

Zmiany lipidów w wędlinach podrobowych typu pasztetowa z dodatkiem oleju

AGNIESZKA BILSKA, RYSZARD KOWALSKI, AGATA KALINOWSKA

Instytut Technologii Mięsa, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań

Otrzymano 17.09.2013

Zaakceptowano 20.11.2013

Bilska A., Kowalski R., Kalinowska A.

Changes of the lipids fraction in liver sausage with the addition of oil

Summary

The aim of the study was to verify whether a substitution of a portion of animal fat with rapeseed oil and an addition of a mixture of lactic acid and sodium lactate would affect storage changes in the fat fraction of liver sausage. Attributes characterizing quantitative changes in oxidation products and lipid hydrolysis products in the experimental sausages included peroxide value, acid number and secondary fat degradation products as determined by the TBARS test. Changes in pH value were also analyzed.

In samples with the addition of 6% of rapeseed oil and an addition of a mixture of sodium lactate and lactic acid, a statistically significantly lower value of acid number, secondary products of fat degradation determined by the TBARS test as well as a slowing down of oxidative changes in comparison to the control were observed. Moreover, the sample with an addition of a mixture of sodium (1.2%) and lactic acid (0.3%) was characterized statistically by a significantly slower increase pH value in comparison to the others samples.

Keywords: liver sausage, liver pate, acid number, peroxide value, TBARS

Wędliny podrobowe należą do stosunkowo tanich i nietrwałych przetworów mięsnych. Są to wyroby wyprodukowane z solonego lub peklowanego mięsa, tłuszczu (wcześniej poddanych parzeniu) i podrobów oraz z dodatkiem przypraw i surowców uzupełniających, np. preparatów białkowych, skrobi. Mogą być parzone lub pieczone i ewentualnie wędzone (16, 26, 39, 42).

Tłuszcze zwierzęce zawierają duże ilości nasyconych kwasów tłuszczowych i cholesterolu oraz niską zawartość jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (2, 9-11, 20, 22). Dla zdrowia konsumenta ważny jest poziom wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz właściwy stosunek kwasów z grupy n-6 i n-3, który zgodnie z obowiązującymi zasadami powinien wynosić 4: 1. Organizm człowieka nie wytwarza enzymów mających zdolność do syntezy wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (z grupy n-3 i n-6), dlatego konieczne jest dostarczenie tych związków w diecie (1, 22).

Obecnie celem wielu badań jest ograniczenie w wędlinach ilości nasyconych kwasów tłuszczowych w stosunku do kwasów nienasyconych (2, 6, 14). Może się to odbywać np. przez zastąpienie części tłuszczu zwierzęcego olejem roślinnym (zmiana składu surowcowego) (14, 38). Wymiana części tłuszczu

zwierzęcego na oleje roślinne w wyrobach mięsnych spełnia postulat żywieniowy dotyczący wzbogacania tego typu produktów w nienasycone kwasy tłuszczowe, jednak produkty takie są bardziej podatne na utlenianie (19, 20, 41), w wyniku którego następuje pogorszenie smaku i zapachu. Utlenianie lipidów wpływa również niekorzystnie na barwę, teksturę, wartość odżywczą i bezpieczeństwo zdrowotne przetworów mięsnych (4, 11, 13, 19, 20, 41). Utlenianie lipidów może być skutecznie kontrolowane i ograniczane przez zmniejszenie zawartości tlenu podczas pakowania produktów mięsnych (3, 7, 8), dobór warunków przechowywania i dystrybucji, a także poprzez zastosowanie różnego rodzaju substancji dodatkowych (2, 4, 12, 15, 40, 44). Do naturalnych substancji dodatkowych należy kwas mlekowy otrzymany na drodze fermentacji cukru. Kwas mlekowy L(+) i jego sole są traktowane jako naturalne składniki mięsa. W technologii żywności spełniają funkcje: regulatora kwasowości, substancji konserwującej i nadającej smak oraz zwiększającej aktywność przeciwutleniającą (15, 40).

Celem badań było sprawdzenie wpływu zastąpienia części tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym oraz dodatku mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu na przechowalnicze zmiany frakcji tłuszczowej wędliny podrobowej typu pasztetowa.

Tab. 1. Skład surowcowy wędlin doświadczalnych [%]

Numer próby	Mięso wp. kl. IV	Tłuszcz drobny	Olej rzepakowy	Wątroba [%]	Przyprawy	Mleczan sodu	Kwas mlekowy
0	55	30	–	15		–	–
1	55	27	3	15	sól – 1,6 pieprz – 0,15 majeranek – 0,05 cebula – 0,4	–	–
2	55	24	6	15		–	–
3	55	24	6	15		1,2	0,3
4	55	24	6	15		0,8	0,6

Materiał i metody

Przedmiotem badań była wędlina podrobowa typu pasztetowa wyprodukowana wg receptury zakładowej z mięsa wieprzowego klasy IV, tłuszczu drobnego i wątroby (tab. 1). W trakcie produkcji dodano 30% rosółu (w stosunku do wsadu mięsno-tłuszczowego) oraz przyprawy. Wymieniony zestaw surowcowy to próbka kontrolna (0). Oprócz próbki zerowej wyprodukowano również wędliny (próbki 1, 2, 3 i 4), w których część tłuszczu zwierzęcego zastąpiono olejem rzepakowym oraz dodano mieszaninę kwasu mlekowego i mleczanu sodu.

Surowiec mięsno-tłuszczowy poddano obróbce termicznej w wodzie o temperaturze 85-90°C, do stanu półmiękkiego, a następnie procesowi kutrowania, dodając ustalone w recepturze ilości oleju i przyprawy. Temperatura końcowa farszu wynosiła 40°C. Farszem nadziewano osłonki półprzepuszczalne kolagenowe o średnicy 40 mm. Po nadzianiu wędliny podrobowe typu pasztetowa parzono w komorze wędzarniczo-parzelniczej w temperaturze 85°C do uzyskania temperatury 75°C w centrum geometrycznym batonu. Wyprodukowane wędliny przechowywano w warunkach chłodniczych (4°C) przez 15 dni. W czasie przechowywania próbki pobierano do badań w 1., 5., 8., 12. i 15. dniu po produkcji i oznaczano: liczbę kwasową

(LK) według PN-EN-ISO 660:2005 (28), liczbę nadtlenkową (LN) według PN-EN ISO 3960:2005 (27), wtórne produkty rozkładu tłuszczów testem TBARS według zmodyfikowanej metody Shahidi opisaną przez Pikula i wsp. (25) oraz zmiany wartości pH według PN-ISO 2917:2001 (29). Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach.

Uzyskane wyniki badań poddano podstawowej analizie statystycznej, wykorzystując program Statistica 10.0 i Microsoft Excel 2007. Istotność zależności określano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki i omówienie

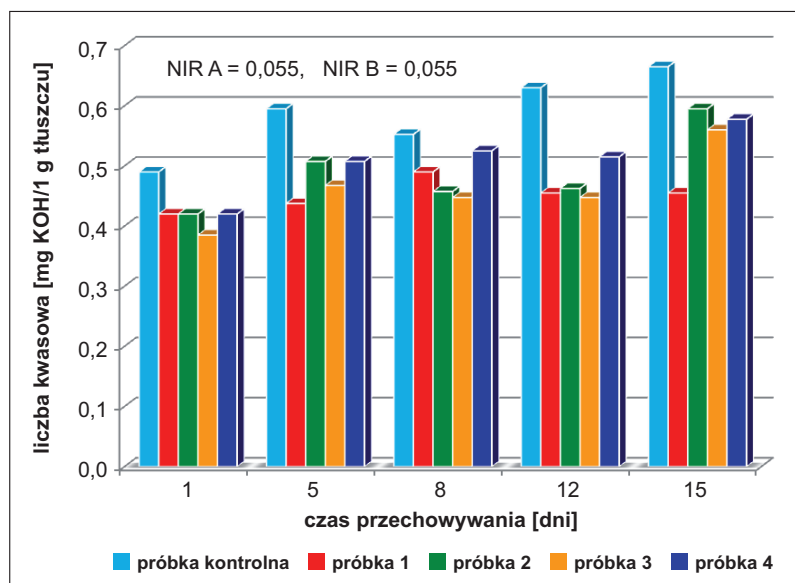
Zmiany hydrolityczne – liczba kwasowa. Tłuszcze zapasowe dużych zwierząt rzeźnych zawierają mało wolnych kwasów tłuszczowych (22), jednak w czasie przechowywania czy procesów technologicznych ich ilość wzrasta w wyniku hydrolizy glicerydów przebiegającej głównie pod wpływem enzymów lipolitycznych (11, 19, 22).

W badanych wędlinach doświadczalnych stopień przemian hydrolitycznych w czasie całego okresu przechowywania był niski (od 0,385 do 0,665 mg KOH/1 g tłuszczu) (ryc. 1). W pierwszym dniu po produkcji najniższą wartością liczby kwasowej charakteryzowała się próbka z 6% udziałem oleju rzepakowego oraz z dodatkiem 1,2% mleczanu sodu i 0,3% kwasu mlekowego (0,385 mg KOH/1 g tłuszczu).

W ostatnim, 15. dniu badań najniższą wartość tego wyróżnika stwierdzono w próbce z 3% udziałem oleju roślinnego (próbka 1 – 0,455 mg KOH/1 g tłuszczu). Ponadto zauważono, że próbka ta przez cały okres przechowywania charakteryzowała się najniższą wartością tego wyróżnika.

W wędlinach doświadczalnych, w których część tłuszczu zwierzęcego zastąpiono olejem rzepakowym, zaobserwowano statystycznie istotnie niższą wartość liczby kwasowej w porównaniu do próbki kontrolnej. Najmniejsze zmiany, ale statystycznie istotne (NIR = 0,055), zauważono w próbce z 3% udziałem oleju roślinnego.

Próbka z dodatkiem 0,3% kwasu mlekowego i 1,2% mleczanu sodu oraz z 6% udziałem oleju przez 15 dni przechowywania charakteryzowała się nieznacznie, ale statystycznie

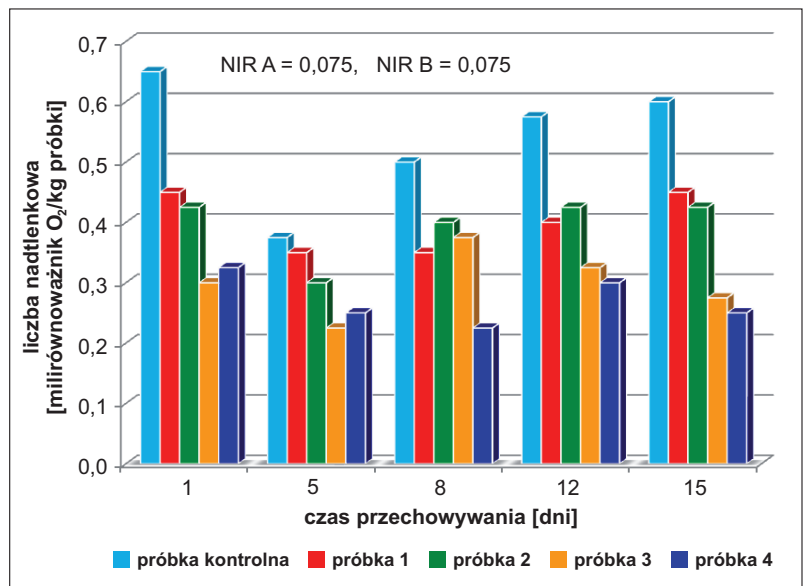


Ryc. 1. Zmiany wartości liczby kwasowej w wędlinach doświadczalnych
Objaśnienia do rycin: NIR A – najmniejsza istotna różnica dla czasu przechowywania; NIR B – najmniejsza istotna różnica dla rodzaju próby

istotnie niższą wartością liczby kwasowej w porównaniu do próbek 2 i 4.

Zmiany liczby nadtlenkowej. Liczba nadtlenkowa jest miarą zawartości nadtlenu i traktowana jest jako wskaźnik stopnia zjełczenia tłuszczu (25). Podczas produkcji i przechowywania pasztetów zachodzi szereg zmian we frakcji tłuszczowej, które swoim zakresem mogą doprowadzić do pogorszenia jakości sensorycznej oraz wartości odżywczej gotowego wyrobu (23, 30). Szybkość utleniania frakcji lipidowej zależy od wielu czynników, m.in. od struktury i składu kwasów tłuszczowych. Najszybciej utleniają się najcenniejsze dla organizmu nienasycone kwasy tłuszczowe, dlatego do spowolnienia niekorzystnych zmian ich jakości stosowane są przeciwutleniacze (10, 11, 32, 43, 44). W bogatej literaturze problemu brakuje opracowań na temat oceny wpływu kwasu mlekowego na intensywność zmian oksydacyjnych frakcji lipidowej wędlin, a pojawiające się doniesienia dotyczą przeważnie jego pochodnych, tj. mleczanu sodu, potasu lub wapnia (5, 18, 34), które oprócz silnych właściwości bakteriostatycznych wykazują również charakter przewiotleniający (34, 37). Wyniki przeprowadzonych badań analitycznych wykazały, że intensywność zmian oksydacyjnych tłuszczu wędlin doświadczalnych była istotnie uzależniona od składu recepturowego obejmującego: rodzaj użytego tłuszczu oraz rodzaj zastosowanego przeciwutleniacza. Ponadto czynnikiem, który w istotny sposób różnicował jakość badanych wędlin był czas poprodukcyjnego przechowywania.

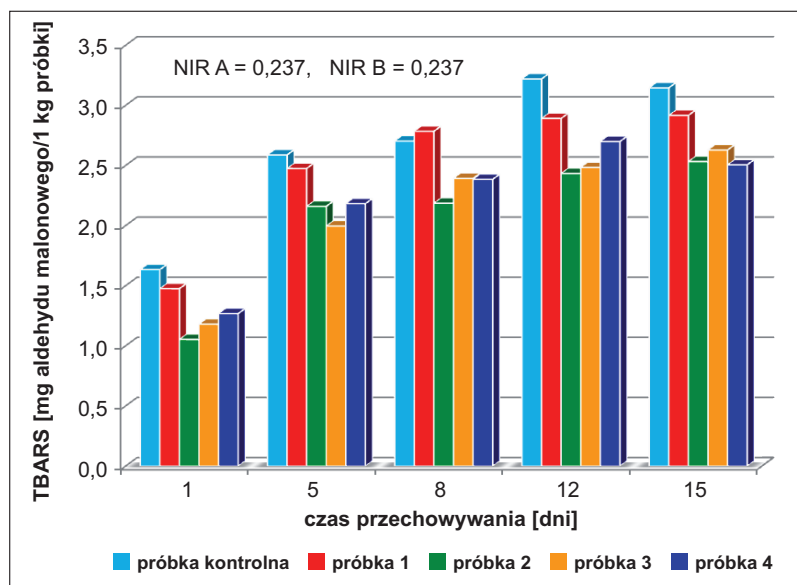
Podobnie jak w przypadku liczby kwasowej najwyższą wartością liczby nadtlenkowej w czasie poprodukcyjnego przechowywania charakteryzowała się próbka kontrolna (0,650 milirównoważnika O_2/kg próby). Podobny przebieg zmian wartości liczby nadtlenkowej zaobserwowano dla próbek: 1 i 2 (z 3% i 6% udziałem oleju rzepakowego w recepturze wyrobu). W czasie przechowywania pomiędzy tymi próbkami nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic (NIR = 0,075). Natomiast w próbkach 3 i 4 (z 6% udziałem oleju rzepakowego i z dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego i mleczanu sodu) wartość liczby nadtlenkowej była statystycznie istotnie niższa w porównaniu do pozostałych badanych wędlin doświadczalnych (ryc. 2). Ponadto zauważono, że tempo zmian oksydacyjnych w próbce z 6% udziałem oleju rzepakowego i z dodatkiem 0,6% kwasu mlekowego i 0,8% mleczanu sodu było wolniejsze w porównaniu z pozostałymi analizowanymi próbkami. Również Nnanna i wsp. (24) oraz Sallam (34) w swoich badaniach wykazali istotne hamowanie zmian oksydacyjnych tłuszczu przez dodatek mleczanu sodu w modelowych przetworach mięsnych, a także w plastrach przechowywanego chłodniczo łososia.



Ryc. 2. Zmiany wartości liczby nadtlenkowej w wędlinach doświadczalnych

Zmiany wtórnych produktów rozkładu tłuszczów testem TBARS. Test TBARS jest powszechnie stosowany do oceny niekorzystnych zmian oksydacyjnych zachodzących w tłuszczu. Wykrywany za pomocą tego testu aldehyd malonowy jest jednym z wtórnych produktów autooksydacji (17, 36). Kwas tiobarbiturowy cechuje wysokie powinowactwo do substancji karbonylowych (aldehydy i ketony), a jego reakcje z aldehydami (szczególnie aldehydem malonowym, wtórnym produktem oksydacji kwasów tłuszczowych z trzema lub więcej wiązaniami podwójnymi) prowadzą do powstania kompleksów kolorymetrycznych o maksymalnej absorbancji przy 530 nm (36).

Analizując zmiany wtórnych produktów rozkładu tłuszczów testem TBARS, stwierdzono statystycznie istotny wzrost ilości aldehydu malonowego w czasie przechowywania we wszystkich wędlinach doświadczalnych (NIR = 0,237). Największą, statystycznie istotną różnicę wartości badanego wyróżnika pomiędzy pierwszym dniem po produkcji a ostatnim dniem przechowywania zaobserwowano w próbce kontrolnej (o 1,512 mg aldehydu malonowego/kg próbki). Natomiast najmniejszy wzrost wartości TBARS (o 1,237 mg aldehydu malonowego/kg próbki), ale statystycznie istotny, podczas 15-dniowego okresu przechowywania odnotowano dla próbki z 6% udziałem oleju rzepakowego oraz mieszaniną kwasu mlekowego i mleczanu sodu (0,6% + 0,8%) (ryc. 3). Omawiane wyniki są zbieżne do badań uzyskanych przez Lin i Lin (21). Stwierdzili, że dodatek mleczanu sodu do niskotłuszczowych kiełbasek powodował istotne ograniczenie przyrostu wartości testu TBARS (poniżej 0,5 mg aldehydu malonowego/kg próbki) w stosunku do pierwszego dnia badań. Również Than i Shelef (37), podobnie jak Quilo i wsp. (31) stwierdzili, że dodatek mleczanu sodu lub potasu ograniczał istotnie ilość powstających wtórnych produktów oksydacji zarówno



Ryc. 3. Zmiany wartości TBARS w wędlinach doświadczalnych

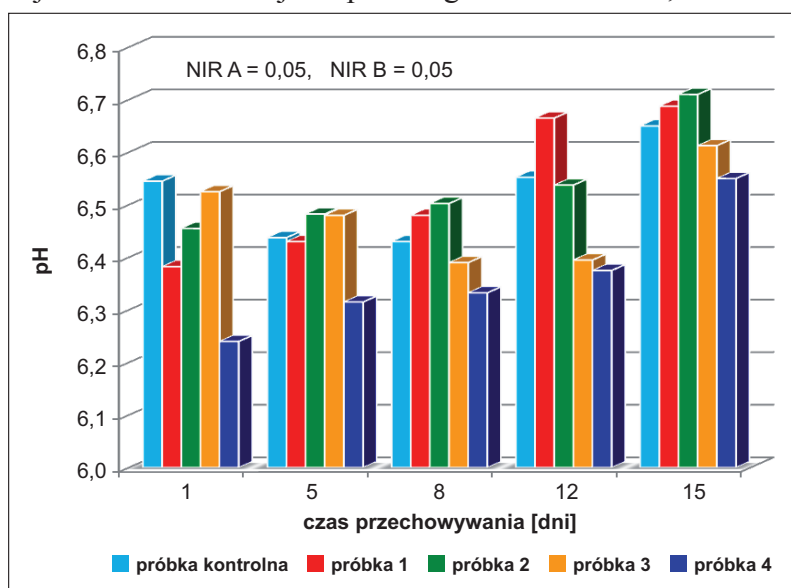
no w mrożonym, jak i przechowywanym chłodniczo wieprzowym mięsie mielonym.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic wartości testu TBARS (w czasie przechowywania) jedynie pomiędzy próbą kontrolną a próbą z 3% udziałem oleju rzepakowego (próbka 1). Natomiast zauważono, że częściowa wymiana tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym spowodowała obniżenie wartości badanego wyróżnika w porównaniu do próbki kontrolnej. Świadczy to o spowolnieniu zmian zachodzących w mieszaninie tłuszczów zwierzęcych i roślinnych. Podobne zależności zauważono w badaniach na temat zastąpienia tłuszczu zwierzęcego (podgardla wieprzowego) olejem rzepakowym tłoczonym na zimno (w ilości 0%, 15%, 25%, 35% i 50%) w modelowych kielbasach homogenizowanych (33). Pyrcz i wsp. (30) zaobserwowali z kolei, że wędliny, w których w składzie recepturowym zastąpiono tłuszcz zwierzęcy olejem rzepakowym, cechowały się istotnie większymi wartościami testu TBARS w porównaniu do kielbas, które otrzymano tradycyjną technologią produkcji. Natomiast w doświadczalnych pasztetach wyprodukowanych z udziałem oliwy z oliwek lub skoniugowanego dienu kwasu linolowego nie stwierdzono wpływu czasu przechowywania na zmiany wtórnych produktów rozkładu tłuszczów testem TBARS w porównaniu do próby kontrolnej. Było to spowodowane najprawdopodobniej dodatkiem azotynu sodu (23). Severini i wsp. (35) zaobserwowali, że czas poprodukcyjnego dojrzewania wędlin surowych, których skład modyfikowano dodatkiem oliwy z oliwek, istotnie wpływał na zmiany wskaźników charakteryzujących zmiany pierwotnych oraz wtórnych produktów oksydacji.

Zmiany wartości pH. Dodanie mleczanu sodu, który ma neutralne pH, nie powoduje zmiany kwasowości czynnej produktu, a jednocześnie przeciwdziała jego zakwaszeniu spowodowanemu wzrostem bakterii kwasu mlekowego (18). Potwierdziły to przeprowadzone badania. Już w pierwszym dniu po produkcji wartości pH wędlin doświadczalnych różniły się statystycznie istotnie. Najwyższą wartość stwierdzono w próbce kontrolnej – 6,55, natomiast najniższą (6,24) w próbce z 6% udziałem oleju rzepakowego i z dodatkiem 0,6% kwasu mlekowego i 0,8% mleczanu sodu. W czasie 8 dni przechowywania, w próbkach 0 i 3 stwierdzono nieznaczny, ale statystycznie istotny wzrost kwasowości czynnej. Dalsze przechowywanie tych próbek spowodowało wzrost wartości pH (6,65; 6,61).

W pozostałych próbkach przez cały okres przechowywania zauważono nieznaczny, ale statystycznie istotny spadek stężenia jonów wodorowych (ryc. 4). Podobne zmiany wartości pH stwierdzili Choi i wsp. (6) we frankfurterkach wyprodukowanych z udziałem tłuszczów roślinnych. Zaobserwowali oni, że wartość pH była wyższa w próbkach wyprodukowanych z dodatkiem oleju i błonnika z ryżu w porównaniu do próby kontrolnej. Natomiast w badaniach Pyrcza i wsp. (30) nie zaobserwowano, aby zastąpienie tłuszczu zwierzęcego zamiennikiem opartym na oleju rzepakowym powodowało wzrost pH badanych kielbas w porównaniu do próby odniesienia.

W badaniach Lin i Lin (21) zauważono, że 3% dodatek mleczanu sodu do niskotłuszczowych chińskich kielbasek nie spowodował zmian wartości pH w czasie całego okresu przechowywania. W warunkach omawianego doświadczenia najmniejsze zmiany, ale statystycznie istotne (NIR = 0,051), wartości pH w czasie 15 dni przechowywania odnotowano w próbce z 6% udziałem oleju rzepakowego i z dodatkiem 0,3% kwasu



Ryc. 4. Zmiany pH w wędlinach doświadczalnych

mlekowego i 1,2% mleczaanu sodu (o 0,09 jednostki). Natomiast największe zmiany kwasowości czynnej pomiędzy pierwszym a ostatnim dniem po produkcji (o 0,31 jednostki) zauważono w próbkach z 3% udziałem oleju rzepakowego i 6% udziałem oleju rzepakowego oraz z dodatkiem mieszaniny kwasu mlekowego (0,6%) i mleczaanu sodu (0,8%).

Wnioski

1. Wymiana tłuszczu zwierzęcego na olej roślinny oraz dodatek mieszaniny mleczaanu sodu i kwasu mlekowego była przyczyną istotnego ograniczenia zmian hydrolytycznych oraz zmniejszenia intensywności procesów wtórnego rozkładu tłuszczów w porównaniu do próbki kontrolnej.

2. Dodatek mieszaniny: kwasu mlekowego i mleczaanu sodu w ilościach, odpowiednio: 0,3% oraz 1,2% w stosunku do wyrobu gotowego, a także substytucja tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym spowodowała istotnie wolniejszy wzrost pH doświadczalnej wędliny.

3. Dodatek mieszaniny kwasu mlekowego i mleczaanu sodu istotnie ograniczył przechowalnicze zmiany frakcji tłuszczowej w wędlinach podrobowych typu pasztetowa.

Piśmiennictwo

- Achremowicz K., Szary-Sworst K.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe czynnikiem poprawy stanu zdrowia człowieka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2005, 3 (44), 23.
- Arihara K.: Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Sci.* 2006, 74, 219.
- Bilska A.: Packaging systems for animal origin food. *LogForum* 2011, 7, 1, 4 http://www.logforum.net/pdf/7_1_4_11.pdf
- Bilska A., Danyluk B., Kowalski R.: The effect of an addition of sodium chloride and sodium triphosphate on fat oxidation products in cold stored beef. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2012, 11 (1), 27-39.
- Bingöl E. B., Bostan K.: Effect of sodium lactate on the microbiological quality and shelf life of sausages. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2007, 31 (5), pp. 333-339.
- Choi Y.-S., Choi J.-H., Han D.-J., Kim H.-Y., Lee M.-A., Kim H.-W., Lee J.-W., Chung H.-J., Kim C.-J.: Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat emulsion systems. *Meat Sci.* 2010, 84, 212.
- Dobrućka R.: The future of active and intelligent packaging industry. *LogForum* 2013, 9 (2), 103-110, http://www.logforum.net/pdf/9_2_4_13.pdf
- Dobrućka R.: Application of active packaging systems in probiotic foods. *LogForum LogForum* 2013, 9 (3), 167-175, http://www.logforum.net/pdf/9_3_5_13.pdf
- Drozdowski B.: Lipidy, [w:] Sikorski Z. E. (red.): *Chemia żywności. Sacharydy, lipidy i białka*. Wyd. Naukowo-Techn., Warszawa 2007.
- Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., Jeszka M.: Wpływ dodatku ekstraktów z liści milorzębu dwuklapowego na stabilność oksydacyjną lipidów farszu pierogów mięsnych przechowywanych w warunkach chłodniczych. *Nauka Przyr. Technol.* 2009, 3, 4, 117 http://www.npt.up-poznan.net/pub/art_3_117.pdf
- Gramza-Michalowska A., Hęś M., Korczak J.: Tea extracts antioxidative potential in emulsified lipid systems. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2008, 7 (3), 29.
- Gramza-Michalowska A., Korczak J.: Oxygen radical absorbance capacity of selected food products. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2013, 12 (2), 175-180.
- Hęś M., Korczak J.: Wpływ różnych czynników na szybkość utleniania się lipidów mięsa. *Nauka Przyr. Technol.* 2007, 1, 1, 3 http://www.npt.up-poznan.net/pub/art_1_3.pdf
- Jimenez-Colmenero F.: Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. *Trends Food Sci. Tech.* 2007, 18, 567.
- Kaczmarek-Duszek J., Bilska A., Krysztofiak K., Uchman W.: The effect of selected technological additives on improvement of shelf life of ground meat. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2008, 7 (2), 51.
- Kolanowski W.: Charakterystyka pasztetów. *Gosp. Mięsna* 2005, 9, 44.
- Konieczny P., Pospiech E., Politowska I.: Wpływ soli morskiej na wybrane właściwości frakcji tłuszczowej mięsa bydlęcego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2005, 3 (44) Supl., 108.
- Koos J. T.: A natural way to improve quality and safety of meat and poultry products: sodium lactate. *Fleischrei* 1993, 44, 1, X.
- Korczak J., Flaczyk E., Pikul J.: *Tuszcze jadalne*, [w:] Flaczyk E., Górecka D., Korczak J. (red.): *Towaroznawstwo produktów spożywczych*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego, Poznań 2006.
- Krzywdzińska-Bartkowiak M., Dolata W., Piątek M., Michalski K.: Wpływ wymiany tłuszczu zwierzęcego tłuszczem roślinnym i błonnikami pokarmowymi na jakość farszów i kielbas drobno rozdrobnionych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2008, 4 (59), 61.
- Lin K.-W., Lin S.-N.: Effects of sodium lactate and trisodium phosphate on the physicochemical properties and shelf life of low-fat Chinese-style sausages. *Meat Sci.* 2002, 60, 147-154.
- Litwińczuk Z. (red.): *Surowce zwierzęce – ocena i wykorzystanie*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 2004.
- Martin D., Ruiz J., Kivikari R., Puolanne E.: Partial replacement of pork fat by conjugated linoleic acid and/or olive oil in liver pâtés: Effect on physicochemical characteristics and oxidative stability. *Meat Sci.* 2008, 80, 496-504.
- Nnanna I. A., Ukuku D. O., McVann K. B., Shelef L. A.: Antioxidant Activity of Sodium Lactate in Meat and Model Systems. *LWT – Food Science and Technology* 1994, 02, Volume 27, Issue 1, 78-85.
- Pikul J. (red.): *Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu 1993, s. 104.
- PN – A 82007/A1:1998. *Przetwory mięsne. Wędliny*.
- PN – EN ISO 3960:2005. *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej*.
- PN – EN – ISO 660:2005. *Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości*.
- PN – EN ISO 2917:2001. *Mięso i przetwory mięsne – Pomiar pH – Metoda odwoławcza*.
- Pyrzyc J., Danyluk B., Kowalski R., Wybraniec L.: Jakość fermentowanych kielbas surowych produkowanych z udziałem zamiennika słoniny. *ABiD* 2011, 2, XVI, 43-47.
- Quilo S. A., Pohlman F. W., Brown A. H., Crandall P. G., Dias-Morse P. N., Baublits R. T., Aparicio J. L.: Effects of potassium lactate, sodium metasilicate, peroxyacetic acid, and acidified sodium chlorite on physical, chemical, and sensory properties of ground beef patties. *Meat Sci.* 2009, 5, Volume 82, Issue 1, Pages 44-52.
- Ramis-Ramos G.: Antioxidants. *Synthetic Antioxidants. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*. 2003, 265-275.
- Rycielska J., Słowiński M.: Próba zastąpienia tłuszczu zwierzęcego olejem rzepakowym w kielbasach homogenizowanych. *Acta Agrophysica* 2012, 19 (1), 123-132.
- Sallam K. I.: Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control* 2007, Vol. 18, Issue 5, 566-575.
- Severini C., De Pilli T., Baiano A.: Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in 'salami' products: effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Sci.* 2003, July, Volume 64, Issue 3, Pages 323-331.
- Sun Q., Faustman C., Senecal A., Wilkinson A. L., Furr H.: Aldehyde reactivity with 2-thiobarbituric acid and TBARS in freeze-dried beef during accelerated storage. *Meat Sci.* 2001, 57, 55.
- Tan W., Shelef L. A.: Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork. *Meat Sci.* 2002, September, Volume 62, Issue 1, Pages 27-32.
- Tokusoglu Ö., Ünal M.K.: Fat replacers in meat products. *Pak. J. Nutr.* 2003, 2(3) 196.
- Tyburcy A., Kosińska A., Cegiłka A.: Charakterystyka pasztetów sterylizowanych wytwarzanych z różnych surowców. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2005, 4(1), 103.
- Uchman W. (red.): *Substancje dodatkowe w przetwórstwie mięsa*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2008.
- Valsta L. M., Tapanainen H., Mäntistö S.: Meat fats in nutrition. *Meat Sci.* 2005, 70, 521.
- Vossen E., Doolaeghe E. H. A., Demewez Moges H., De Meulenaer B., Szczepaniak S., Raes K., De Smet S.: Effect of sodium ascorbate dose on the shelf life stability of reduced nitrate liver pâtés. *Meat Sci.* 2012, 91, 29-35.
- Wenjiao F., Yongkui Z., Yunchuan C., Junxiu S., Yuwen Y.: TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures. *Meat Sci.* 2014, 01, Volume 96, Issue 1, 1-4.
- Zaborowska Z., Przygoński K., Bilska A.: Antioxidative effect of thyme (*Thymus vulgaris*) in sunflower oil. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2012, 11 (3), 283-291.