

WPLYW SPOSOBU DODAWANIA EKSTRAKTU ROZMARYNU DO MIĘSA NA JEGO WŁAŚCIWOŚCI ANTYOKSYDACYJNE

Andrzej Tyburcy, Damian Maziarczyk, Tomasz Florowski

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
Zakład Technologii Mięsa
ul. Nowoursynowska 159C, 02-787 Warszawa,
e-mail: andrzej_tyburcy@sggw.pl

Streszczenie

Praca składała się z dwóch doświadczeń. W pierwszym badano wpływ sposobu wprowadzenia ekstraktu rozmarynu Flavour Guard do farszów z mięsa wieprzowego (ekstrakt rozpuszczony w etanolu lub zawieszony w solance) na wskaźnik TBA wytworzonych z nich pieczeni, które przechowywano w temp. ok. 6 °C przez 24 h lub 7 dni. W drugim doświadczeniu porównano właściwości przeciwutleniające ekstraktu rozmarynu rozpuszczonego w etanolu lub zawieszonego w oleju rzepakowym oraz kwasu askorbinowego w farszach (wpływ na parametry barwy) oraz wytworzonych z nich pieczeniach (wpływ na wskaźnik TBA). Najsilniejsze właściwości przeciwutleniające w pieczeniach miał ekstrakt rozmarynu wprowadzony w postaci roztworu alkoholowego. Nie wpływał on jednak korzystnie, podobnie jak ekstrakt rozmarynu zawieszony w oleju, na stabilność barwy przechowywanych przez 5 dni w temperaturze 6°C farszów mięsnych.

Słowa kluczowe: ekstrakt rozmarynu, roztwór alkoholowy, nośnik olejowy, TBA, barwa, mięso wieprzowe

EFFECT OF THE WAY OF ADDITION OF ROSEMARY EXTRACT TO MEAT ON ITS ANITIOXIDATIVE PROPERTIES

Summary

The work comprised two experiments. In the first one the effect of the way of incorporation of commercial rosemary extract Flavour Guard (extract dissolved in ethanol or dispersed in a brine) into pork meat batters on TBARS values of roasts manufactured from them was investigated. The roasts were stored at the temperature of 6°C for 24 h or 7 days. In the second experiment the antioxidative properties of the rosemary extract (dissolved in ethanol or dispersed in rapeseed oil) were compared with ascorbic acid in meat batters (an effect on colour values) and made of them roasts (an effect on TBARS). The best

antioxidative properties in roasts had the rosemary extract added as an alcoholic solution. However, the extract dissolved in ethanol and dispersed in oil did not stabilize colour of meat batters stored at 6°C for 5 days.

Key words: rosemary extract, alcoholic solution, oil carrier, TBARS, colour, pork meat

WSTĘP

Przeciwutleniające właściwości ekstraktów rozmarynu, dodawanych do mięsa, były dowiedzione w licznych pracach dotyczących przechowywania mięsa i produktów mięsnych w stanie schłodzonym lub zamrożonym [Balentine i in. 2006; Ćwiertniewski, Polak 2007; Georgantelis i in. 2007; Sasse i in. 2009]. Projekt rozporządzenia poprawiającego dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 95/2/WE w sprawie substancji dodatkowych innych niż barwniki i substancje słodzące przewiduje wprowadzenie ekstraktu rozmarynu na listę substancji dodatkowych jako przeciwutleniacza i oznaczenie go symbolem E 392. Przewiduje się dopuszczenie tej substancji do stosowania m.in. w niektórych produktach mięsnych w określonych dawkach [Gajda-Wyrębek 2009].

Efektywność przeciwutleniająca ekstraktów rozmarynu może być zróżnicowana w zależności od warunków uprawy rośliny [Haworth 2003], sposobu ekstrakcji – m.in. rodzaju rozpuszczalnika ekstrakcyjnego [Hernández-Hernández i in. 2009], cech nośnika, na który nanoszony jest ekstrakt [Waszkowiak, Dolata 2007], jak również specyficznych cech produktu, w którym użyty jest dany ekstrakt [Estévez, Cava 2006].

Ekstrakty rozmarynu mogą być rozpuszczalne w wodzie lub oleju. Fernández-Lopez i in. [2005] przy wprowadzaniu ekstraktów rozmarynu do mięsa używali jako nośnika oleju słonecznikowego. Zawirska-Wojtasiak i Dolata [2005] zwrócili uwagę, że zamknięcie ekstraktów przypraw w hydrofilowych nośnikach (np. dekstrynie, skrobi modyfikowanej lub gumie arabskiej) ułatwia ich równomierne rozprowadzenie w mięsie, ponieważ oleożywice nie migrują wówczas tylko do frakcji tłuszczowej, ale otaczają też włókna mięśniowe.

Wills i in. [2007] podali, że rozpuszczenie witaminy E w etanolu ułatwia jej oddziaływanie na polarną frakcję fosfolipidów mięsa wołowego. W przypadku, gdy ten przeciwutleniacz był wprowadzany do mięsa na nośniku olejowym, nie wykazywał właściwości antyoksydacyjnych. Według Tang i in. [2001] etanolowy roztwór tokoferolu rozpylany na powierzchnię podczas mieszania farszu hamował również utlenianie lipidów w produkcie wytworzonym z surowca drobiowego.

Nasze poprzednie badania [Tyburcy i in. 2008] pozwoliły stwierdzić, że handlowy ekstrakt rozmarynu Flavour Guard (Chrystian Hansen Polska Sp. z o.o.) miał dobre

właściwości przeciwutleniające w modelowych pieczeniach z mięsa wieprzowego, mimo, że ten preparat nie miał cechy rozpuszczalności w wodzie i był dodawany w postaci zawiesiny w solance. Ekstrakt nie działał natomiast ochronnie na barwę mielonego mięsa wieprzowego.

Celem niniejszej pracy było określenie, jak użycie innego niż solanka nośnika (alkohol etylowy lub olej rzepakowy) wpłynie na działanie przeciwutleniające ekstraktu rozmarynu Flavour Guard w modelowych pieczeniach wieprzowych lub w farszu z mięsa wieprzowego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Praca składała się z dwóch doświadczeń. W doświadczeniu 1 wytwarzano cztery warianty modelowej pieczeni wieprzowej według składu recepturowego podanego w tabeli 1.

Tabela 1 Skład recepturowy modelowych pieczeni wieprzowych (doświadczenie 1)

Formulations of model pork roasts (Experiment 1)

Składnik <i>Component</i>	Wariant / <i>Formulation</i>			
	K	Et	SR	EtR
Karkówka wieprzowa <i>Pork neck</i>	200 g	200 g	200 g	200 g
Woda <i>Water</i>	20 g	10 g	20 g	10 g
Etanol (95% obj.) <i>Ethanol (95% v/v)</i>	-	10 g	-	10 g
NaCl	3 g	3 g	3 g	3 g
Pieprz czarny <i>Black pepper</i>	0,4 g	0,4 g	0,4 g	0,4 g
Ekstrakt rozmarynu* <i>Rosemary extract</i>	-	-	0,06 g	0,06 g

* Flavour Guard (Chrystian Hansen Polska Sp. z o.o.)

Były to następujące warianty pieczeni: kontrolny (K), z dodatkiem etanolu (95% obj.) - (Et), z dodatkiem ekstraktu rozmarynu (Flavour Guard firmy Chrystian Hansen Polska Sp. z o.o) zawieszzonego w solance (SR) i z dodatkiem ekstraktu rozmarynu rozpuszczonego w etanolu (EtR). Mięso rozdrabniano w wilku laboratoryjnym przez siatkę o średnicy oczek 5 mm. Składniki farszów pieczeni mieszano ręcznie przez 5 min. Sól rozpuszczano uprzednio w odpowiedniej ilości wody, a pieprz i ekstrakt rozmarynu zawieszano w solance. Wyjątek stanowił wariant EtR, w którym ekstrakt rozmarynu rozpuszczano w etanolu. Porcje farszów o masie około 100 g przenoszono do puszek (bez wieczek), które umieszczano w rozgrzanym

do temperatury 180°C piekarniku z włączonym wymuszonym obiegiem powietrza. Czas pieczenia wynosił 30 min. W poprzedniej pracy [Tyburcy i in. 2008] stwierdzono, że przy zastosowaniu zbliżonych warunków obróbki cieplnej temperatura w centrum geometrycznym pieczeni osiągała około 70°C. W cytowanej pracy stosowano analogiczny surowiec (karkówkę wieprzową), a skład chemiczny otrzymanych pieczeni był podobny. Po wystygnięciu puszek z pieczeniami przykrywano folią spożywczą i przechowywano przez 24 h w temp. ok. 6°C. Po tym czasie w jednej puszce z każdego wariantu oznaczano wskaźnik TBA. Pozostałe próbki przechowywano przez następne 6 dni (łącznie przechowywanie 7 dni) i ponownie oznaczano w nich wskaźnik TBA. Do oznaczenia wskaźnika TBA zastosowano zmodyfikowaną metodę kolorymetryczną według Shahidi [Tyburcy i in. 2007]. Dodatkowa modyfikacja tej metody użyta w niniejszej pracy polegała na zmianie sposobu rozwijania barwy. Zamiast ogrzewania we wrzącej wodzie próbki przechowywano w ciemnym miejscu w temperaturze pokojowej przez 24 h. Według Wang i in. [2002] takie warunki rozwijania barwy ograniczają interferencję związków innych niż produkty wtórnego utleniania tłuszczów. Krzywą wzorcową wykonano przy użyciu 1,1,3,3 – tetrametoksypropanu. Współczynnik przeliczeniowy absorbancji na wskaźnik TBA wyrażony w mg aldehydu malonowego (AM)/kg produktu wyniósł 5,6. Dodatkowo w próbce powstałej w wyniku zmieszania rozdrobnionych próbek różnych wariantów pieczeni oznaczano zawartość wody, tłuszczu i NaCl metodami podanymi w poprzedniej pracy [Tyburcy i in. 2008]. Na podstawie zawartości tłuszczu wskaźnik TBA wyrażono w mg/kg tłuszczu.

W doświadczeniu 2 wytwarzano cztery warianty farszu według składu recepturowego podanego w tabeli 2. Były to: wariant kontrolny (K1), z dodatkiem kwasu askorbinowego (KA), z dodatkiem ekstraktu rozmarynu zawieszzonego w oleju (OR) oraz z dodatkiem ekstraktu rozmarynu rozpuszczonego w etanolu (EtR1). W ostatnim wariantcie w porównaniu z doświadczeniem 1 zmniejszono ilość dodawanego alkoholu (w celu zmniejszenia kosztów). Farsze wytwarzano w sposób analogiczny jak w doświadczeniu 1. Porcje farszów o masie ok. 100 g przenoszono do puszek (bez wieczek). Powierzchnie farszów w puszkach przykrywano folią spożywczą i oznaczano składowe barwy L*, a*, b* metodą odbiciową (przy użyciu aparatu Minolta CR-200). Analogiczne oznaczenia składowych barwy wykonywano po 24 h, 4 i 5 dniach przechowywania farszów w temp. ok. 6°C. W ostatnim dniu przechowywania po zdjęciu folii puszki poddawano pieczeniu, tak jak w doświadczeniu 1. Pieczenie przechowywano w temp. ok. 6°C przez jeszcze jeden dzień. Następnie oznaczano w nich wskaźnik TBA. Dodatkowo dla średniej próbki powstałej po zmieszaniu rozdrobnionych

wariantów pieczeni bez dodatku oleju oznaczano zawartość wody, tłuszczu i NaCl. Osobno oznaczano te składniki w wariacie z dodatkiem oleju.

Tabela 2. Skład recepturowy farszów (doświadczenie 2)
Formulations of meat batters (Experiment II)

Składnik <i>Component</i>	Wariant / <i>Formulation</i>			
	K1	KA	OR	ETR1
Karkówka wieprzowa <i>Pork neck</i>	200 g	200 g	200 g	200 g
Woda <i>Water</i>	15 g	15 g	10 g	10 g
Alkohol etylowy <i>Ethanol</i>	-	-		5 g
Olej rzepakowy <i>Rapeseed oil</i>	-	-	5 g	-
NaCl	3 g	3 g	3 g	3 g
Pieprz czarny <i>Black pepper</i>	0,4 g	0,4 g	0,4 g	0,4 g
Kwas askorbinowy <i>Ascorbic acid</i>	-	0,2 g	-	-
Ekstrakt rozmarynu* <i>Rosemary extract</i>	-	-	0,06 g	0,06 g

* Flavour Guard (Chrystian Hansen Polska Sp. z o.o.)

Doświadczenia 1 i 2 powtarzano trzykrotnie, stosując różne partie surowca mięsnego. Wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statgraphics Plus wersja 4.1. Przeprowadzono jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji oraz testowanie szczegółowe średnich przy użyciu testu Duncana. Przy porównywaniu składu chemicznego próbek wykorzystano również test t-Studenta.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przedstawione w tabeli 3 średnie zawartości wody, tłuszczu i NaCl w modelowych pieczeniach wskazują, że wprowadzanie ekstraktu rozmarynu do farszu na nośniku olejowym powodowało zwiększenie zawartości tłuszczu oraz obniżenie zawartości wody w produkcie. W przypadku zawartości tłuszczu różnica była statystycznie istotna. Przy porównaniu

zaawansowania zmian oksydacyjnych uzasadnione było więc wyrażenie wskaźnika TBA w mg/kg tłuszczu.

Tabela 3. Zawartość wody, tłuszczu i NaCl (średnie±odchylenia standardowe) w modelowych pieczeniach wieprzowych w doświadczeniach 1 i 2 (n = 3)

Water, fat and NaCl contents (means±standard deviations) in model pork roasts in the experiments 1 and 2 (n = 3)

Doświadczenie <i>Experiment</i>	Woda (%) <i>Water (%)</i>	Tłuszcz (%) <i>Fat (%)</i>	NaCl (%) <i>NaCl (%)</i>
Doświadczenie 1 <i>Experiment 1</i>	61,8±4,2	12,6±1,3	1,9±0,1
Doświadczenie 2 (warianty bez oleju) <i>Experiment 2 (formulations without oil)</i>	58,0 ^a ±1,7	13,2 ^a ±0,5	1,7 ^a ±0,1
Doświadczenie 2 (warianty z olejem) <i>Experiment 2 (formulations with oil)</i>	55,8 ^a ±1,7	15,4 ^b ±0,5	1,8 ^a ±0,0

a, b - w przypadku doświadczenia 2 średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$)

a, b - *in the case of Experiment 2 means with different letters differ significantly ($P \leq 0,05$)*

Ekstrakt rozmarynu Flavour Guard wprowadzany do mięsa w postaci zawiesiny w solance wyraźnie obniżał wskaźnik TBA w pieczeniach zarówno po 24 h jak i po 7 dniach ich przechowywania. Różnice wobec próby kontrolnej były statystycznie istotne (tabela 4). Potwierdza to obserwacje z poprzednich prac odnośnie właściwości antyoksydacyjnych tego ekstraktu [Tyburcy i in. 2008; Pietrzak, Myron 2008], w których stosowano mniej selektywną wobec wtórnych produktów oksydacji tłuszczu metodę oznaczania wskaźnika TBA. Ekstrakt rozmarynu dobrze rozpuszczał się w etanolu (po zmieszaniu naważki z etanolem obserwowano tylko pojedyncze nie rozpuszczone drobiny). Roztwór etanolowy ekstraktu powodował istotne zmniejszenie wskaźnika TBA pieczeni w porównaniu z ekstraktem wprowadzanym jako zawiesina w solance. Należy jednak zaznaczyć, że również dodatek samego etanolu hamował procesy oksydacyjne, chociaż w mniejszym stopniu niż ekstrakt rozmarynu. Podobny efekt był też obserwowany przez El-Alim i in. [1999], zarówno przy oznaczeniach wskaźnika TBA, jak również liczby nadtlenkowej w surowych i ogrzanych kotletach wieprzowych. Etanol nie posiada właściwości antyoksydacyjnych, ale mógł zwiększać aktywność naturalnych substancji przeciwutleniających występujących w mięsie.

Wprowadzanie ekstraktu rozmarynu do farszu w postaci roztworu etanolowego obok wzmocnienia właściwości antyoksydacyjnych mogłoby ułatwić jego automatyczne dozowanie (np. w postaci aerozolu) i równomierne rozprowadzenie w farszu. Mogłoby jednak powodować wzrost kosztów.

Tabela 4. Wpływ sposobu dodatku ekstraktu rozmarynu na wskaźnik TBA modelowych pieczeni wieprzowych (doświadczenie 1)

K – próbka kontrolna, Et, SR, EtR - z dodatkiem odpowiednio: etanolu, ekstraktu rozmarynu zawieszono w solance i ekstraktu rozmarynu rozpuszczonego w etanolu

Effect of the way of addition of rosemary extract on TBARS values of model pork roasts (Experiment 1)

K – control, Et, SR, EtR, – with ethanol, rosemary extract dispersed in a brine and rosemary extract dissolved in ethanol, respectively

Wariant <i>Formulation</i>	Wskaźnik TBA (mg aldehydu malonowego/kg tłuszczu) <i>TBARS (mg malonaldehyde per kg of fat)</i>	
	24 h	7 dni <i>7 days</i>
K	28,2 ^a	69,2 ^a
Et	15,6 ^b	53,3 ^b
SR	10,0 ^c	35,0 ^c
EtR	3,2 ^d	18,5 ^d

a,b,c,d - średnie (n=3) w tej samej kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($P \leq 0,05$)

a,b,c,d- means (n=3) in the same column with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$)

W doświadczeniu 2 porównywano wpływ na parametry barwy przechowywanego farszu ekstraktu rozmarynu wprowadzonego w postaci zawiesiny w oleju rzepakowym lub rozpuszczonego w etanolu z typowym przeciwutleniaczem stosowanym w mielonym mięsie – kwasem askorbinowym. Ekstrakt rozmarynu Flavour Guard zmieszany z olejem sojowym wprowadzali do indyczego mięsa odzyskanego mechanicznie w swoich badaniach Mielnik i in. [2002]. Stwierdzili jego działanie antyoksydacyjne podczas zamrażalniczego przechowywania takiego surowca.

Ekstrakt rozmarynu Flavour Guard po zmieszaniu z olejem nie tworzył klarownego roztworu. Wyniki dotyczące pomiarów barwy farszów przedstawiono w tabeli 5 zgodnie z układem dwuczynnikiemowej analizy wariancji. Obrazują one wpływ czasu przechowywania i rodzaju lub sposobu wprowadzenia przeciwutleniaczy na parametry barwy farszów. Wraz z wydłużeniem czasu przechowywania nastąpiło statystycznie istotne zmniejszenie wartości

parametru a^* . Zmniejszanie wartości tego parametru towarzyszy zwykle zmianom oksydacyjnym mioglobiny [Balentine i in. 2006]. Żaden z zastosowanych dodatków przeciwutleniających nie spowodował zwiększenia wartości parametru a^* w porównaniu z próbką kontrolną. W przypadku ekstraktu rozmarynu wprowadzonego do farszu po rozpuszczeniu w etanolu wpływ na parametr a^* barwy był przeciwny do oczekiwanego, tj. średnia wartość parametru a^* uzyskana dla tego wariantu były mniejsza niż w próbce kontrolnej. W celu wyjaśnienia tego zjawiska należałoby sprawdzić, czy wprowadzona ilość etanolu wywoływała denaturację białek mięśniowych. Denaturacja i precypitacja białek sarkoplazmatycznych powodująca zmiany warunków odbicia światła od powierzchni uważana jest za przyczynę zmiany barwy mięsa dotkniętego wadą PSE [Joo i in. 1999]. Uzyskane wyniki wskazują na fakt, że niezależnie od sposobu wprowadzenia do farszu ekstrakt rozmarynu nie działał stabilizująco na barwę farszu podczas przechowywania.

Tabela 5. Wpływ dodatków antyoksydacyjnych oraz czasu przechowywania na składowe barwy farszów oraz wskaźnik TBA otrzymanych z nich pieczeni (doświadczenie 2)
 K – próbka kontrolna, KA – z dodatkiem kwasu askorbinowego, OR, EtR1 – z dodatkiem odpowiednio ekstraktu rozmarynu zawieszzonego w oleju i rozpuszczonego w etanolu
Effects of antioxidative additives and storage time on colour values of meat batters and TBARS of roasts manufactured of them (Experiment 2).
K- control, KA- with ascorbic acid, OR, EtR1 – with rosemary extract dispersed in oil or dissolved in ethanol, respectively

Czynnik zmienności <i>Factor</i>	Składowe barwy / <i>Colour parameters</i>			Wskaźnik TBA / <i>TBARS</i> (mg AM/kg tłuszczu) (<i>mg malonaldehyde per kg of fat</i>)
	L*	a*	b*	
<i>Wpływ dodatków antyoksydacyjnych / Effects of antioxidative additives</i>				
K1	52,4 ^a	13,2 ^a	4,3 ^a	26,8*
KA	52,6 ^a	13,4 ^a	4,6 ^{ab}	7,7
OR	52,9 ^a	13,6 ^a	5,0 ^{ab}	9,3
EtR1	52,9 ^a	11,9 ^b	5,4 ^b	4,7
<i>Wpływ czasu przechowywania (dni) / Effect of storage time (days)</i>				
0	52,5 ^a	14,0 ^a	4,2 ^a	Wskaźnik TBA był oznaczany tylko po jednym czasie** <i>TBARS was determined only after one storage period**</i>
1	53,1 ^a	14,0 ^a	5,7 ^b	
4	52,5 ^a	12,1 ^b	4,9 ^{ab}	
5	52,7 ^a	11,9 ^b	4,7 ^{ab}	

a,b,c – średnie [n=12 (4 warianty x 3 powtórzenia dla wpływu czasu lub 4 okresy przechowywania x 3 powtórzenia dla wpływu wariantu) w przypadku L*, a* i b*] w tej samej kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P ≤ 0,05)

a,b,c – means [n=12 (4 formulations x 3 repetitions for the effect of time or 4 storage periods x 3 repetitions for the effect of formulation) in the case of L, a*, b*] in the same column with different letters differ significantly ($P \leq 0.05$)*

** - określenie różnic istotnych statystycznie w przypadku TBA (n=3) nie było możliwe ze względu na nierówność wariancji*

** - determination of significant differences in the case of TBARS (n=3) was impossible due to inequality of variances*

*** TBA oznaczano w pieczeniach wytworzonych z farszu przechowywanego przez 5 dni (pieczenie wychładzano przez 24 h po obróbce cieplnej)*

***TBARS was determined in pork roasts made of meat batter stored for 5 days (cooked roasts were chilled for 24 h)*

W przeciwieństwie do wyników uzyskanych w poprzedniej pracy [Tyburcy i in. 2008] nie zaobserwowano wpływu na parametr a^* barwy farszu kwasu askorbinowego. Przyczyną tej rozbieżności mogło być zastosowanie w niniejszym eksperymencie na powierzchni mięsa folii spożywczej. Odcinała ona dostęp tlenu i eliminowała zjawisko ususzki. Obecność folii na powierzchni próbek zbliżyła warunki przechowywania mięsa do występujących w punktach sprzedaży mięsa mielonego.

Po 5 dniach przechowywania farszów wytwarzano z nich pieczenie, w których po jeszcze jednym dniu oznaczano wskaźnik TBA. Ekstrakt rozmarynu rozpuszczony w etanolu silniej obniżał wskaźnik TBA w pieczeni niż ten sam ekstrakt wprowadzony na nośniku olejowym oraz kwas askorbinowy (tab. V). Stwierdzenie istotności statystycznej różnic między średnimi nie było jednak w tym przypadku możliwe ze względu na nierówność wariancji w grupach.

WNIOSKI

1. Rozpuszczenie ekstraktu rozmarynu Flavour Guard w etanolu (95% obj.) powodowało wzmocnienie jego właściwości przeciwutleniających w porównaniu z ekstraktem wprowadzanym w postaci zawiesiny w solance.
2. Ekstrakt rozmarynu rozpuszczony w etanolu lub zawieszony w oleju nie miał działania stabilizującego barwę farszu z mięsa wieprzowego podczas jego przechowywania. W przypadku ekstraktu rozpuszczonego w etanolu zaobserwowano niekorzystny wpływ na barwę.
3. Ekstrakt rozmarynu rozpuszczony w etanolu miał silniejsze działanie antyoksydacyjne w pieczeni, niż ten sam ekstrakt wprowadzony na nośniku olejowym.

PIŚMIENNICTWO

1. Balentine C.W., Crandall P.G., O'Bryan C.A., Duong D.Q., Pohlman F.W. 2006. The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Sci.* 73, 413-421.
2. Ćwiertniewski K., Polak E. 2007. Zastosowanie naturalnych antyoksydantów żywności w chłodzonych i mrożonych produktach mięsnych. *Przem. Spoż.* 61, 5, 45-47.
3. El-Alim S.S.L.A., Lugasi A., Hóvári J., Dworschák E. 1999. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage. *J. Sci. Food Agric.* 79, 277-285.
4. Estévez M., Cava R. 2006. Effectiveness of rosemary essentials oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Sci.*, 72, 348-355.
5. Fernández-López J., Zhi N., Aleson-Carbonell L., Pérez-Alvarez J.A., Kuri V. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Sci.*, 69, 371-380.
6. Gajda-Wyrębek J. 2009. Zmiany dyrektyw w sprawie substancji dodatkowych *Przemysł Spoż.* 63, 8, 36-38.
7. Georgantelis D., Blekas G., Katikou P., Ambrosiadis I., Fletouris D.J. 2007. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Sci.* 75, 266-274.
8. Haworth J.E. 2003 - Natural antioxidants review. *Proc. 56th American Meat Science Association Reciproc. Meat Conference*, 95-98.
9. Hernández- Hernández E., Ponce-Alquircira E., Jaramillo-Flores M.E., Guerrero Lagaretta I. 2009. Antioxidant effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat Sci.* 81, 410-417.
10. Joo S.T., Kauffman R.G., Kim B.C., Park G.B. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus dorsi. *Meat Sci.* 52, 291-297.
11. Mielnik M.B., Aaby K., Skrede G. 2003. Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. *Meat Sci.* 65, 1147-1155.
12. Pietrzak D., Myron M. 2008. Wpływ dodatku ekstraktu z rozmarynu na jakość hamburgerów drobiowych. *Rocz. Inst. Przem. Mięsnego i Tłuszcz.* T. XLVI/3, 43-50.

13. Sasse A., Colinders P., Brewer M.S. 2009. Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of cooked, frozen pork patties. *J. Food Sci.* 74, 1, S30-S35.
14. Tang S., Kerry J.P., Sheenan D., Buckley D.J. 2001. A comparative study of tea catechins and α -tocopherol as antioxidants in cooked beef and chicken meat. *Eur. Food Res. Technol.* 213, 4-5, 286-289.
15. Tyburcy A., Skup D., Rozbicki P. 2007. Wpływ kwasu askorbinowego i ekstraktów wodnych z tymianku na zmiany wskaźnika TBA i barwy modelowych pieczeni wieprzowych podczas ich przechowywania chłodniczego. *Chłodnictwo* 42, 3, 52-55.
16. Tyburcy A., Gielec A., Florowski T. 2008. Wpływ ekstraktu rozmarynu na zmiany oksydacyjne w farszu i modelowych pieczeniach wieprzowych. *Rocz. Inst. Przem. Mięsnego i Tłuszcz.* T. XLVI/2, 83-90.
17. Wang R., Pace R.D., Dessai A.P., Bovell-Benjamin A., Phillips B. 2002. Modified extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. *J. Food Sci.* 67, 8, 2833-2836.
18. Waszkowiak K., Dolata W. 2007. The application of collagen preparations as carriers of rosemary extract in the production of processed meat. *Meat Sci.* 75, 178-183.
19. Wills T.M., DeWitt C.A.M., Sigfusson H. 2007. Improved antioxidant activity of Vitaminum E through solubilization in ethanol: A model study with ground beef. *Meat Sci.* 76, 308-315.
20. Zawirska-Wojtasiak R., Dolata W. 2005. Substancje aromatyzujące w przetwórstwie mięsnym. *Gosp. Mięsna* 9, 48-49.