

Anna Sakowska¹

Małgorzata Konarska²

Dominika Guzek³

Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu

Dominika Głabska⁴

Zakład Dietetyki,

Katedra Dietetyki

Agnieszka Wierzbicka⁵

Samodzielny Zakład Techniki w Żywieniu,

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji,

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Charakterystyka wybranych systemów pakowania mięsa w odniesieniu do preferencji konsumentów i aspektów ekonomicznych

Characteristics of selected meat packaging systems in relation to consumer preferences and economic aspects

Synopsis: Rosnące wymagania konsumentów, dotyczące świeżego mięsa skłaniają producentów do wykorzystywania różnych systemów pakowania. Stosowanie opakowań jednostkowych mięsa jest też niezbędne ze względu na konieczność ograniczenia prac na zapleczech sklepów, związanych z podziałem i przepakowaniem mięsa. Stąd też obserwuje się na rynku wzrost udziału opakowań *Case-Ready*, czyli opakowań małych porcji detalicznych, stosowanych m.in. w systemach pakowania próżniowego i z modyfikowaną atmosferą. Opakowania te w znacznym stopniu pozwalają przedłużyć trwałość produktu, co umożliwia wydłużenie czasu magazynowania, transportu oraz ekspozycji w ladach sklepowych. Dodatkową korzyścią dla producentów jest zwiększenie atrakcyjności produktu dla konsumentów poprzez zachowanie czerwonej barwy mięsa. Niektóre z opakowań mogą też zmniejszyć straty surowca w czasie przechowywania, wynikające z powstającego wycieku, przyczyniając się tym samym do zmniejszenia strat ekonomicznych.

Słowa kluczowe: mięso, pakowanie próżniowe, pakowanie w modyfikowanej atmosferze, opakowania aktywne i inteligentne

Abstract: Growing consumer requirements for fresh meat compel producers to use various packaging systems. The use of individual packages of meat is necessary because of the need to reduce the work in the back of the retail store, related to the cutting and meat repackaging. Because of that, the market of *Case-Ready* packaging is growing. *Case-Ready* can be used in vacuum and modified atmosphere packaging. These packages allow to prolong the shelf life of the meat, with longer storage and display

¹ Mgr inż., e-mail: anna_sakowska1@sggw.pl

² Mgr inż., e-mail: malgorzata_konarska1@sggw.pl

³ Dr inż., e-mail: dominika_guzek@sggw.pl

⁴ Dr inż., e-mail: dominika_glabska@sggw.pl

⁵ Dr hab. inż. prof. SGGW, e-mail: agnieszka_wierzbicka@sggw.pl

⁶ Publikacja została współfinansowana przez Unię Europejską w ramach środków Europejskiego Funduszu Społecznego jak również praca powstała w ramach Projektu WND-POIG.01.03.01-00-204/09 Optymalizacja produkcji wołowiny w Polsce zgodnie ze strategią „od widelca do zagrody”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013 (Umowa nr UDA-POIG.01.03.01-00-204/09-05) – Zadanie 4.

time. An additional benefit for producers is increased attractiveness of the product for consumers by maintaining the red color. Packaging can also reduce the drip loss, thereby contributing to a reduction in economic losses.

Key words: meat, vacuum packaging, modified atmosphere packaging, active and intelligent packaging

Wstęp

Rynek mięsa jest ważnym segmentem gospodarki żywnościowej na całym świecie. Globalna produkcja zwierzęca wykazuje tendencję rosnącą, wynikającą ze wzrostu popytu na produkty pochodzenia zwierzęcego. Zarówno w krajach UE, jak i wielu krajach świata obserwuje się obniżenie popytu na wędliny na rzecz świeżego mięsa. Według prognoz, wzrost tego rynku utrzyma się do 2030 r. w tempie kilkunastu procent na dekadę [Obidzińska i Andrzejewska 2012, Stańko 2012]. Jednak, jest to rynek niestabilny i bardzo dynamiczny. W Polsce dodatkowo jest on ostatnio ograniczany przez spowolnienie gospodarcze, braki surowca wieprzowego czy też zakaz uboju rytualnego. Innym problemem na rynku mięsa są straty ekonomiczne wynikające ze zwrotów produktów, które odznaczają się niewystarczającą jakością (np. zmiany barwy powierzchni) lub przekroczyły termin przydatności do spożycia. Dlatego też, konieczne jest podjęcie działań pozwalających na zmniejszenie tych strat poprzez zagwarantowanie wysokiej jakości i bezpieczeństwa mięsa przy wydłużonym okresie jego przydatności do spożycia.

Obecnie w samoobsługowych sieciach sprzedaży detalicznej obserwowane jest znaczne poszerzenie oferty dotyczącej asortymentu mięsa dużych zwierząt rzeźnych. Coraz częściej jest ono sprzedawane w systemie samoobsługowym, a nie jak dotychczas przez sprzedawcę [Anonim 2008]. W związku z tym, coraz większe zastosowanie mają opakowania jednostkowe dla mięsa i jego przetworów. Ich ceny w przypadku pakowania próżniowego stanowią około 1-3%, a w opakowaniu z modyfikowaną atmosferą - MAP (ang. *modified atmosphere packaging*) około 5-8% w stosunku do ceny produktu.

Opakowanie musi pełnić kilka podstawowych funkcji. Przede wszystkim musi ono chronić produkt przed niekorzystnymi zmianami i czynnikami, w tym między innymi: uszkodzeniem mechanicznym, kontaktem ze środowiskiem zewnętrznym, kurzem, zanieczyszczeniem mikrobiologicznym, utratą wody i wpływem światła [Zmarlicki 2000]. Ponadto, istotne jest by zapewniło ono wysoką jakość zapakowanego produktu oraz trwałość w czasie transportu, magazynowania i sprzedaży. W przypadku mięsa czerwonego, dodatkowo powinno zapewnić atrakcyjną barwę mięsa [Fernández-López i in. 2008]. Jednak niezależnie od jego funkcji, dobór opakowania powinien być ekonomicznie uzasadniony pod względem kosztów produkcji, tak by przy niskich nakładach pozwoliło ono na zwiększenie konkurencyjności produktu na rynku mięsnym. Powinno ono również, dzięki możliwości wydłużenia okresu trwałości, zmniejszyć ilości zwrotów z sieci sprzedaży [Brooks 2007].

W związku z powyższym, koniecznością staje się stosowanie nowoczesnych metod pakowania, które zaspokoją rosnące wymagania konsumentów. Zazwyczaj w trakcie zakupu mięsa kierują się oni takimi kryteriami, jak: wygląd ogólny, barwa, konsystencja i świeżość [Rudy i in. 2007].

W krajach Europy nasila się trend pakowania produktów w systemie *Case-Ready*, czyli pakowania, bezpośrednio przez producenta, małych porcji detalicznych, gotowych do

ekspozycji w sklepowych ladach chłodniczych. W przypadku świeżego mięsa zastosowanie tej metody pakowania zapewnia w skali roku średni wzrost marży netto o 7%, a sprzedaży – o 15%, przy średniej penetracji rynku na poziomie 50% [Andrzejewska 2009].

Celem pracy była charakterystyka nowych metod pakowania mięsa wołowego w kontekście poprawy jego akceptacji konsumenckiej oraz przedłużenia czasu przydatności do spożycia. Podjęto również próbę oceny korzyści ekonomicznych wynikających z zastosowania różnych systemów pakowania mięsa. Niniejsza praca ma charakter przeglądowy. Powstała na podstawie analizy polskiej i zagranicznej literatury dotyczącej pakowania surowego mięsa, jak również w oparciu o dane pochodzące z Głównego Urzędu Statystycznego.

Rynek mięsa pakowanego

Wzrost udziału pakowanego mięsa surowego na rynku związany jest z trzema głównymi trendami w zakresie pakowania mięsa. Pierwszym z nich jest konieczność ograniczenia pracy na zapleczach sklepów. Mięso zapakowane w postaci dużych elementów, zanim trafi do lody chłodniczej, musi być wcześniej rozpakowane. Dodatkowo, istnieje konieczność zatrudniania osób, które będą to mięso porcjować i pakować. Ponadto w przypadku sieci sprzedaży detalicznej, które pracują w systemie ciągłym 7 dni w tygodniu 24h/ dobę, mogą wystąpić okresy, w których mięso porcjowane będzie niedostępne. Kolejny trend wynika ze zmieniających się potrzeb konsumentów. Poszukują oni produktów zarówno wygodnych, pozwalających zredukować czas przygotowywania posiłków jednocześnie świeżych i o wysokiej jakości. Ostatnim trendem jest zapewnienie wysokiego stopnia bezpieczeństwa mikrobiologicznego zapakowanego mięsa. Dlatego też coraz częściej opakowania całych elementów zastępowane są mniejszymi typu *Case-Ready*, które realizują wszystkie trzy wymienione trendy [Belcher 2006].

W Wielkiej Brytanii i innych krajach Europy, udział mięsa pakowanego na rynku rośnie w tempie ok. 15% rocznie [Belcher 2006]. Jednak, według Salvage [2005], istnieją duże różnice w tym zakresie między poszczególnymi państwami. W Wielkiej Brytanii aż 90% mięsa występuje w postaci pakowanej, natomiast we Włoszech zaledwie 10%. Podobne tendencje są zauważalne w Stanach Zjednoczonych, gdzie niezależnie od rodzaju mięsa zwiększa się udział produktów pakowanych. Na rynku tym w opakowaniach jednostkowych występuje 95% drobiu, ponad 60% wołowiny i 50% wieprzowiny [Belcher 2006].

Czynniki wpływające na akceptację konsumencką mięsa

Aby zrozumieć potrzebę pakowania mięsa, ważne jest, aby wskazać czynniki determinujące jego akceptację przez konsumenta w czasie zakupu. Badania australijskich naukowców wykazały, że głównymi determinantami jakości sensorycznej mięsa są kruchość, soczystość i smak, przy czym największe znaczenie odgrywa kruchość, która odpowiada za aż 40% w sensorycznej ocenie konsumenckiej [Meat... 2010]. Jednak żadna z wyżej wymienionych cech nie jest możliwa do oceny przez konsumenta w trakcie zakupu. Stąd też, podstawowym kryterium wyboru surowego mięsa jest barwa, stanowiąca

wskaźnik świeżości i przydatności do spożycia [Mancini i in. 2009, Ramamoorthi i in. 2009].

W ocenie konsumenckiej kruchość odbierana jest jako łatwość z jaką mięso jest rozdrabniane w początkowym okresie gryzienia, łatwość z jaką mięso jest rozdrabniane na cząstki w trakcie żucia oraz odczucie pozostałości po żuciu [Kończak 2008]. Na kruchość mięsa wpływają czynniki przyżyciowe: wiek, rasa, płeć oraz czynniki poubojowe, związane z warunkami przechowywania: temperatura, czas dojrzewania oraz rodzaj opakowania. Stwierdzono, że w opakowaniu MAP, ze względu na wysoką zawartość tlenu, może nastąpić pogorszenie kruchości mięsa. Natomiast w opakowaniu próżniowym, ze względu na postępujące w nim procesy dojrzewania, następuje poprawa kruchości mięsa [Clausen i in. 2009, Schönfeldt i Strydom 2011]. Jednak purpurowo-czerwona barwa mięsa w tym opakowaniu, wynikająca z powstania deoksymyoglobiny, może być nieakceptowana przez konsumenta.

Deoksymyoglobina to jedna z trzech podstawowych form myoglobiny - barwnika hemowego w mięsie, odpowiedzialnego za jego barwę. Charakteryzuje się ona purpurowo-czerwoną lub purpurowo-różową barwą. Powstaje w mięsie pakowanym próżniowo. Myoglobina w świeżym mięsie, w zależności od warunków przechowywania, głównie dostępu tlenu i rodzaju opakowania, może występować w dwóch innych formach - oksymyoglobiny i metmyoglobiny. W opakowaniu z atmosferą modyfikowaną o dużym stężeniu tlenu, mięso charakteryzuje się jasnoczerwoną barwą, dzięki powstawaniu w warunkach tlenowych oksymyoglobiny. Jednak, w opakowaniu tym podczas przechowywania, na powierzchni mięsa mogą powstawać plamy i przebarwienia. Natomiast, w atmosferze modyfikowanej zawierającej małe stężenie tlenu, myoglobina utlenia się do metmyoglobiny, nadającej mięsu barwę szarobrunatną [Mancini i Hunt 2005].

Zarówno amerykańscy, jak i europejscy konsumenci, oczekują od mięsa dostępnego na rynku wysokiej jakości, wygody i łatwości przygotowania. Kojarzą jasnoczerwoną barwę wołowiny ze świeżością, a wszelkie zmiany tej barwy obniżają stopień atrakcyjności mięsa dla konsumentów [Brooks 2007, Wezemaal i in. 2011].

Stąd też, producenci powinni dostarczyć konsumentom produktów, które oprócz wysokiej jakości mikrobiologicznej, będą charakteryzować się atrakcyjną pożądaną barwą, co będzie możliwe dzięki zastosowaniu odpowiedniego rodzaju opakowania.

Charakterystyka opakowań stosowanych w przemyśle mięsnym

W przemyśle mięsnym najczęściej stosuje się system pakowania w atmosferze modyfikowanej, w tym pakowanie próżniowe (ang. *vacuum packaging*) i pakowanie w modyfikowanej atmosferze gazów (MAP) [Ripoll i in. 2013].

Pakowanie próżniowe polega na umieszczeniu produktu w opakowaniu foliowym o małej przepuszczalności gazów, usunięciu z niego powietrza i szczelnym zamknięciu. Konieczne jest usunięcie ok. 98-99% powietrza z opakowania [Rudy i in. 2007]. Większość mikroorganizmów do rozwoju potrzebuje tlenu, a ze względu na prawie całkowitą jego eliminację w opakowaniu próżniowym, uniemożliwiony jest wzrost bakterii tlenowych, pleśni czy drożdży. Przyczynia się to do wydłużenia czasu przydatności do spożycia, a także pozwala na zachowanie odpowiednich, poświadczanych przez konsumentów, cech sensorycznych. Należy jednak pamiętać, iż jakość i trwałość pakowanego próżniowo mięsa zależy w dużym stopniu od tego, czy nie zostało ono wtórnie zanieczyszczone

mikrobiologicznie przed pakowaniem i podczas procesów technologicznych, np. w trakcie rozdrabniania. Ten rodzaj opakowania dodatkowo zapobiega wysuszeniu produktu i tworzeniu się na jego powierzchni twardej skórki, oraz utracie i mieszanii się aromatów [Borowy i Kubiak 2008b]. W opakowaniu tym, jednakże mięso ma ciemną, nieatrakcyjną dla konsumenta barwę (w związku z występowaniem barwnika deoksymioglobiny), powstaje też nieatrakcyjny wyciek przechowalniczy kojarzony przez konsumenta jako oznaka zepsucia. Dlatego też zazwyczaj próżniowo pakuje się całe mięśnie lub elementy kulinarne, a nie małe porcje detaliczne dla konsumenta [Carpenter 2001].

Obecnie coraz częściej stosuje się nowe metody pakowania próżniowego, takie jak *Pi-Vac* i pakowanie próżniowe z efektem *skin*. Pierwsza z nich polega na zapakowaniu mięsa do razu po uboju w specjalną folię eliminującą lub ograniczającą skurcz mięśnia. Metoda ta może być używana gdy zastosowany zostanie rozbiór mięsa ciepłego, przed wystąpieniem stężenia pośmiertnego (*rigor mortis*). Pozwala ona między innymi na znaczną poprawę kruchości mięsa oraz minimalizację wycieku soku mięsnego w trakcie przechowywania. Dzięki zastosowaniu nowych metod pakowania i materiałów opakowaniowych udało się uniknąć dotychczasowych problemów dotyczących tej metody pakowania. Świeże mięso w skutek wytwarzania podciśnienia zasysane jest do rękawa co zniwelowało trudności z zapakowaniem mięsa ciepłego o kleistej powierzchni. Natomiast użycie trwale elastycznych materiałów opakowaniowych pozwoliło uniknąć denaturacji powierzchni mięsa pakowanego uprzednio w worki termokurczliwe. Z kolei w opakowaniu próżniowym z efektem *skin* produkt znajduje się na tacy i jest otoczony folią ściśle do niego przylegającą. W opakowaniu tym stosuje się folię z funkcją samoistnego usuwania pary wodnej, co pozwala na przygotowanie mięsa do spożycia w opakowaniu, bez konieczności zdejmowania folii czy też przekłuwania jej. Mięso w takim opakowaniu może nadal dojrzewać, dzięki czemu poprawia się jego kruchość oraz walory smakowe. Jednakże cena takiego opakowania jest kilkukrotnie wyższa od tradycyjnego opakowania próżniowego [Sørheim i Hildrum 2002, Anonim 2008, Borowy i Kubiak 2008d].

W opakowaniu z wykorzystaniem mieszaniny gazów ochronnych – MAP, powietrze zastępuje się mieszaniną gazów, o odpowiednio dobranym składzie (najczęściej stosuje się tlen, dwutlenek węgla i azot). Celem pakowania w atmosferze modyfikowanej jest wytworzenie wewnątrz opakowania odpowiednio zrównoważonego składu gazowego, jaki pozwoli na przedłużenie czasu przydatności do spożycia zapakowanego produktu [Bingol i Ergun 2011].

W sieciach supermarketów w krajach Europy Zachodniej i Północnej około 85% mięsa jest dostępne w opakowaniu MAP, natomiast w nowych krajach UE w tej formie występuje tylko 65-75% mięsa pakowanego [Bingol i Ergun 2011]. W Polsce również można zaobserwować dynamiczny rozwój rynku opakowań jednostkowych. W sieciach samoobsługowej sprzedaży detalicznej część świeżego mięsa dostępna jest w opakowaniach z modyfikowaną atmosferą. Natomiast w większości sklepów dyskontowych jest ono dostępne wyłącznie w opakowaniach jednostkowych (próżniowych i MAP).

Każdy z gazów znajdujących się w opakowaniu pełni określoną funkcję. Dwutlenek węgla stanowi gaz ochronny, ma właściwości inhibitujące rozwój bakterii tlenowych i pleśni. Jednocześnie jest on obojętny smakowo i zapachowo. Przy stężeniu dwutlenek węgla w atmosferze modyfikowanej na poziomie 20%, dwukrotnie zmniejsza się szybkość wzrostu bakterii tlenowych. Dodatkowo, w przypadku żywności o dużej zawartości wody, jaką jest surowe mięso, gaz ten wpływa na obniżenie pH produktu, gdyż rozpuszczając się

w wodzie tworzy kwas węglowy. Należy też pamiętać, iż w porównaniu z pozostałymi składnikami mieszaniny gazów, ma on największą zdolność przenikania przez materiały opakowaniowe. Dlatego też, w przypadku opakowań w systemie MAP konieczne jest użycie materiałów opakowaniowych o wysokiej barierowości wobec stosowanych gazów. Tlen w opakowaniu świeżego mięsa wpływa na stabilizację barwy, gdyż w jego obecności barwniki na powierzchni mięsa występują głównie w formie oksymyoglobiny o pożądanej czerwonej barwie. Prócz tego tlen zapobiega namnażaniu się bakterii beztlenowych [McMillin 2008]. Azot pełni funkcję obojętnego wypełnienia opakowania, gdyż zapobiega jego „zapadnięciu się”, powodowanego zmianami stężenia dwutlenek węgla w atmosferze po jego rozpuszczeniu w wodzie. Ponadto, gaz ten używany jest w celu wyparcia tlenu ze składu atmosfery wewnątrz opakowania. Pośrednio może to zapobiegać utlenianiu kwasów tłuszczowych [Borowy i Kubiak 2008c].

Mieszaniny gazów stosowane są w różnych kombinacjach i proporcjach, w zależności od rodzaju produktu oraz potrzeb producentów, jak i konsumentów żywności. O wyborze mieszaniny gazów decydują: podatność produktu na rozwój mikroflory, wrażliwość na tlen i dwutlenek węgla, stabilność barwy produktu [McMillin 2008]. Przykładowe proporcje gazów w opakowaniach MAP przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład mieszaniny gazów przy pakowaniu produktów mięsnych w systemie MAP

Table 1. Composition of the gas mixture in the MAP system packaging of meat products

Rodzaj produktu	Skład mieszaniny gazów [%]		
	Tlen	Dwutlenek węgla	Azot
Świeże mięso wołowe lub wieprzowe	70	20	10
Porcje mięsa wołowego, wieprzowego i cielęcego	70	20-35	3
Świeże mięso mielone	35	30	35
Świeże mięso siekane	70	30	-
Świeże mięso drobiowe	20	30	50

Źródło: [McMillin 2008].

Według wielu doniesień metoda pakowania MAP wyraźnie wydłuża okres przydatności produktów do spożycia, zapewnia utrzymanie naturalnego kształtu i barwy oraz zwiększa estetykę towaru w odbiorze konsumenckim [Kondratowicz 2000 i 2001, Rudhard 2000, Rudy i in. 2007].

Stosunkowo duże ilości tlenu w opakowaniu MAP są niezbędne do utrzymania atrakcyjnej dla konsumenta barwy mięsa w czasie przechowywania. Niestety, w jego obecności mogą zachodzić niekorzystne procesy utleniania tłuszczu [Jakobsen i Bertelsen 2000]. Udowodniono również, iż duży udział tlenu w opakowaniu świeżego mięsa może pogarszać jego kruchość, wpływać na zwiększenie stopnia usieciowania białek [Lund i in. 2007, Lund i in. 2008, Clausen i in. 2009]. Badania wykazały również, że może on negatywnie wpływać na sensoryczne atrybuty mięsa, takie jak soczystość i smak [Lagerstedt 2011]. Przyczynia się to do obniżenia jakości pakowanych produktów, mogąc tym samym powodować problemy w trakcie dystrybucji. Dlatego też, naukowcy stwierdzili, iż bardzo perspektywiczne wydaje się być zastosowanie tlenku węgla. Gaz ten w mięsie wiąże się z częścią hemową mioglobiny i tworzy w połączeniu z nią trwałą czerwoną barwę (barwnik karboksymyoglobinę). Prowadzi to do stabilizacji barwy mięsa

(szczególnie na jego powierzchni) i przedłużenie jej trwałości. Niewielkie ilości tlenu węgla (0,4-0,5%) są wystarczające, aby zapewnić pożądaną czerwoną barwę mięsa, bez negatywnego wpływu na zdrowie człowieka [Mancini i in. 2009, Jeong i Claus 2010, Björlykke i in. 2011; Lagerstedt i in. 2011]. Podczas gotowania, mięso pakowane w obecności tlenu węgla brązowieje, następuje 85% powrotu pierwotnej barwy mięsa nie poddanego działaniu tlenu węgla [Jayasingh i in. 2001]. Stwierdzono również, że zastosowanie tlenu węgla w modyfikowanej atmosferze przedłuża trwałość świeżego mięsa i zmniejsza zagrożenia mikrobiologiczne. Jego użycie opóźnia wzrost *E. coli* O157 w mielonej wołowinie [Anonim 2007].

Mimo, iż tlenek węgla jest gazem toksycznym, stosowanie go w niskich stężeniach (do 0,5%) w systemach pakowania mięsa, zarówno badania, jak i oficjalne stanowiska ekspertów wskazują, że nie stanowi on zagrożenia dla konsumenta [Opinion... 2001, Wilkinson i in. 2006, Seyfert i in. 2007, Mancini i in. 2009].

Tlenek węgla do pakowania świeżego mięsa wołowego używany jest między innymi w Stanach Zjednoczonych Ameryki, Nowej Zelandii i Australii. W 2002, stosowanie tlenu węgla, w systemach pakowania MAP, w niskim stężeniu (<0,4%) sklasyfikowano jako GRAS (*Generally Recognized As Safe*) [Wilkinson i in. 2006, Jeong i Claus 2011]. W tym samym roku w Stanach Zjednoczonych Ameryki tlenek węgla w ilości 0,4% objętości atmosfery w opakowaniu został zatwierdzony przez *Food and Drug Administration* (FDA), do stosowania przy pakowaniu wszystkich gatunków mięsa [Wilkinson i in. 2006, Seyfert i in. 2007, Mancini i in. 2009]. Natomiast w Europie, 13.12.2001 r. Europejski Komitet Naukowy ds. Żywności wydał opinię dotyczącą stosowania tlenu węgla do pakowania świeżego mięsa. Uznał on dodatek 0,3-0,5% tlenu węgla w opakowaniu MAP świeżego mięsa za bezpieczny dla zdrowia [Opinion... 2001]. Jednak, mimo to gaz ten nie jest jeszcze w praktyce stosowany przy pakowaniu świeżego mięsa w krajach UE.

Rynek opakowań rozwija się dosyć szybko, proponując nowoczesne technologie pakowania. W przemyśle mięsnym swoje zastosowanie znalazły opakowania interaktywne, które są w stanie kontrolować zmiany zachodzące wewnątrz opakowania i bezpośrednio na nie reagują. Wśród nich znajdują się opakowania inteligentne i aktywne. Pierwsze posiadają zdolność pomiaru wybranego parametru i sygnalizowania jego zmiany. Informują one potencjalnych nabywców o warunkach temperatury i czasu w jakich produkt przebywał w podczas transportu, magazynowania i ekspozycji w ladach chłodniczych. W opakowaniu tym używane są wskaźniki, najczęściej barwne, które pozwalają na dokonanie oceny wybranych parametrów produktu w opakowaniu. Na światowych rynkach znane są indykatory czasu i temperatury (TTI – *ang. Time Temperature Indicators*) oraz wskaźniki świeżości. TTI umożliwiają monitorowanie temperatury produktu oraz jego środowiska lub określenie wystąpienia przerwania łańcucha chłodniczego. W przypadku przekroczenia temperatury zadanej, następuje nieodwracalna zmiana właściwości tego wskaźnika, wyrażająca się najczęściej zmianą zabarwienia pola etykiety, co pozwala na przykład zarejestrować fakt rozmrożenia produktu podczas przechowywania. Wskaźniki świeżości reagują bezpośrednio na zmianę składu atmosfery wewnątrz opakowania, jak również na zmiany na powierzchni zapakowanego produktu. Ich działanie opiera się głównie na wykrywaniu obecności metabolitów powstałych w wyniku działalności mikroorganizmów (np. amoniaku, amin, siarkowodoru, kwasów organicznych, etanolu), za pomocą elektronicznych, bądź też optycznych detektorów z wykorzystaniem substancji tworzących w wyniku reakcji z wyżej wymienionymi metabolitami barwne związki [Borowy i Kubiak 2008a, Kozak i Cierpiszewski 2010].

W opakowaniu aktywnym produkt, opakowanie i otoczenie wzajemnie na siebie oddziałują. Opakowania te mogą kontrolować i reagować na zmiany zachodzące wewnątrz opakowania. Aktywne materiały opakowaniowe przedłużają trwałość produktu, poprzez wejście w reakcję z wewnętrzną atmosferą i produktem [Zmarlicki 2000]. Do pakowania mięsa stosuje się opakowania z funkcją pochłaniaczy lub emiterów. Pierwsze absorbują niepożądane gazy, głównie tlen, parę wodną, etylen, lotne związki o nieprzyjemnym zapachu. Występują najczęściej w formie nalepek, saszetek, zamknięć lub polimerów wprowadzonych bezpośrednio w strukturę opakowań. Natomiast, drugie wydzielają substancje wpływające korzystnie na jakość mikrobiologiczną mięsa. Stosuje się emiterы dwutlenku węgla, alkoholu i dwutlenku siarki, które po uwolnieniu z saszetki lub folii hamują rozwój drobnoustrojów, stanowiących zagrożenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego i jakości produktu [Borowy i Kubiak 2008a].

Korzyści ekonomiczne ze stosowania różnych systemów pakowania mięsa

W kontekście akceptacji konsumenckiej opakowanie powinno zapewnić odpowiednio długi okres trwałości oraz utrzymać atrakcyjną barwę zapakowanego mięsa. W tabeli 2 porównano wpływ różnych opakowań na trwałość mięsa i inne jego właściwości. Najdłuższy okres przydatności do spożycia mają produkty zapakowane próżniowo. Jednocześnie, charakteryzują się one nieatrakcyjną dla konsumenta barwą. Jednak stosowanie opakowania próżniowego przynosi korzyści zarówno konsumentowi, który może dłużej przechowywać mięso, jak i producentowi, hurtownikowi, czy sprzedawcy. Wyrób zapakowany próżniowo wymaga mniej restrykcyjnych warunków przechowywania od surowego mięsa, zajmując przy tym znacznie mniej miejsca w witrynie sklepowej. Ponadto, zastosowanie opakowań tego typu ułatwia dystrybucję poprzez zmniejszenie do minimum zagrożenia mechanicznych uszkodzeń podczas transportu i magazynowania. W opakowaniu tym folia ściśle przylega do zapakowanego produktu, co pozwala obniżyć koszty ze względu na zmniejszenie powierzchni w magazynie oraz w trakcie transportu [Borowy i Kubiak 2008b]. W opakowaniu MAP trwałość mięsa oraz jego barwa zależna jest od stężenia tlenu zastosowanego w opakowaniu. Wraz ze spadkiem zawartości tlenu, następuje wydłużenie okresu trwałości, przy jednoczesnym pogorszeniu barwy. Jak podają Rudy i in. [2007], metoda ta przynosi wiele korzyści dla producentów: możliwość zwiększenia sprzedaży, co wynika ze stale rosnącego zapotrzebowania na żywność wysokiej jakości (w tym przypadku, z naturalnie przedłużoną trwałością bez udziału konserwantów), zwiększoną dostępność świeżej żywności dla konsumentów, redukcję kosztów transportu w związku z mniejszą częstotliwością dostaw, higieniczne i hermetyczne opakowanie produktu spożywczego, zmniejszenie liczby zwrotów do producenta produktów nienadających się do spożycia, możliwość lepszego planowania produkcji i dystrybucji.

Tabela 2. Porównanie wpływu różnych rodzajów opakowań na wybrane właściwości zapakowanego mięsa
 Table 2. Comparison of the effects of various types of packaging on selected properties of the packaged meat

Rodzaj opakowania	Opakowanie tradycyjne	Opakowanie próżniowe	Opakowanie MAP z wysokim stężeniem O ₂	Opakowanie MAP z niskim stężeniem O ₂	Opakowanie MAP z CO
Barwa mięsa w czasie przechowywania	czerwona	purpurowa	czerwona	purpurowa	czerwona
Okres trwałości całych mięśni przechowywanych w temp. 4°C (dni)	5-7	90-60	12-16	30-60	35
Okres trwałości mięsa mielonego przechowywanego w temp. 4°C (dni)	2-3	45-60	10-12	20-40	28
Maksymalny czas ekspozycji (dni)	2-7	30-60	7-16	15-40	28-35
Ubytki masy (%)	8-10	2-5	0-5	1-5	1-7
Straty wynikające z ubytków masy dla mięsa wieprzowego (tys. zł/tonę)	1,3-1,6	0,3-0,8	0-0,8	0,2-0,8	0,2-1,1
Straty wynikające z ubytków masy dla mięsa wołowego (tys. zł/tonę)	2,3-2,9	0,6-1,5	0-1,5	0,3-1,5	0,3-2,0

Źródło: [McMillin 2008, Roczniki... 2013], opracowanie własne.

Jak już wcześniej wspomniano, jednym z głównych czynników decydujących o zakupie mięsa jest jego barwa. Mięso, którego barwa odbiega od oczekiwań konsumenta, aby zostało sprzedane musi mieć obniżoną cenę. Niestety często wszelkie odchylenia od czerwonej barwy lub też przebarwienia na powierzchni mięsa dyskwalifikują taki produkt i jest on wówczas zwracany do producenta. Szacuje się, że w Stanach Zjednoczonych Ameryki, około 15% mięsa jest przeceniane, co przynosi roczne straty rzędu 1 miliarda dolarów [Mancini i Hunt 2005]. Dzięki zastosowaniu opakowania MAP istnieje możliwość redukcji tych strat. W atmosferze modyfikowanej z dużą zawartością tlenu okres stabilności barwy może być w porównaniu z opakowaniem tradycyjnym wydłużony 2-3 krotnie (tab. 2). W przypadku zastosowania tlenu węgla natomiast, mięso zachowuje swoją barwę nawet do 7 razy dłużej.

Zastosowanie różnych typów opakowań pozwala również znacznie zredukować ubytki masy – wyciek przechowalniczy. Jest on odbierany przez konsumentów jako oznaka pogorszenia jakości bądź też zepsucia mięsa. W tradycyjnych opakowaniach ubytki te sięgają 10% i przynoszą straty nawet do około 3 tys. zł/tonę mięsa w porcjach detalicznych w przypadku mięsa wołowego i około 2 tys. zł/tonę mięsa wieprzowego (tab. 2). Natomiast w opakowaniu MAP z wysoką zawartością tlenu wyciek przechowalniczy może być zredukowany o 50-100%. Inne opakowania, takie jak próżniowe czy MAP z niską zawartością tlenu lub tlenu węgla, również umożliwiają redukcję ubytków masy mięsa w trakcie przechowywania.

Podsumowanie

Ze względu na stały wzrost rynku świeżego mięsa i nasilający się trend pakowania małych porcji detalicznych, można zaobserwować coraz większe zainteresowanie producentów nowymi rozwiązaniami w zakresie pakowania. Opisane w artykule systemy pakowania mięsa umożliwiają zaspokojenie wymagań konsumentów, jednocześnie przynosząc im korzyści ekonomiczne. Przyczyniają się one bowiem między innymi do: kilkukrotnego wydłużenia okresu przydatności do spożycia i poprawy stabilności barwy, redukcji ubytków masy, zmniejszenia kosztów magazynowania i transportu (dzięki redukcji wielkości opakowań) oraz możliwości zwiększenia sprzedaży. W związku z powyższym, w ostatnich latach obserwuje się rozwój rynku opakowań mięsa i można spodziewać się, że tendencja ta utrzyma się w kolejnych latach.

Literatura

- Andrzejewska O. [2009]: Opakowania: innowacje dla wszystkich. *Fresh & cool market* nr 10, ss. 32-34.
- Anonim [2007]: MAP technology called revolutionary. *Fleischwirtschaft International* nr 22, ss. 7-8.
- Anonim [2008]: Porównanie opakowań typu MAP i skin. *Mięso i Wędliny* nr 2, ss. 32-34.
- Belcher [2006]: Industrial packaging developments for the global meat market. *Meat Science* nr 9(74), ss.143-148.
- Bingol B.E., Ergun O. [2011]: Effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the microbiological quality and shelf life of ostrich meat. *Meat Science* nr 4(88), ss. 774-785.
- Björlykke G. A., Roth B., Sørheim O., Kvamme B.O., Slinde E. [2011]: The effects of carbon monoxide on Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). *Food Chemistry* nr 127, ss. 1706-1711.
- Borowy T., Kubiak M.S. [2008a]: Opakowania aktywne i inteligentne – nowe spojrzenie w przyszłość. *Gospodarka Mięsna* nr 3, ss. 32-34.
- Borowy T., Kubiak M.S. [2008b]: Systemy pakowania mięsa i przetworów mięsnych – pakowanie próżniowe. Część I. *Gospodarka Mięsna* nr 8, ss. 54-56.
- Borowy T., Kubiak M.S. [2008c]: Systemy pakowania mięsa i przetworów mięsnych – pakowanie w atmosferze gazów ochronnych. Część II. *Gospodarka Mięsna* nr 9, ss. 26-28.
- Borowy T., Kubiak M.S. [2008d]: Pakowanie mięsa ciepłego w systemie Pi – VAC. *Gospodarka Mięsna* nr 12, ss. 20-22.
- Brooks C. [2007]: Beef Packaging. *Beef fact. Product Enhancement*. [Tryb dostępu:] <http://beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/Beef%20Packaging.pdf>. [Data odczytu: luty 2014].
- Carpenter C., Cornforth D.P., Whittier D. [2001]: Consumer preferences for beef colour and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science* nr 4(57), ss. 359-363.
- Clausen I., Jakobsen M., Ertbjerg P., Madsen N.T. [2009]: Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation, myofibrillar fragmentation index and eating quality of beef. *Packaging Technology Science* nr 22, ss. 85-96.
- Fernández-López J., Sayas-Barberá E., Muñoz T., Sendra E., Navarro C., Pérez-Alvarez J.A. [2008]: Effect of packaging conditions on shelf-life of ostrich steaks. *Meat Science* nr 1-2(78), ss. 143-152.
- 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* nr 1(54), ss. 49-57.
- Jayasingh P., Cornforth D. P., Carpenter C. E., Whittier D. [2001]: Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vacuum packaging to increase color stability of fresh beef. *Meat Science* nr 1(59), ss. 317-324.
- Jeong J.Y., Claus J. R. [2010]: Color stability and reversion in carbon monoxide packaged ground beef. *Meat Science* nr 7(85), ss. 525-530.
- Jeong J.Y., Claus J.R. [2011]: Color stability of ground beef packaged in a low carbon monoxide atmosphere or vacuum. *Meat Science* nr 1(87), ss. 1-6.
- Kotczak T. [2008]: Jakość wołowiny. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* nr 56, ss. 5-22.
- Kondratowicz J. [2000]: Wykorzystanie niskich temperatur w konserwacji produktów żywnościowych. *Chłodnictwo* nr 6, ss. 32-35.

- Kondratowicz J. [2001]: Nowe technologie zastosowania skroplonego azotu w przemyśle spożywczym. *Chłodnictwo* nr 12, ss. 42-44.
- Kozak W., Cierpiszewski R. [2010]: Opakowania aktywne. *Przemysł spożywczy* nr 10, ss. 54-57.
- Lagerstedt A., Lundström K., Lindahl G. [2011]: Influence of vacuum or high-oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef *M. longissimus dorsi* steaks after different ageing times. *Meat Science* nr 2(87), ss. 101-106.
- Lund M.N., Christensen M., Fregil L., Hviid M.S., Skibsted L.H. [2008]: Effect of high-oxygen atmosphere packaging on mechanical properties of single muscle fibres from bovine and porcine *longissimus dorsi*. *European Food Research and Technology* nr 227, ss. 1323-1328.
- Lund M.N., Lametsch R., Hviid M.S., Jensen O.N., Skibsted L.H. [2007]: High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine *longissimus dorsi* during chill storage. *Meat Science* nr 1(77), ss. 295-303.
- Mancini R.A., Hunt M.C. [2005]: Current research in meat color. *Meat Science* nr 71, ss. 100-121.
- Mancini R.A., Suman S.P., Konda M.K.R., Ramanathan R. [2009]: Effect of carbon monoxide packaging and lactate enhancement on the color stability of beef steaks stored at 1 degrees C for 9 days. *Meat Science* nr 4(81), ss.71-76.
- McMillin K.W. [2008]: Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science* nr 8(80), ss. 43-65.
- Meat Standard Australian - MSA [2010]: Tips & tools. [2010]. Meat Standards Australia. *Meat & Livestock Australia Limited*, ss. 3-16.
- Obidzińska E., Andrzejewska O. [2012]: Mięsne metamorfozy. *Fresh & Cool Market* nr 2-3. [Tryb dostępu:] www.fcmarket.pl/spis/55c-spis.html. [Data odczytu: marzec 2014].
- Opinion of the Scientific Committee on Food on the use of carbon monoxide as component of packaging gases in modified atmosphere packaging for fresh meat, adopted on 13 December 2001.
- Ramamoorthi L., Toshkov S., Brewer M.S. [2009]: Effects of carbon monoxide-modified atmosphere packaging and irradiation on *E. coli K12* survival and raw beef quality. *Meat Science* nr 3(83), ss. 358-365.
- Ripoll G., Albertí P., Casasús I., Blanco M. [2013]: Instrumental meat quality of veal calves reared under three management systems and color evolution of meat stored in three packaging systems. *Meat Science* nr 2(93), ss. 336-343.
- Roczniki Statystyczne Rolnictwa [2013]. GUS, Warszawa, ss. 294.
- Rudhard H. [2000]: Packaging and storage of fresh meat in controlled atmosphere. *Anwendungstechnische Blätter, Monachium*, ss. 76-75.
- Rudy M., Zin J., Głodek E. [2007]: Wpływ składu modyfikowanej atmosfery na trwałość mięsa i wędlin podczas chłodniczego przechowywania. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia* nr 1, ss. 79-84.
- Salvage B. [2005]: Packaging technology, tracking European packaging trends. *The National Provisioner October*, ss.130-135.
- Schönfeldt H.C., Strydom P.E. [2011]: Effect of age and cut on tenderness of South African beef. *Meat Science* nr 3(87), ss. 206-218.
- Seyfert M., Mancini R.A., Hunt M.C., Tang J., Faustman C. [2007]: Influence of carbon monoxide in package atmospheres containing oxygen on colour, reducing activity, and oxygen consumption of five bovine muscles. *Meat Science* nr 3(75), ss. 432-442.
- Sørheim O., Hildrum K.I.[2002]:Muscle stretching techniques for improving meat tenderness. *Trends in Food Science & Technology* nr 4(13), ss. 127-135.
- Stańko S. [2012]: Tendencje w produkcji i handlu zagranicznym wieprzowiną w Polsce w latach 1990-2011. *Zeszyty Naukowe SGGW – Problemy Rolnictwa Światowego* nr 12(2), ss. 77-85.
- Wezemaal L.V., Ueland Ø., Verbeke W. [2011]: European consumer response to packaging technologies for improved beef safety. *Meat Science* nr 9(89), ss. 45-51.
- Wilkinson B.H.P., Janz J.A.M., Morel P.C.H., Purchas R.W., Hendriks W.H. [2006]: The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on the storage quality of master-packaged fresh pork. *Meat Science* nr 8(73), ss. 605-610.
- Zmarlicki S. [2000]: Proces w zakresie pakowania żywności w modyfikowanej atmosferze oraz pakowania aktywnego. *Przemysł Spożywczy* nr 11, ss. 31-35.