of degradation of fried fats is varied and depends on: the type of fat used, the type of fried food, frying conditions, but also on the presence of natural and synthetic antioxidants. Consumption of undesirable substances formed during heating of oils can be reduced by limiting their absorption with the oil to the fried product. For this purpose, the preliminary processes such as predrying or blanching the product are used. It is also possible to use specific substances that coat the surface of fried products by reducing fat absorption.

**Key words:** frying, thermal changes of oils, natural and synthetic antioxidants

*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 druku – Accepted for print:*

*9.02.2010*

*Do cytowania – For citation:*

*Kmiecik D., Korczak J., 2010. Tłuszcze smaźalnicze – jakość, degradacja termiczna i ochrona. Nauka Przyr. Technol. 4, 2, #23.*