

**Marlena Dudek-Makuch*¹, *Kinga Knoska*¹, *Justyna Chanaj-Kaczmarek*²

Naturalne przedłużanie trwałości produktów spożywczych

Natural increase of food products stability

¹Dział Badań i Rozwoju, Curtis Health Caps Sp. z o.o.

²Katedra i Zakład Farmakognozji, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

SUMMARY

In recent years, natural antioxidants are often investigated because of synthetic antioxidants have an adverse effect on human health. Scientific research in the food industry focused on the search for natural antioxidants that would be similarly effective to synthetic antioxidants. For this purpose, commonly known and used natural compounds (e.g. carotenoids), spices and herbs particularly rich in chemical compounds with strong antioxidant properties (e.g. rosemary, thyme, sage, oregano, garlic, cloves) as well as green tea extracts, fruit extracts (e.g. plums, apricots, cranberries) are used. The addition of natural polyphenols not only prolongs the durability of food products, but also protects the body against oxidative damage. Epidemiological studies show a correlation between the consumption of polyphenol-rich products and a reduction in the risk of developing civilization diseases, including heart diseases.

Keywords: plant antioxidants, spices and herbs, polyphenols, food stability

STRESZCZENIE

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie substancjami przeciwutleniającymi pochodzenia naturalnego ze względu na szkodliwy wpływ dotychczas stosowanych przeciwutleniaczy syntetycznych na zdrowie człowieka. Badania z zakresu przemysłu spożywczego koncentrują się na poszukiwaniu naturalnych przeciwutleniaczy, które wykazywałyby porównywalną skuteczność do przeciwutleniaczy syntetycznych. Do tego celu wykorzystywane są powszechnie znane i stosowane związki naturalne (np. karotenoidy), rośliny zielarskie i przyprawowe bogate w związki chemiczne (polifenole) o silnych właściwościach przeciwutleniających (np. rozmaryn, tymianek, szalwia, oregano, czosnek, goździki), a także ekstrakty z zielonej herbaty i ekstrakty z owoców (np. śliwek, moreli, żurawiny). Dodatek naturalnych polifenoli nie tylko przedłuża trwałość produktów spożywczych, ale również chroni organizm przed uszkodzeniami oksydacyjnymi. Badania epidemiologiczne wykazują korelację między spożywaniem produktów bogatych w polifenole a zmniejszeniem ryzyka zachorowalności na choroby cywilizacyjne, w tym choroby serca.

Słowa kluczowe: przeciwutleniacze roślinne, rośliny zielarskie i przyprawowe, polifenole, trwałość żywności

Wstęp

Rośliny zielarskie i przyprawowe stosowane były przez człowieka już w starożytności. Na przestrzeni wieków odkrywano i wykorzystywano ich walory smakowe oraz właściwości lecznicze, dzięki czemu stanowią one nieodłączny element naszej kultury żywieniowej (1). Obecnie dodawanie przypraw i roślin zielarskich do żywności nie jest związane jedynie ze wzbogacaniem cech organoleptycznych produktów spożywczych. Stanowią one źródło substancji będących naturalnymi przeciwutleniaczami, które przedłużają trwałość żywności (2).

Ze względu na udowodnione właściwości prozdrowotne roślin zielarskich i przyprawowych można zaliczyć je do żywności funkcjonalnej. Przewiduje się,

że w przyszłości zioła i przyprawy bogate w przeciwutleniacze będą jednymi z istotniejszych elementów zapobiegania chorobom cywilizacyjnym (3).

Przeciwutleniacze w przemyśle spożywczym

Wolne rodniki jako czynniki wpływające na obniżenie trwałości żywności

Wolne rodniki są atomami lub cząsteczkami, które wykazują zdolność do samodzielnego istnienia przez pewien okres czasu oraz mającymi na zewnątrz powłocę co najmniej jeden niesparowany elektron, który odpowiada za ich wysoką reaktywność w stosunku do białek, tłuszczów i węglowodanów.

Powstawanie wolnych rodników w produktach spożywczych jest powodowane przede wszystkim obróbką termiczną żywności oraz przechowywaniem. Innymi czynnikami sprzyjającymi ich wytwarzaniu są reakcje redoksove, działanie promieni świetlnych, kationów, enzymów oraz promieniowania jonizującego. Należą do nich m.in. wolne rodniki, będące reaktywnymi formami tlenu, np. anionorodnik ponadtlenkowy ($O_2^{\bullet-}$), rodnik hydroksylowy (OH^{\bullet}) i niektóre pozostałe reaktywne formy tlenu – nadtlenek wodoru (H_2O_2) i tlen singletowy (1O_2). Są one bardzo aktywne chemicznie, przez co reagują ze składnikami żywności, prowadząc do niekorzystnych zmian właściwości produktów spożywczych (4).

Utlenianie lipidów, białek i sacharydów przy udziale reaktywnych form tlenu

W większości przypadków reakcje podstawowych składników żywności z wolnymi rodnikami i reaktywnymi formami tlenu pogarszają jakość produktów spożywczych. Z powodu niższej bariery energetycznej zapoczątkowania peroksydacji lipidów reaktywne formy tlenu reagują w pierwszej kolejności z tymi składnikami żywności (4).

Proces utlenienia lipidów (nazywany jęłczeniem) zachodzi zarówno w temperaturze pokojowej, jak i w warunkach zamrożenia. Reakcje te mogą być zainicjowane przez rodnik wodoronadtlenkowy (HO_2^{\bullet}), rodnik hydroksylowy (HO^{\bullet}), a także przez rodniki organiczne, m.in. RO^{\bullet} i R^{\bullet} . Ponadto przyczyną utlenienia lipidów może być działanie energii światła UV i widzialnego lub reakcja z tlenem singletowym (1O_2). Wtórne produkty utlenienia lipidów, np. związki karbonylowe, uczestnicząc w kolejnych reakcjach chemicznych, powodują modyfikację struktury aminokwasów, białek oraz degradację przeciwutleniaczy, wywołując w konsekwencji brunatnienie (4) oraz zmianę zapachu produktów spożywczych. Stanowią one także istotne zagrożenie dla zdrowia człowieka, przyczyniając się do uszkodzeń struktur wewnątrzkomórkowych oraz zmian zwyrodnieniowych (5).

Utlenianie białek w produktach spożywczych jest spowodowane działaniem temperatury, światła oraz takich cząsteczek, jak: rodniki lipidowe, tlen singletowy (1O_2), rodnik wodoronadtlenkowy (HO_2^{\bullet}), hydroksylowy (OH^{\bullet}), nadtlenek wodoru (H_2O_2) i wodoronadtlenki. W wyniku tego procesu następuje zmiana właściwości fizykochemicznych białek oraz ich wartości odżywczej (6).

Utlenianie sacharydów pod wpływem reaktywnych form tlenu dotyczy szczególnie glukozy, fruktozy oraz sacharozy, które reagując z rodnikiem hydroksylowym, tworzą następne wolne rodniki (4). Powstawanie

wolnych rodników jest szczególnie nasilone podczas utleniania skrobi, napromieniowania żywności zawierającej laktozę lub podczas prażenia kawy (4).

Przeciwutleniacze w produktach spożywczych

Przeciwutleniacze są definiowane jako substancje, które w odpowiednio niskich stężeniach w stosunku do składnika żywności ulegającemu utlenianiu przedłużają trwałość produktów spożywczych poprzez opóźnienie lub hamowanie tego procesu w żywności (7, 8). W ten sposób zapobiegają niepożądanym zmianom chemicznym zachodzącym m.in. w tłuszczach, warzywach czy owocach. W celu skutecznego zapobiegania utlenianiu składników żywności istotne jest odpowiednie stężenie przeciwutleniacza, którego przekroczenie może skutkować nawet przyspieszeniem niekorzystnego procesu autooksydacji (7).

Substancje o działaniu przeciwutleniającym mogą być stosowane zarówno jako dodatki do żywności w celu przedłużenia jej trwałości (9), jak i stanowić grupy związków naturalnie występujących w roślinach, które dostarczane wraz z pożywieniem odgrywają istotną rolę w zapobieganiu m.in. cukrzycy, miażdżycy, chorób neurodegeneracyjnych (8). Grupy przeciwutleniaczy występujących naturalnie w żywności nieprzetworzonej pochodzenia roślinnego przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Grupy przeciwutleniaczy występujących naturalnie w żywności nieprzetworzonej (wg 10 i 11)

Grupy przeciwutleniaczy		
Polifenole	Kwasy fenolowe	Pochodne kwasu benzoowego
		Pochodne kwasu cyjamonowego
	Flawonoidy	Antocyjany
		Flawanole
		Flawanony
		Izoflawony
		Flawony
		Flawonole
	Stilbeny	
	Lignany	
Karotenoidy		
Witamina A		
Witamina C		
Witamina E		

Wyróżnia się kilka mechanizmów działania przeciwutleniających:

- substancje przeciwutleniające, będące donorami niesparowanego elektronu wolnych rodników, bezpośrednio dezaktywują wolne rodniki zapoczątkowujące reakcję łańcuchową na drodze przyłączenia do nich atomu wodoru (np. przeciwutleniacze, które przeciwdziałają utlenianiu tłuszczów – tokoferole, tokotrienole, BHT (butylohydroksytoluen) i BHA (butylohydroksyanizol)) oraz związki fenolowe,
- akceptory elektronów – wiążąc tlen z powietrza, przeciwdziałają utlenianiu lipidów (np. aminokwas tauryna),
- przeciwutleniacze przerywające łańcuchową reakcję oksydacji, wiążące jony metali oraz odnawiające przeciwutleniacze pierwotne (np. polifenole, kwas askorbinowy) (4).

Przeciwutleniacze dodawane do żywności w celu przedłużenia jej trwałości stanowią jedną z grup dodatków do żywności określonych w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2008 roku w sprawie dodatków do żywności (Dz. U. WE L 354/16), gdzie oznaczone są one odpowiednio symbolami od E 300 do E 399 według międzynarodowego systemu numerycznego, tzw. International Numbering System (12). Niektóre z nich przedstawia tabela 2.

Przeciwutleniacze są dodawane do żywności w dawkach nieprzekraczających wskaźnika akceptowalnego dziennego pobrania (ang. *acceptable daily intake* – ADI) – wyrażonego w mg na kg masy ciała człowieka. Został on wyznaczony dla każdej substancji przeciwutleniającej w oparciu o badania toksykologiczne, biologiczne i chemiczne (12).

Przekroczenie dawek syntetycznych przeciwutleniaczy może wywołać szereg działań niepożądanych. Dla przykładu BHA jest uznawany za substancję

bezpieczną w żywności w stężeniu do 0,02% (13). Powyżej tej wartości może wykazywać działanie szkodliwe na organizm człowieka poprzez powodowanie nieprawidłowości w funkcjonowaniu wątroby, alergii oraz podwyższaniu poziomu cholesterolu. Z kolei stosowanie galusanów oraz BHT jest związane z ryzykiem działania alergizującego oraz trudnościami w przyswajaniu żelaza. Ponadto BHT jest uznawany za czynnik prowadzący do powstawania nowotworów, zapalenia skóry, astmy i zwiększania poziomu cholesterolu (14).

Naturalne przeciwutleniacze dodawane do żywności

Wysoki potencjał przeciwutleniający mają związki polifenolowe. W celu przedłużenia trwałości żywności stosowane są głównie kwasy fenolowe oraz karotenoidy. Szeroko rozpowszechnionym w świecie roślinnym kwasem fenolowym jest kwas chlorogenowy. Występuje on m.in. w owocach: jabłkach, truskawkach, ananasach (15). Kwas chlorogenowy dodany w stężeniu 50 mg/l do owoców przechowywanych w temperaturze 25°C ma zdolność hamowania powstawania rodnika nadadtlenkowego oraz nadadtlenku wodoru, co więcej, w owocach potraktowanych kwasem chlorogenowym zanotowano wzrost aktywności enzymów odpowiadających za neutralizację wolnych rodników (16). Ponadto wykazuje on właściwości przeciwzapalne, przeciwnowotworowe i działa ochronnie na osteoblasty poprzez neutralizację nadadtlenku wodoru, co ma szczególne znaczenie w zapobieganiu powstawania osteoporozy (15).

Innym znanym kwasem fenolowym jest kwas kawowy, obecny m.in. w kawie, jabłkach, gruszkach, śliwkach (17). W stosunku do kwasu chlorogenowego odznacza się on większą zdolnością do neutralizacji rodników alkoksylowych powstałych w wyniku rozpadu estrów metylowych kwasu linolowego w oleju

Tab. 2. Wybrane przeciwutleniacze stosowane jako dodatki do żywności (7)

Numer wg systemu oznaczeń UE	Nazwa	Numer wg systemu oznaczeń UE	Nazwa
E 300	Kwas askorbinowy	E 312	Galusan dodecyłu
E 301	Askorbinian sodu	E 315	Kwas erytrobowy (kwas izoaskorbinowy)
E 306	Mieszanka tokoferoli	E 316	Izoaskorbinian sodu
E 307	α -Tokoferol	E 320	Butylohydroksyanizol (BHA)
E 308	γ -Tokoferol	E 321	Butylohydroksytoluen (BHT)
E 309	δ -Tokoferol	E 327	Mleczan wapnia
E 310	Galusan propylu (PG)	E330	Kwas cytrynowy

słonecznikowym (18). Silnym przeciwutleniaczem jest również kwas galusowy, występujący w jeżynach, winogronach, malinach, truskawkach (17). Jego estry, takie jak: galusan propylu, oktylu i dodecyłu, otrzymywane syntetycznie, znalazły zastosowanie w przemyśle spożywczym jako przeciwutleniacze dodawane do żywności (19).

Naturalne przeciwutleniacze dodawane do tłuszczów

Przemiany zachodzące w trakcie smażenia tłuszczów

Smażenie jest procesem, w trakcie którego tłuszcze ulegają licznym przemianom chemicznym. Zastosowany sposób smażenia determinuje stopień tych zmian. Smażenie z użyciem oleju w ilości 10-20% w porównaniu do masy smażonego produktu nie prowadzi do jego znaczących zmian jakościowych. Z kolei w trakcie wielokrotnego smażenia zanurzeniowego tłuszcz podlega oddziaływaniu tlenu, wysokiej temperatury i wody znajdującej się w smażonej żywności. Zachodzące wtedy reakcje hydrolizy, utleniania oraz przemiany termiczne prowadzą do jego rozkładu oraz powstawania szkodliwych dla zdrowia człowieka związków chemicznych. W wyniku reakcji hydrolizy prowadzącej do rozpadu triacylogliceroli powstają m.in. wolne kwasy tłuszczowe, wpływające niekorzystnie na właściwości fizyczne

tłuszczu, natomiast w czasie reakcji utleniania powstają wodoronadtlenki ulegające rozkładowi do produktów wtórnych – hydroksydienów, oksydienów, epoksydów, ketoli oraz aldehydów, alkoholi i ketonów, powodujących nieprzyjemny zapach. Wysoka temperatura prowadzi do reakcji cyklizacji i polimeryzacji. Produkty reakcji utleniania tłuszczów mogą mieć zatem wpływ na obniżenie wartości odżywczej smażonych produktów, jak również mogą oddziaływać niekorzystnie na organizm człowieka (20).

Źródła naturalnych przeciwutleniaczy dodawanych do tłuszczów

Niepożądane zmiany termooksydatywne mogą zostać ograniczone dzięki stosowaniu olejów o odpowiednim składzie kwasów tłuszczowych oraz poprzez dodatek przeciwutleniaczy syntetycznych, takich jak: BHA (butylohydroksyanizol), BHT (butylohydroksytoluen), galusanu propylu, oktylu i dodecyłu, a także kwasu askorbinowego, cytrynowego, fosforowego oraz palmitynianu askorbylu. Oprócz nich dużą grupę związków zapobiegających utlenianiu tłuszczów stanowią przeciwutleniacze naturalne, do których zaliczane są przeciwutleniacze rodzime będące składnikami olejów oraz rośliny bogate w polifenole (20). Podział przeciwutleniaczy naturalnych zapobiegających niekorzystnym przemianom tłuszczów przedstawia tabela 3.

Tab. 3. Podział przeciwutleniaczy naturalnych zapobiegających niekorzystnym przemianom tłuszczów (wg 20-22)

Przeciwutleniacze naturalne i ich źródła		Substancje przeciwutleniające
Przeciwutleniacze natywne	olej rzepakowy	tokoferole i tokotrienole
	olej sezamowy	sezamol, sezaminol oraz ich izomery
	olej ryżowy	oryzanol
	oliwa z oliwek	skwalen
Rośliny bogate w polifenole		ekstrakty z liści herbaty, rozmarynu, szalwii, oregano i majeranku

Tab. 4. Naturalne przeciwutleniacze dodawane do olejów w celu przedłużenia ich trwałości (wg 27-32)

Rośliny zielarskie i przyprawy	Substancje przeciwutleniające	Efekty przedłużania trwałości
Tymianek	tymol karwakrol kwas galusowy	– dodatek 1% ekstraktu etanolowego z liści tymianku do oleju słonecznikowego hamował jego utlenianie w różnych temperaturach przechowywania: 4, 18 i 38°C – dodatek olejku z tymianku w ilości 0,1% do smalcu wieprzowego przechowywanego przez 90 dni spowalniał utlenianie lipidów
Rozmaryn	karnozol kwas karnozowy rosmanol rosmandial epirosmanol rosmanal	– dodatek 1% ekstraktu etanolowego z liści rozmarynu do oleju słonecznikowego hamował jego utlenianie w temperaturze 18 i 38°C – dodatek etanolowego ekstraktu z rozmarynu skutecznie hamował utlenianie lipidów w oleju sojowym przechowywanym przez 20 dni

Smażenie jest procesem przebiegającym w zakresie temperatur 150-190°C. Wiele przeciwutleniaczy naturalnych okazuje się być nieefektywnych w tak wysokiej temperaturze. Pomimo to istnieją badania udowadniające skuteczność niektórych przeciwutleniaczy naturalnych dodawanych do olejów przeznaczonych do smażenia. Dodatek ekstraktu z rozmarynu do oleju sojowego w ilości 0,02%, ogrzewanego następnie przez 2 godz. w temperaturze 180°C, powodował wzrost jego stabilności o 30% w porównaniu do przeciwutleniaczy syntetycznych (23). Z kolei olejek bazyliowy dodany w ilości 0,02% do oleiny palmowej zastosowanej do smażenia w temperaturze 180°C polepszył jej stabilność (24). Dodatek ekstraktu z pestek winogron w ilości 0,06-0,08% do ogrzewanego oleju słonecznikowego hamował rozkład lipidów na takim samym poziomie co przeciwutleniacz syntetyczny BHT dodany w ilości 0,02% (25). Skutecznym przeciwutleniaczem naturalnym jest również oregano, którego dodatek w ilości 1% do oleju rzepakowego spowalnia proces utleniania lipidów w oleju ogrzewanym do temperatury 178°C (26).

Naturalne przeciwutleniacze mogą być także dodawane do olejów w celu zmniejszenia rozkładu lipidów zachodzącego w trakcie ich przechowywania (20). Rośliny zielarskie i przyprawy dodawane do olejów w celu przedłużenia ich trwałości przedstawia tabela 4.

Liczne badania potwierdzają także skuteczność przeciwutleniaczy rodzimych, które występują w olejach nierafinowanych i hamują jęłczenie tłuszczów w trakcie procesu tworzenia nadtlenków lipidowych. Kolejne procesy utleniania lipidów są zależne od stopnia nienasycenia kwasów tłuszczowych w olejach. Wysoką aktywność przeciwutleniającą wykazywały oleje: krokoszowy, ryżowy, winogronowy i z orzecha włoskiego, zaś wysoką stabilność oksydacyjną oliwa z oliwek (33).

Potwierdzono również korzystny wpływ rodzimych związków fenolowych na stabilność oksydacyjną oraz aktywność przeciwrodnikową olejów tłoczonych z nasion lnu, lnianki, konopi i żmijowca pospolitego. Obecne w badanych nasionach związki fenolowe przenikały do tłoczonych z nich olejów zawierających wielonienasycone kwasy tłuszczowe. Pozbawienie olejów rodzimych przeciwutleniaczy skutkowało zmniejszeniem aktywności przeciwutleniającej w stosunku do rodnika DPPH (34).

Naturalne przeciwutleniacze stosowane do mięsa

Procesy utleniania wpływające na jakość produktów mięsnych

Procesy utleniania zachodzące z udziałem reaktywnych form tlenu i reaktywnych form azotu mają istotny

wpływ na pogorszenie jakości produktów mięsnych. Zachodzą one pod wpływem takich czynników, jak: działanie światła, tlenu, temperatury, etapów produkcji oraz obecności metali. Ponadto pasze stosowane do skarmiania zwierząt także wpływają na podatność mięsa na procesy utleniania. Głównymi składnikami ulegającymi utlenieniu w mięsie są lipidy i białka. Utlenianie lipidów skutkuje powstaniem rodników lipidowych mających zdolność do wywoływania mutacji w obrębie łańcucha nukleinowego. Dalsze reakcje z nienasyconymi kwasami tłuszczowymi prowadzą do powstania wtórnych produktów utleniania, m.in. aldehydów, które są czynnikiem biorącym udział w powstawaniu miazdźcy i nowotworów oraz odpowiadają za pogorszenie zapachu, smaku i koloru mięsa (35), a także utratę właściwości odżywczych białek, skutkujące pogorszeniem strawności i przyswajalności aminokwasów (36).

W celu zapobiegania niekorzystnym skutkom utleniania mięsa w przemyśle spożywczym wykorzystywane są przeciwutleniacze syntetyczne, takie jak: TBHQ (trzeciorzędowy butylohydroksychinon), BHA, BHT oraz galusany propylu, oktylu i dodecyłu. Stosowanie syntetycznych przeciwutleniaczy podyktowane jest przede wszystkim ich stabilnością oraz większą odpornością na działanie światła w porównaniu z przeciwutleniaczami naturalnymi. Fakt ten sprawia, że na chwilę obecną przeciwutleniacze syntetyczne stanowią nieodłączny element dodatków do żywności używanych w przemyśle spożywczym (31). Jednak ich stosowanie wiąże się z ryzykiem szkodliwego działania na zdrowie człowieka, dlatego w przemyśle mięsnym coraz większą wagę przykładana się do poszukiwania niedrogich i skutecznych naturalnych przeciwutleniaczy (2), których dodatkową zaletą jest brak limitów prawnych związanych z ich spożywaniem. Do głównych źródeł naturalnych przeciwutleniaczy należą rośliny zielarskie i przyprawowe dodawane do mięsa w formie suszonej lub świeżej oraz ekstraktów wodnych i alkoholowych, a także ekstraktów z owoców, pestek, nasion zbóż i herbat (31).

Przykłady roślin zielarskich i przyprawowych wykorzystywanych jako przeciwutleniacze do mięs przedstawia tabela 5.

Potwierdzono wysoką efektywność działania przeciwutleniającego ekstraktów z rozmarynu, szałwii i goździków stosowanych do peklowanych homogenatów mięsa wieprzowego. Ekstrakt z rozmarynu był najskuteczniejszym przeciwutleniaczem, dzięki któremu została zachowana barwa mięsa (32, 37). Etanolowy ekstrakt z rozmarynu wykazywał również najkorzystniejsze działanie ochronne w stosunku do tiaminy zawartej w mięsie suszonym (38).

Tab. 5. Źródła przeciwutleniaczy pochodzenia roślinnego dodawane do produktów mięsnych (wg 31)

Rośliny zielarskie i przyprawowe	Związki przeciwutleniające
Rozmaryn	flawony, diterpeny steroidowe, triterpeny, rozmanol, rozmarychinon, karnozol, genkwanina, galdozol, epirozmanol, karnozan metylu, kwas karnozowy, kwas ferulowy, kwas rozmarynowy, luteolina
Tymianek	tymol, karwakrol, kwas ferulowy, kwas galusowy, diterpeny fenolowe, luteolina
Szałwia	karnozol, kwas karnozolowy, rozmanol, epirozmanol, karnozan metylu, luteolina, kwas karnozowy, kwas rozmarynowy
Czosnek	allicyna, siarczek diallilu, disiarczek diallilu, S-allilocysteina
Oregano	karwakrol, tymol, kwas rozmarynowy
Papryka	kapsantyna
Goździki	eugenol

Wieloletnie badania potwierdzające skuteczność przeciwutleniającą ekstraktu z rozmarynu spowodowały, że został on zakwalifikowany jako przeciwutleniacz dodawany do żywności z kodem E 392 na mocy Dyrektywy 95/2/WE (2). Oprócz ekstraktów z rozmarynu, również wysoką aktywnością przeciwutleniającą w stosunku do lipidów zawartych w mięsie charakteryzują się wodne ekstrakty z kopru i tymianku, co wykazano, dodając je do mięsa kurcząt i indyków przechowywanego w zamrożeniu przez okres 6 miesięcy (39).

Źródłem naturalnych przeciwutleniaczy stosowanych do przedłużania trwałości mięsa mogą być również ekstrakty z owoców. Wykazano korzystne parametry przeciwutleniające suszonych owoców, takich jak: suszone śliwki, morele i żurawina. Właściwości przeciwutleniające ekstraktów wodnych otrzymanych z badanych suszonych owoców okazały się silniejsze od potencjału przeciwutleniającego ekstraktów pozyskanych ze świeżej cebuli i czosnku. Ponadto najwyższą aktywnością przeciwutleniającą spośród badanych ekstraktów suszonych owoców charakteryzował się ekstrakt wodny z suszonych śliwek (40).

Bogatym źródłem związków o działaniu przeciwutleniającym – katechin – są liście zielonej herbaty. Ekstrakt wodny z liści zielonej herbaty ograniczał procesy oksydacyjne zachodzące w tłuszczu farszu mięsnego (41). Podobne wyniki otrzymano, pokrywając fragmenty mięsa drobiowego 1% wyciągiem z liści zielonej herbaty. Zauważono znaczne zmniejszenie utleniania lipidów w porównaniu z próbami kontrolnymi w produktach przechowywanych zarówno w temperaturze chłodniczej, jak i zamrażalniczej (42).

W poszukiwaniu skutecznych naturalnych przeciwutleniaczy przeprowadzono szereg badań

porównujących ich aktywność z przeciwutleniaczami syntetycznymi. Wodno-etanolowe ekstrakty z pestek winogron i liści kasztanowca dodane do suszonych kiełbas typu chorizo były skuteczniejszymi przeciwutleniaczami niż syntetyczny BHT (43). Z kolei 1% dodatek rozdrobnionych nasion gorczycy wykazywał taką samą skuteczność, jak izoaskorbinian sodu w stosunku do utleniania lipidów w rozdrobnionym mięsie wołowym (44). Korzystniejsze właściwości przeciwutleniające ekstraktu etanolowego z liści miłorzębu w stosunku do BHT wykazali w swoich badaniach Flaczyk i wsp. (45), oznaczając ich wpływ na utlenianie lipidów w farszu mięsnym pierogów przechowywanych w warunkach chłodniczych.

Podsumowanie

Jednym z najtańszych sposobów hamowania przemian utleniających w żywności jest stosowanie przeciwutleniaczy syntetycznych, tj. BHT, BHA oraz galusanów. Jednak bezpieczeństwo stosowania syntetycznych przeciwutleniaczy do żywności jest obecnie kwestionowane ze względu na brak ich stabilności w wysokich temperaturach oraz możliwość promowania karcynogenezy (2). Coraz większego znaczenia nabierają związki naturalne oraz witaminy występujące w surowcach roślinnych, wykazujące właściwości przeciwutleniające. Wiele gatunków roślin jadalnych (owoce, warzywa), a także zielarskich i przyprawowych (rozmaryn, tymianek, szalwia, herbata, gorczyca) poddano badaniom pod kątem ich zdolności przeciwutleniających, potwierdzając ich skuteczność jako naturalnych przeciwutleniaczy przedłużających trwałość żywności. Stosując je, nie tylko ochramiamy żywność przed niekorzystnymi zmianami, ale dodatkowo wzbogacamy ją w składniki odżywcze.

Piśmiennictwo

1. Tapsell LC. Health benefits of herbs and spice: the past, the present, the future. *Med J Aust* 2006; 185:4-24.
2. Gantner M, Stokowska A. Nie tylko przyprawy przedłużają trwałość mięsa. *Post Techn Przetw Spoż* 2015; 1:86-90.
3. Kulczyński B, Gramza-Michałowska A. Znaczenie wybranych przypraw w chorobach sercowo-naczyniowych. *Post Hig Med Dosw* 2016; 70:1131-41.
4. Sinkiewicz I. Rola rodników, utleniaczy i przeciwutleniaczy w żywności. W: *Chemia żywności: praca zbiorowa. T. 2. Biologiczne właściwości składników żywności* (red. Sikorski ZE, Staroszczyk H). Wyd Nauk-Techn, Warszawa 2015; 27-46.
5. Dąbrowska M, Zielińska A, Nowak I. Produkty utleniania lipidów jako potencjalny problem zdrowotny oraz analityczny. *Chemik* 2015; 69:89-94.
6. Baron CP. Protein oxidation in foods and its prevention. In: Bartosz G (ed.): *Food oxidants and antioxidants. Chemical, biological, and functional properties*. CRC Press, Boca Raton – London – New York 2014; 115-35.
7. Gertig H. Dodatki do żywności. W: Gawęcki J (red.): *Żywność człowieka. T. 1*. Wyd PWN, Warszawa 2010; 435-48.
8. Stolarzewicz IA, Ciekot J, Fabiszewska AU i wsp. Roślinne i mikrobiologiczne źródła przeciwutleniaczy. *Post Hig Med Dosw* 2013; 67:1359-73.
9. Rogozińska I, Wichrowska D. Najpopularniejsze dodatki utrwalające stosowane w nowoczesnej technologii żywności. *Inż Aparat Chem* 2011; 50:19-21.
10. Koszowska A, Dittfeld A, Puzoń-Brończyk A i wsp. Poli-fenole w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Post Fitoter* 2013; (4):263-6.
11. Sroka Z, Gamian A, Cisowski W. Niskocząsteczkowe związki pochodzenia naturalnego. *Post Hig Med Dosw* 2005; 59:34-41.
12. Tymoszek E, Szpakowska M. Dodatki do żywności w świetle polskich i unijnych unormowań prawnych. *Zarządz Financ* 2012; 3:224-36.
13. Vandghanooni S, Forouharmehr A, Eskandani M i wsp. Cytotoxicity and DNA fragmentation properties of butylated hydroxyanisole. *DNA Cell Biol* 2013; 32:98-104.
14. Bartosz G. Mechanizmy obrony. W: *Druga twarz tlenu*. Wyd PWN, Warszawa 2013; 199-201.
15. Parus A. Przeciwwutleniające i farmakologiczne właściwości kwasów fenolowych. *Post Fitoter* 2013; (1):48-53.
16. Xi Y, Jiao W, Cao J i wsp. Effects of chlorogenic acid on capacity of free radicals scavenging and proteomic changes in postharvest fruit of nectarine. *PLoS ONE* 2017; 12:1-14.
17. Han D, Chen W, Gu X i wsp. Cytoprotective effect of chlorogenic acid against hydrogen peroxide induced oxidative stress in MC3T3-E1 cells through PI3K/Akt-Mediator Nrf/HO-1 signaling pathway. *Oncotarget* 2017; 8:14680-92.
18. Medina I, Gallardo JM, Gonzalez MJ i wsp. Effect of molecular structure of phenolic families as hydroxycinnamic acids and catechins on their antioxidant effectiveness in minced fish muscle. *J Agric Food Chem* 2007; 55:3889-995.
19. Guzik U, Wojcieszewska D, Jaroszek P. Biosynteza kwasu galusowego i jego zastosowanie. *Biotechnol* 2010; 1:119-31.
20. Kmiecik D, Korczak J. Tłuszcze smaźalnice – jakość, degradacja termiczna i ochrona. *Nauka Przyr Technol* 2010; 4:1-11.
21. Erkan N, Ayranci G, Ayranci G. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chem* 2008; 110:76-82.
22. Juliano C, Cossu M, Alamanni MC i wsp. Antioxidant activity of gamma-oryzanol: Mechanism of action and its effect on oxidative stability of pharmaceutical oils. *Int J Pharm* 2005; 299:146-54.
23. Ravi Kiran C, Sasidharan I, Soban Kumar DR i wsp. Influence of natural and synthetic antioxidants on the degradation of Soybean oil at frying temperature. *J Food Sci Technol* 2015; 52:5370-5.
24. Cardoso-Ugarte GA, Morlan-Palmas CC, Sosa-Morales E. Effect of the addition of basil essentials oil on the degradation of palm olein during repeated deep frying of french fries. *J Food Sci* 2013; 78:978-84.
25. Poiana MA. Enhancing oxidative stability of sunflower oil during convective and microwave heating using grape seed extract. *Int J Mol Sci* 2012; 13:9240-59.
26. Kurzeja E, Stec M, Pawłowska-Góral K i wsp. Wpływ suszonego oregano na peroksydację lipidów wybranych olejów jadalnych. *Bromatol Chem Toksykol* 2009; 42:932-6.
27. Zaborowska Z, Przygoński K, Bilka A. Antioxidative effect of thyme (*Thymus vulgaris*) in sunflower oil. *Acta Sci Pol Technol Aliment* 2012; 11:283-91.
28. Michalczyk M, Banaś J. Wpływ olejków eterycznych z wybranych roślin przyprawowych na stabilność oksydacyjną przechowywanego smalcu wieprzowego. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2014; 2:110-22.
29. Zaborowska Z, Przygoński K, Dziarska B i wsp. Wpływ ekstraktów tymianku i rozmarynu na stabilność oksydacyjną oleju słonecznikowego. *Bromatol Chem Toksykol* 2011; 44:877-82.
30. Dias LS, Menis ME, Jorge N. Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extracts on the oxidative stability and sensory acceptability of soybean oil. *J Sci Food Agric* 2015; 95:2021-7.
31. Wereńska M. Naturalne antyutleniacze stosowane do mięsa. *Nauk Inżyn Technol* 2013; 1:79-90.
32. Woźniak M, Ostrowska K, Szymański Ł i wsp. Aktywność przeciwoxidacyjna ekstraktów szalwii i rozmarynu. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2009; 4:133-41.
33. Kurzeja E, Kimsa-Dudek M, Synowiec-Wojtarowicz A i wsp. Stabilność oksydacyjna i pojemność przeciwutleniająca wybranych olejów jadalnych. *Bromatol Chem Toksykol* 2016; 49:350-5.
34. Mińkowski K, Zawada K, Ptasznik S i wsp. Wpływ związków fenolowych nasion na stabilność oksydacyjną i aktywność antyrodnikową wyciżonych z nich olejów bogatych w PUFA n-3. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2013; 4:118-32.
35. Falowo AB, Fayerni PO, Muchenje V. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Res Int* 2014; 64:171-81.
36. Hęś M, Korczak J. Wpływ produktów utleniania lipidów na wartość odżywczą białka. *Nauka Przyr Technol* 2007; 1:1-15.
37. Semerlak K, Jarmoluk A. Wpływ naturalnych antyoksydantów na barwę peklowanych przetworów mięsnych. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2011; 4:138-50.
38. Hęś M, Jeżewska M, Szymandera-Buszka K i wsp. Wpływ dodatków przeciwutleniających na wybrane wskaźniki wartości odżywczej mięsa suszonego. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2011; 5:94-106.
39. Szczepanik G. Wpływ ekstraktów kopru, podbiału, rozmarynu, skrzypu, szalwii i tymianku na hamowanie utleniania lipidów wyekstrahowanych z tkanki mięśniowej kurcząt i indyków. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2007; 4(53):89-98.
40. Śnieżek E, Szumska M, Janoszka B. Ocena właściwości przeciwutleniających wybranych produktów roślinnych w aspekcie możliwości ich wykorzystania jako dodatków do żywności wysokobiałkowej poddawanej obróbce termicznej. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2016; 5:116-26.

41. Salejda AM, Krasnowska G, Tril U. Próba wykorzystania przeciwutleniających właściwości ekstraktu zielonej herbaty w produkcji modelowych przetworów mięsnych. *Żywn-Nauk Technol Jakość* 2011; 5:107-18.
42. Kristam P, Eswarapragada NM, Bandi ER i wsp. Evaluation of edible polimer coatings enriched with green tea extract on quality of chicken nuggets. *Vet World* 2016; 9:685-92.
43. Lorenzo JM, Gonzalez-Rodriguez RM, Sanchez M i wsp. Effects of natural (grape seed and chestnut extract) and synthetic antioxidants (butylatedhydroxytoluene, BHT) on the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of dry cured sausage „chorizo”. *Food Res Int* 2013; 54:611-20.
44. Karwowska M, Wargacka M. Wpływ dodatku gorczycy i izoaskorbinianu sodu na zmiany oksydacyjne lipidów oraz barwę rozdrobnionego mięsa wołowego. *Nauka Przyr Technol* 2013; 7:1-10.
45. Flaczyk E, Kobus-Cisowska J, Jeszka M. Wpływ dodatku ekstraktów liści miłorzębu dwuklapowego na stabilność oksydacyjną lipidów farszu pierogów mięsnych przechowywanych w warunkach chłodniczych. *Nauka Przyr Technol* 2009; 3:1-11.

Konflikt interesów**Conflict of interest**

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 18.04.2019

zaakceptowano/accepted: 20.05.2019

Adres/address:

*Marlena Dudek-Makuch

Dział Badań i Rozwoju, Curtis Health Caps Sp. z o.o.

Wysogotowo, ul. Batorowska 52, 62-081 Przeźmierowo

e-mail: dudum@poczta.onet.pl