

Prof. dr hab. Franciszek ŚWIDERSKI

Mgr inż. Anna SADOWSKA

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

PAKOWANIE MIĘSA W WARUNKACH ZMODYFIKOWANEJ ATMOSFERY I PRÓŻNI®

Rodzaj zastosowanej metody pakowania wywiera istotne znaczenie na długość przechowywania mięsa i produktów mięsnych. Najczęściej podczas pakowania tego typu żywności stosowane są opakowania z tworzyw sztucznych, głównie z wielowarstwowych folii o dużej barierowości. Takie opakowania można wypełniać gazem odpowiednio modyfikowanym, produkt jest wówczas przechowywany w atmosferze modyfikowanej (ang. MAP) lub można usunąć z nich powietrze, produkt przechowywany jest wówczas w warunkach próżniowych. Pakowanie w modyfikowanej atmosferze to zamykanie mięsa w opakowania wypełnione atmosferą o zmodyfikowanych zawartościach dwutlenku węgla, tlenu, azotu lub argonu, pary wodnej oraz innych gazów śladowych w stosunku do naturalnego składu powietrza. Proces polega na usuwaniu powietrza z opakowania i wprowadzaniu mieszaniny gazowej o ustalonym składzie. Pakowanie próżniowe stanowi wariant pakowania w modyfikowanej atmosferze, polegający na obniżeniu ciśnienia atmosferycznego w opakowaniu przez częściowe usunięcie powietrza. W wyniku przemian mikrobiologicznych w próżniowo pakowanych produktach tworzy się samoistnie modyfikowana atmosfera zawierająca 10-20% dwutlenku węgla. Pakowanie mięsa w warunkach modyfikowanych zapewnia skuteczną ochronę przed działaniem powietrza, mikroorganizmami i wysychaniem, a w związku z powyższym przyczynia się do wydłużenia trwałości mięsa.

Słowa kluczowe: mięso, przetwory mięsne, pakowanie w modyfikowanej atmosferze, pakowanie próżniowe.

WSTĘP

W ostatnich latach wraz ze wzrostem przemysłowego znaczenia pakowania mięsa i jego przetworów zauważa się wzrost zainteresowania opakowaniami, w których stosuje się atmosferę próżni lub gazów ochronnych. Dzięki takiej formie pakowania przedłużeniu ulega okres trwałości mięsa oraz następuje polepszenie jego wyglądu podczas przechowywania w ladach chłodniczych. Pakowanie próżniowe chroni produkt przed kontaktem z tlenem, którego obecność może powodować zajście wielu niekorzystnych zmian jakości, wywołanych reakcjami i procesami w których bierze on udział. Do tych procesów zaliczyć można autooksydację tłuszczów, utlenianie barwników oraz rozwój mikroflory tlenowej, szczególnie pleśni. W przetworach mięsnych usuwanie z opakowań tlenu ma na celu głównie zahamowanie rozwoju drobnoustrojów tlenowych, ograniczenie psucia i niekorzystnych zmian barwy [5]. Pakowanie próżniowe mięsa połączone z chłodniczym przechowywaniem przyczynia się do znacznego zahamowania rozwoju bakterii tlenowych, a jednocześnie przedłużenia trwałości produktów spożywczych [9]. Ze względu na występujący w opakowaniach próżniowych oraz w opakowaniach ze modyfikowaną atmosferą – niski potencjał oksydoredukcyjny oraz warunki środowiskowe umożliwiające wzrost bakterii beztlenowych, tak zapakowane mięso musi być przechowywane w warunkach chłodniczych. Nieprzestrzeżenie tych warunków może doprowadzić do zepsucia mięsa pod wpływem wzrostu *C. sporogenes* oraz stwarzać warunki do wytworzenia toksyny botulinowej [28]. Na podstawie danych literaturowych można stwierdzić, że przechowywanie produktów mięsnych w atmosferze modyfikowanej oraz w warunkach próżniowych, wykazuje wiele zalet i jest bardziej korzystne niż tradycyjne składowanie tego rodzaju żywności. Mięso i jego przetwory zapakowane w atmosferze modyfikowanej, czy warunkach beztlenowych

cechują się wyższą jakością sensoryczną, wyższą trwałością mikrobiologiczną oraz mniejszymi ubytkami masy [7, 18].

Celem artykułu jest prezentacja techniki pakowania mięsa w warunkach zmodyfikowanej atmosfery i próżni, jako skutecznej metody przedłużającej trwałość mięsa poprzez jego ochronę przed powietrzem, mikroorganizmami oraz wysychaniem.

ZMIANY ZACHODZĄCE W MIĘSIE PODCZAS JEGO PRZECHOWYWANIA

Do czynników kształtujących jakość mięsa zalicza się rasę zwierząt, zastosowane metody hodowlane, metody uboju i rozbioru [1], sposób pakowania mięsa oraz czas i warunki jego przechowywania. Sposób pakowania oraz warunki przechowywania w dużym stopniu determinują ostateczną jakość mięsa [3, 21]. Nawet jeśli produkt cechuje się wysoką jakością a zapakowany został przy zastosowaniu niewłaściwej techniki to jego finalna przydatność nie będzie odpowiadała oczekiwaniom konsumentów, lub produkt ten może okazać się niezdatny do spożycia. Zmiany zachodzące w produktach spożywczych pod wpływem nieprawidłowo dobranych warunków przechowywania, czy stosowanych technik pakowania dotyczą obniżenia wskaźników jakościowych, przy czym zastosowanie odpowiednio dobranej metody pakowania może spowodować utrzymanie ich na wysokim poziomie [8]. Sposób pakowania mięsa i czas przechowywania mogą również warunkować jego wartość żywieniową ze względu na rozwój mikroorganizmów, czy utlenianie kwasów tłuszczowych. Zmiany te w istotny sposób przyczyniają się do obniżenia wartości odżywczej produktu [25]. Opakowanie mięsa w sposób ograniczający ekspozycję produktu na tlen ogranicza intensywność tych niekorzystnych zmian. Reakcje oksydacyjne tłuszczu wywierają bardzo silny wpływ na cechy jakościowe mięsa, to jest głównie na barwę, teksturę, smak i zapach [17, 10]. Spośród wyżej wymienionych cech jakościowych barwa mięsa odgrywa jedną z ważniejszych

ról, ponieważ jak wskazują wyniki badań, posiada największe znaczenie podczas dokonywania przez konsumentów wyborów zakupowych. Dla konsumentów barwa stanowi główny wskaźnik jakości oraz świeżości mięsa. Intensywność wybarwienia mięsa w dużej mierze uzależniona jest od formy występowania głównego barwnika – mioglobiny. W świeżym mięsie, mioglobina występować może w jednej z trzech form chemicznych – jako dezoksymioglobina, oksymioglobina, lub metmioglobina. Mioglobina wykazuje barwę czerwoną, dezoksymioglobina charakteryzuje się barwą purpurowo-czerwoną, oksymioglobina jasno-czerwoną, metmioglobina zaś brązowo-brunatną. W warunkach przy dostępie tlenu mioglobina ulega samorzutnemu utlenieniu do oksymioglobiny, dezoksymioglobina zaś powstaje w mięsie pakowanym próżniowo. W percepcji konsumentów, brunatna i brązowa barwa mięsa jest wyznacznikiem braku świeżości. Przechowywanie mięsa po zastosowaniu różnych metod pakowania wpływa na zmiany formy chemicznej mioglobiny, a w konsekwencji na zmiany barwy mięsa. Stosowanie opakowań ze swobodnym dostępem tlenu przyczynia się do intensywnych zmian oksydacyjnych i tworzenia się dużej ilości metmioglobiny [17]. Wpływ stosowanych technik pakowania mięsa na jego cechy jakościowe jest zróżnicowany i zależy przede wszystkim od wykorzystanej techniki pakowania [22].

PAKOWANIE MIĘSA W ATMOSFERZE ZMODYFIKOWANEJ

Pakowanie mięsa w atmosferze zmodyfikowanej polega na usunięciu powietrza z opakowania i zastąpienia go gazem bądź mieszaniną gazów [22]. Mieszanina gazów dobierana jest w zależności od rodzaju pakowanego produktu. Jednak w trakcie przechowywania atmosfera gazowa zmienia się pod wpływem takich czynników jak respiracja, absorpcja CO₂, zmiany biochemiczne oraz powolne przenikanie gazów przez materiał opakowania. Technologia MAP pozwala na wydłużenie okresu przechowywania oraz wpływa na polepszenie barwy surowego mięsa, jego smaku i zapachu. W technologii MAP stosowany jest głównie tlen, azot i dwutlenek węgla. Tlen wykorzystywany jest tam, gdzie wymagane jest zachowanie odpowiedniej barwy świeżego mięsa [2, 13, 31], ponieważ utrzymuje charakterystyczną czerwoną barwę oksymioglobiny, będącej utlenioną formą mioglobiny [17, 18]. Jednak przy zwiększonym stężeniu tlen może negatywnie wpłynąć na barwę mięsa. Tlen jest również środkiem bakteriologicznym, ale jedynie dla drobnoustrojów znajdujących się w powietrzu. Natomiast jeśli drobnoustroje znajdują się we wnętrzu opakowania, to działanie bakteriologiczne tego gazu ulega znacznemu zmniejszeniu [23, 33]. Azot stosuje się głównie do wyparcia powietrza z opakowań, chroniąc w ten sposób opakowany produkt przed jęłczeniem tłuszczów oraz zepsuciem tlenowym poprzez inhibicję wzrostu mikroorganizmów aerobowych. Obecność azotu w opakowaniach zawierających mieszaniny gazów ze znacznym udziałem CO₂ zapobiega powstawaniu efektu próżni, co jest wynikiem jego słabej rozpuszczalności w wodzie i tłuszczach. W technologii MAP wykorzystuje się również dwutlenek węgla, ponieważ posiada on silne działanie hamujące rozwój mikroorganizmów [20], szczególnie aerobowych, gram ujemnych bakterii psychotropowych i pleśni. Bakteriostatyczne oddziaływanie tego gazu zależy od jego stężenia, rodzaju drobnoustrojów,

stopnia ich rozwoju i początkowej ilości komórek mikroorganizmów, fazy ich wzrostu, temperatury przechowywania, kwasowości, aktywności wody i rodzaju zapakowanego produktu. Działanie bakteriostatyczne CO₂ uwidacznia się w stężeniu wynoszącym przynajmniej 20% [2, 18, 31] i wzrasta w obniżonej temperaturze [19, 26]. Im wyższe stężenie CO₂ stosuje się podczas pakowania mięsa w atmosferze modyfikowanej, tym dłuższy jest jego okres przydatności do spożycia. Jednak ze względu na fakt, że gaz ten jest łatwo absorbowany przez wodę i tłuszcze, jego nadmiar może powodować pogorszenie walorów smakowych opakowanego produktu, utratę w nim wody i odkształcanie opakowania. Od niedawna trwają próby wykorzystania argonu do pakowania żywności w atmosferze modyfikowanej. Argon to gaz podobny do azotu, jest jedynie cięższy i wykazuje większą rozpuszczalność. Uważa się, że argon hamuje czynność enzymów, rozwój drobnoustrojów i reakcje chemiczne powodujące psucie produktów spożywczych. Może zastąpić azot w wielu przypadkach. Jednakże argumenty przemawiające za zastąpieniem azotu argonem są wątpliwe ze względu na wysokie koszty instalacji tego gazu [13]. Wśród innych gazów wykorzystywanych do opakowań z modyfikowaną atmosferą, oprócz wyżej wymienionych, od niedawna w Stanach Zjednoczonych został dopuszczony także tlenek węgla. Food and Drug Administration (FDA) zezwala na stosowanie go na poziomie 0,4 % w przypadku opakowań z modyfikowaną atmosferą przeznaczonych do pakowania mięsa wołowego i wieprzowego [30]. Stwierdza się, że tlenek węgla przyczynia się do wzrostu stabilności barwy mięsa oraz wpływa na przedłużenie jego trwałości [12]. Od momentu, kiedy Food and Drug Administration wydało zezwolenie na stosowanie tego gazu do opakowań z modyfikowaną atmosferą, wzrasta coraz bardziej liczba badań, w których oprócz tlenu, dwutlenku węgla, azotu, czy argonu, wykorzystuje się również tlenek węgla [30]. O końcowym efekcie pakowania w atmosferze modyfikowanej, obok składu mieszaniny gazowej, decyduje rodzaj i cechy opakowania oraz szczelność jego zamknięcia. Przydatność stosowanych materiałów do pakowania zależy przede wszystkim od odporności na uszkodzenie, podatności na zgrzewanie, własności przeciwskrapających, przepuszczalności dwutlenku węgla, pary wodnej i wody. Pomimo różnorodności dostępnych na rynku materiałów opakowaniowych przeznaczonych do pakowania w systemie MAP stale opracowywane są nowe folie na bazie podstawowych polimerów, m. in. takich jak: politereftalan etylenowy (PET), polipropylen (PP), czy polietylen (PE) [6]. Na podstawie wielu przeprowadzonych badań stwierdzono, że pakowanie mięsa i jego produktów za pomocą metody MAP wyraźnie przedłuża ich trwałość (o kilka lub kilkanaście dni), zapewnia utrzymanie naturalnego kształtu oraz barwy [15, 27]. Pakowanie mięsa w warunkach zmodyfikowanej atmosfery jest szeroko stosowane w Europie Zachodniej i USA oraz zaczyna coraz częściej być wykorzystywane w Polsce. Stosowane przez przetwórców przemysłu mięsnego mieszaniny gazów są różne dla poszczególnych gatunków mięsa [16]. **Pakowanie mięsa w atmosferze modyfikowanej niesie ze sobą wiele korzyści, do których zaliczyć można: wydłużenie okresu przechowywania, poprawę wyglądu (głównie barwy) [14] higieniczne, łatwe do układania opakowania, zamknięte w sposób eliminujący wyciek i wydzielanie zapachu, łatwe rozdzielanie produktów porcjowanych oraz ograniczenie lub całkowite wyeliminowanie stosowania substancji**

konserwujących. Jednakże pakowanie mięsa w atmosferze modyfikowanej niesie ze sobą zagrożenie namnażania się drobnoustrojów patogennych w przypadku niezachowania właściwych warunków temperaturowych w sieci sprzedaży detalicznej i przez konsumentów [18].

PAKOWANIE MIĘSA W WARUNKACH PRÓŻNIOWYCH

Pakowanie próżniowe (VP) stanowi wariant pakowania w modyfikowanej atmosferze. Pakowanie to polega na częściowym usunięciu powietrza z opakowania, co powoduje obniżenie ciśnienia atmosferycznego. Po hermetycznym zamknięciu opakowania tworzy się w nim samoistnie modyfikowana atmosfera zawierająca 10-20% dwutlenku węgla wydzielanego przez mikroorganizmy w wyniku zużycia resztek tlenu [4]. Na trwałość pakowanej próżniowo żywności w dużej mierze wpływa zastosowane opakowanie o odpowiedniej barierowości, czyli zdolności do przenikania pary wodnej i gazów. Zastosowanie opakowania o barierowości gwarantującej odpowiednio niską wilgotność powoduje obsuszenie produktu, co stanowi czynnik utrwalający. Natomiast gdy przez opakowanie może przenikać woda, prowadzi to do szybszego pogorszenia się jakości opakowanego produktu [7]. Do pakowania próżniowego najlepsze są próżniowe woreczki zgrzewcze i opakowania termokurczliwe wykonane z folii laminowanej gazoszczelnej lub samokurczliwa folia. Opakowania te cechują się niską przepuszczalnością dla tlenu (co zawdzięcza się głównie obecności w nich warstwy chlorku winylidenu) [32]. Jednakże przy stosowaniu zgrzewanych woreczków w ich narożnikach powstają często tzw. martwe przestrzenie, w których może gromadzić się wyciek mięsny. Zjawisko to niekorzystnie wpływa na estetykę i mikrobiologiczną trwałość zapakowanego mięsa. W związku z powyższym wielkość woreczka powinna być właściwie dobrana do wielkości pakowanego produktu. Nadmierny wyciek można również zmniejszać poprzez zastosowanie wkładek celulozowych, które cechują się dużą chłonnością, jednak na takich wkładkach może dojść do intensywnego namnażania się drobnoustrojów. Gromadzeniu się soku mięsnego w opakowaniach próżniowych można zapobiec stosując torebki termokurczliwe, które pod wpływem odpowiedniej, ściśle określonej temperatury dopasowują się swoim kształtem do pakowanego mięsa, nie pozostawiając pustych miejsc [11]. Po usunięciu powietrza z opakowania produkt musi być całkowicie oblepiony folią, która nie powinna dać się odebrać. Zawartość tlenu w produkcie opakowanym próżniowo nie może przekraczać 2%, ponieważ brak lub bardzo niska jego zawartość minimalizuje zajście niepożądanych reakcji utleniania oraz redukuje wzrost bakterii tlenowych [7, 32]. **Pakowanie próżniowe zabezpiecza mięso przed wysychaniem, utlenianiem oraz utratą i mieszaniem aromatów. Pozwala także przechowywać je przez wielokrotnie dłuższy okres niż w opakowaniach tradycyjnych [15].** Czas przechowywania pakowanego próżniowo mięsa i jego produktów jest różny. Zależy od rodzaju produktu i warunków przechowywania (Tabela 1).

Tabela 1. Okres trwałości produktów przechowywanych ze swobodnym dostępem powietrza i w warunkach próżniowych w temp. 4 °C [24]

Produkt	Trwałość produktu mierzona w dniach	
	Powietrze	Próżnia
Wieprzowina	4	14
Wołowina	4	20
Drób	3	18
Wieprzowina panierowana	7	25
Wołowina panierowana	10	29
Boczek	11	28
Wątroba wieprzowa	3	4
Pasztet	6	11
Salceson	8	21
Kielbasa parówkowa	9	27
Mięso mielone wieprzowe	4	7
Mięso mielone wołowe	5	7

Rozdrobienie produktu ogranicza okres jego trwałości podczas chłodniczego przechowywania w warunkach próżniowych. Mięso mielone pakowane próżniowo cechuje się krótszym okresem przydatności do spożycia, niż to pakowane próżniowo w dużych kawałkach. Podobnie jest z zapakowanymi w warunkach próżniowych wędlinami drobnorozdrobnionymi, które mają krótszą trwałość w porównaniu do próżniowo zapakowanej szynki. Pakowanie próżniowe chroni mięso przed rozwojem bakterii tlenowych, jednak w tak pakowanej żywności mogą rozwijać się bakterie beztlenowe (m.in. *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, czy *Clostridium botulinum*) będące przyczyną zatruc pokarmowych. Do rozwoju tych bakterii dochodzi, gdy w opakowaniu jest zbyt mało tlenu. Rozwój tych chorobotwórczych bakterii można zahamować, zapewniając odpowiednią wilgotność produktu, niskie pH (poniżej 4,5), dodając mieszanki pekujące, czy też przechowując mięso w odpowiednio niskiej temperaturze [7]. Pakowanie próżniowe oprócz przedłużenia trwałości mięsa niesie ze sobą wiele problemów natury sensorycznej i higienicznej. Po dłuższym przechowywaniu mięsa zapakowanego tą techniką powstaje w opakowaniu „zapach opakowania próżniowego” wywołany aktywnością drobnoustrojów. Poza tym dłuższe przechowywanie w próżni wywołuje nadmierną, niepożądaną kruchość mięsa oraz zmiany jego barwy wywołane obecnością tlenu w opakowaniu. W związku z powyższym **nie zaleca się pakowania próżniowego produktów kruchych, podatnych na zgniatanie.** Do istotnych zastosowań tego rodzaju pakowania należy pakowanie wędlin plasterkowanych, w szczególności szynki, bекonu i boczku [11].

WNIOSKI

1. Zastosowanie odpowiedniego rodzaju metod pakowania może przyczynić się do przedłużenia trwałości zapakowanego mięsa, poprawy jego wskaźników jakościowych, w tym głównie barwy oraz cech sensorycznych.

2. Mięso i produkty mięsne zapakowane w warunkach modyfikowanej atmosfery oraz próżniowych charakteryzują się lepszą jakością sensoryczną, większą stabilnością mikrobiologiczną i mniejszymi ubytkami masy w porównaniu do tego typu żywności zapakowanej tradycyjnymi metodami.

3. Stosowane metody pakowania powinny być dostosowane do specyfiki pakowanego mięsa i jego produktów.

LITERATURA

- [1] ANDERSEN H., OKSBJERG N., THERKILDSEN M. 2005. *Potential quality control tools in the production of fresh pork, beef and lamb demanded by the European society*. Livestock Production Science, 94, 105-124.
- [2] ASHTON N. 2005. *Pakowanie na tackach w atmosferze modyfikowanej*. Magazyn Przemysłu Rybnego, 5, 17-18.
- [3] BELCHER J. 2006. *Industrial packaging developments for the global meat market*. Meat Science, 74, 143-148.
- [4] CIERACH M., STASIEWICZ M. 2006. *Zmiany tekstury przetworów mięsnych przechowywanych w atmosferze modyfikowanej*. Inżynieria Rolnicza, 1, 67-72.
- [5] CZAPSKI J., MICHNIEWICZ J. 1997. *Wpływ opakowania na zmiany jakościowe żywności podczas przechowywania*. Przemysł Spożywczy, 10, 15-19.
- [6] CZERNAWSKI B. 2008. *Pakowanie w atmosferze modyfikowanej – MAP na rynku krajowym i perspektywy dalszego rozwoju*. Biuletyn Opakowaniowy, 4, 3-6.
- [7] CZERWIŃSKA D. 2006. *W próżni*. Przegląd Gastronomiczny, 5, 6-7.
- [8] D'AGATA M., NUVOLONI R., PEDONESE F., RUSSO C., D'ASCENZI C., PREZIUSSO G. 2010. *Effects of packaging and storage time on beef qualitative and microbial traits*. Journal of Food Quality, In Press, 1-15.
- [9] DANYLUK B., GAJEWSKA-SZCZERBAL H., PYRCZ J., KOWALSKI J. 2004. *Trwałość mikrobiologiczna wędlin pakowanych próżniowo*. Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria, 3, 37-44.
- [10] DZUDIE T., KOUÉBOU C., ESSIA-NGANG J., MBOFUNG C. 2004. *Lipid sources and essential oils effects on quality and stability of beef patties*. Journal of Food Engineering, 65, 67-72.
- [11] GAJEWSKA-SZCZERBA H. 2005. *Pakowanie mięsa i przetworów mięsnych*. Gospodarka Mięsna, 7, 6-9.
- [12] HUNT M., MANCINI R., HACHMEISTER K., KROPF D., MERRIMAN M., DELDUCA G., MILLIKEN G. 2004. *Carbon monoxide in modified atmosphere packaging affects color, shelf life, and microorganisms of beef steaks and ground beef*. Journal of Food Science, 69, 45-52.
- [13] JACKSON M. 2005. *Pakowanie w atmosferze modyfikowanej*. Magazyn Przemysłu Rybnego, 6, 18-19.
- [14] JAKOBSEN M., BERTELSEN G. 2000. *Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition*. Meat Science, 54, 49-57.
- [15] KONDRATOWICZ J. 2000. *Wykorzystanie niskich temperatur w konserwacji produktów żywnościowych*. Chłodnictwo, 35, 32.
- [16] KOZIOŁ J., GAZDA W. 2000. *Efekty ekonomiczne związane ze sposobem schładzania i zamrażania mięsa wołowego*. Chłodnictwo, 35, 11.
- [17] MANCINI R. A. 2009. *Meat color*. [w:] Kerry J., Ledward D. (red.): Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat, 89-110.
- [18] McMILLIN K. 2008. *Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat*. Meat Science 80, 43-65.
- [19] NISSEN H., SØRHEIM O., DAINTY R. 1996. *Effects of vacuum, modified atmospheres and storage temperature on the microbial flora of packaged beef*. Food Microbiology, 13, 183-191.
- [20] O'GRADY M., JOSEPH K. 2008. *Smart packaging technologies and their application in conventional meat packaging systems*. [w:] Toldrá F. (red.): Meat Biotechnology, wyd. Springer Science, Nowy Jork, 425-453.
- [21] O'SULLIVAN M., KERRY J. 2009. *Sensory and quality properties of packaged meat*. [w:] Kerry J., Ledward D. (red.): Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat, 585-604.
- [22] PAULSEN P., HIESBERGER J., GIEFING S., SMULDERS F. 2006. *Modified-atmosphere storage under subatmospheric pressure and beef quality*. I. Microbiological effects, Journal of Animal Science, 84, 2448-2455.
- [23] PIKUL J. 2001. *Rola modyfikowanej oraz kontrolowanej atmosfery w przechowywaniu schłodzonego mięsa*. Chłodnictwo, 36, 8-9, 78.
- [24] RUDY M., ZIN J., GŁODEK E. 2007. *Wpływ składu modyfikowanej atmosfery na trwałość mięsa i wędlin podczas chłodniczego przechowywania*. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 25, 79-84.
- [25] SALLAM K., SAMEJIMA K. 2004. *Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage*. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 37, 865-871.
- [26] SKANDAMIS P., NYCHAS G. 2002. *Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions*. International Journal of Food Microbiology, 79, 35-45.
- [27] SMULDERS F., HIESBERGER J., HOFBAUER P., DÖGL, B., DRANSFIELD E. 2006. *Modified-atmosphere storage under subatmospheric pressure and beef quality: II. Color, drip, cooking loss, sarcomere length, and tenderness*. Journal of Animal Science, 84, 2456-2462.
- [28] SUDARMADJI, S., URBAIN W. 1972. *Flavor sensitivity of selected animal protein foods to gamma radiation*. Journal of Food Science, 37, 671-672.
- [29] WASZKIEWICZ-ROBAK B. 2005. *Porównanie wybranych cech jakościowych owoców i warzyw przechowywanych w warunkach częściowej próżni i tradycyjnie*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, Tom 15/26, nr 1, 28-31.
- [30] WICKLUND R., PAULSON D., TUCKER E., STETZER A., DESANTOS F., ROJAS M., MACFARLANE B., BREWER M. 2006. *Effect of carbon monoxide and high oxygen modified atmosphere packaging and phosphate enhanced, case-ready pork chops*. Meat Science, 74, 704-709.

- [31] ZAKRYS P., HOGAN S., O'SULLIVAN M., ALLEN P., KERRY J. 2008. *Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere*. Meat Science, 79, 648-655.
- [32] ZHOU G., XU X., LIU Y. 2010. *Preservation technologies for fresh meat – A review*. Meat Science, 86, 119-128.
- [33] ZNAMIROWSKA A., ZIN M. 2003. *Historia konserwowania mięsa, cz. II*. Gospodarka. Mięsna, 2, 34.

MEAT PACKING IN MODIFIED ATMOSPHERE AND VACUUM CONDITIONS

SUMMARY

The length of storage of meat and meat products is affected by type of the packing method. Frequently during the packing of meat plastic packaging, primarily from the multilayer films with high barrier are used. From these packages the air can be removed, the product is then stored in a vacuum conditions, or can fill them with gas suitably modified, the product is then stored in modified atmosphere (MAP). Packaging in modified atmosphere consist on closing meat in a container filled with modified atmosphere of carbon dioxide, oxygen, nitrogen or argon, water vapor and other trace gases in relation to the natural composition of air. The process involves the removal of air from the packaging and the entering of a gas mixture with fixed composition. Vacuum packaging is a variant of modified atmosphere packaging, consisting of a reduction of atmospheric pressure in the package by the partial removal of the air. After closing the container spontaneously modified atmosphere containing 10-20% carbon dioxide is formed. Meat packing the in a modified atmosphere provides effective protection against exposure to air, microorganisms, and drying, and therefore contributes to a longer shelf life of meat.

Key words: *meat, processed meat, modified atmosphere packaging, vacuum packaging.*