

## **TRENDY W OPAKOWANIACH MIĘSA I PRZETWORÓW MIĘSNYCH**

**Halina Makala**

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego,  
Oddział Technologii Mięsa i Tłuszczu, Dział Nauki o Mięsie i Technologii  
04-190 Warszawa, ul. Jubilerska 4  
halina.makala@ipmt.waw.pl

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono trendy w opakowaniach ze szczególnym uwzględnieniem mięsa i przetworów mięsnych. Opisano funkcje i rolę opakowań żywności oraz rodzaje opakowań mających zastosowanie w dla mięsa i jego przetworów. Bardziej szczegółowo przedstawiono opakowanie próżniowe, w atmosferze modyfikowanej i kontrolowanej. Scharakteryzowano opakowania aktywne i inteligentne oraz pakowanie mięsa ciepłego w systemie Pi-Vac.

**Słowa kluczowe:** opakowania, mięso, przetwory mięsne, rodzaje, trendy

### **TRENDS IN PACKAGING MEAT AND MEAT PRODUCTS**

#### **Summary**

The paper presents trends in packaging with particular emphasis on meat and meat products, describes the function and role of food packaging and pack types applicable to meat and meat products. Vacuum packaging with modified and controlled atmosphere is presented in more detail. It characterizes active and intelligent packaging, and packing the warm meat in the Pi-Vac system.

**Key words:** container, meat, meat preparations, types, trends

#### **WSTĘP**

Postęp dokonujący się w dziedzinie technologii i techniki opakowań, jak również wzrost wymagań konsumentów są wyzwaniem do opracowania nowych opakowań oraz modyfikacji tradycyjnych systemów pakowania żywności. Szczególną rolę odgrywają innowacje w kierunku poprawy funkcjonalności opakowań. Zalicza się do nich również stałe ulepszanie ich właściwości barierowych, wytrzymałościowych, odporności na starzenie, przy

jednoczesnym poszukiwaniu nowych materiałów, które rozwiązywałyby problemy ekologiczne.

### **Funkcja i rola opakowania żywności**

Funkcją opakowań żywności jest ochrona produktu przed zanieczyszczeniem mikrobiologicznym, chemicznym, kontaktem z tlenem atmosferycznym, parą wodną i światłem. Opakowanie żywności definiuje się jako bierne bariery, które opóźniają niekorzystny wpływ otoczenia na jakość opakowanego produktu. Tendencje te odnoszą się szczególnie do nowych materiałów opakowaniowych, które pozytywnie oddziałują na otoczenie i produkt i tym samym odgrywają aktywną rolę w procesie przechowywania. Stanowią one równocześnie spełnienie oczekiwań konsumentów, poszukujących produktów żywnościowych świeżych, smacznych i wygodnych do przygotowania w gospodarstwach domowych, nieznacznie utrwalonych a równocześnie o stosunkowo długim okresie przydatności do spożycia.

Opakowanie jest formą zabezpieczania produktu przed niekorzystnymi zmianami zachodzącymi podczas jego przechowywania, przemieszczania i użytkowania. Opakowanie jest również źródłem informacji o produkcie i jego producencie.

Opakowanie, jako zewnętrzna część każdego produktu spełnia szereg funkcji, które określane są, jako:

- ochronna, związana z zapobieganiem zmniejszeniu lub utracie wartości użytkowej produktu,
- promocyjno-reklamowa realizowana poprzez funkcje prezentacji, identyfikacji oraz wyróżniania produktów,
- dystrybucyjna, obejmująca przemieszczanie produktów, ochronę przed działaniem czynników zewnętrznych podczas transportu, magazynowania i użytkowania,
- usprawnienia procesów sprzedaży poprzez zwiększenie wygody zakupów oraz eliminację konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów w toku sprzedaży produktów,
- fizyczna organizacja pracy, osiągnięta poprzez racjonalizację procesu pracy,
- ekologiczna związana z „4R” - redukcją masy opakowań, użyciem tego samego opakowania wielokrotnie, przetwarzania ponownie wykorzystanych opakowań, odzyskiwania surowców z opakowań zużytych.

Podstawę wizerunku produktu (marki) tworzy estetyka, jakość, rozmiar i funkcjonalność opakowania. Zamieszczona na opakowaniu grafika powoduje, że konsumenci zwracają uwagę na markę, szczególnie w przypadku marek mniej znanych firm.

Opakowanie jest bazą na której konstruowany jest przekaz reklamowy. Rola opakowania uzależniona jest od etapu zakupu. W okresie przed zakupem elementem komunikacji jest reklama, mająca na celu utożsamienie przez klienta tożsamości produktu. W fazie zakupu opakowanie odzwierciedla wizualna atrakcyjność produktów, wzbudza zainteresowanie, kształtuje tożsamość produktu. W fazie po zakupie reklama potwierdza racjonalność zakupu, podczas gdy opakowanie wpływa na poziom satysfakcji i chęć ponownego nabycia produktu.

Coraz bardziej znacząca jest również rola opakowań jako nośników informacji zarówno dla konsumenta jak i w magazynach wyrobów gotowych oraz dystrybucyjnych jako systemów automatycznej identyfikacji wykorzystujących kody kreskowe umieszczone na opakowaniach.

Dla konsumenta na opakowaniu umieszczane są takie informacje o wyrobie jak skład surowcowy, przeznaczenie, trwałość. Opakowanie żywności umożliwia jego identyfikowanie, odróżnianie od innych, informuje o produkcie i sposobie jego użytkowania [Czarnecka-Skubina, Janicki 2009].

Warunkiem stosowania systemów automatycznej identyfikacji jest powszechne kodowanie informacji o surowcach, towarach, producentach oraz znakowanie kodami kreskowymi z kodem GSI-128 opakowań detalicznych, zbiorczych i logistycznych. Etykieta logistyczna GSI umożliwia identyfikację każdej jednostki logistycznej w różnych punktach w różnym czasie, w całym łańcuchu dostaw. Etykieta GSI zawiera informacje o jednostce, transporcie i kliencie, zaś SSCC umożliwia indywidualną identyfikację każdej pojedynczej jednostki wysyłkowej na świecie. Argumentem przemawiającym za upowszechnieniem tego systemu, szczególnie w sektorze artykułów spożywczych, jest realizacja procesów śledzenia produktu na każdym etapie w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa żywności [Kosmacz-Chodorowska 2008].

W ostatnich latach zapotrzebowanie na opakowania wyraźnie wzrasta i przewiduje się, że będzie rosło o 2- 3% w skali roku na świecie, a w Polsce nawet o 5 - 6%. Statystyczne, roczne zużycie opakowań na mieszkańca Polski wynosi obecnie 60 - 70 kg - dla porównania w krajach uprzemysłowionych sięga około 150 kg [Borowy, Kubiak 2008 a].

Nowoczesne metody utrwalania żywności, takie jak np.: podczerwień, metoda wysokich ciśnień, promieniowanie jonizujące czy zastosowanie mikrofal do obróbki produktów przyczynią się w najbliższym czasie do powstania nowych materiałów opakowaniowych, które będą dostosowane do indywidualnych wymagań poszczególnych metod utrwalania produktów spożywczych, w tym mięsa i jego przetworów.

Zmiany demograficzne, styl życia, ochrona środowiska i rozwój rynków zbytu w ostatnich latach przyczyniły się do coraz to nowych wymagań stawianych w stosunku do opakowań. Z jednej strony oczekuje się zwiększenia funkcji ochronnych, zapobiegających zanieczyszczeniu naturalnemu, z drugiej zaś zapobieżenia skażeniu opakowanego produktu substancjami znajdującymi się w materiale opakowaniowym. Tak, więc poszukiwanie nowych rozwiązań takich jak: zwiększenie szczelności i barierowości opakowań, jak również coraz surowsze metody badania zawartości substancji toksycznych w materiałach opakowaniowych to problem, jaki stoi przed przemysłem opakowaniowym.

Każde opakowanie powinno być dostosowane do właściwości danego towaru. Artykuły spożywcze należą do specyficznej grupy produktów, które podlegają ciągłym zmianom chemicznym (np. jęłczenie tłuszczu, rozkład witamin pod wpływem tlenu i światła itp.) i procesom fizycznym (np. odparowanie wody lub jej chłonięcie). Ponadto niektóre artykuły spożywcze, takie jak ryby czy kawa, wydzielają silny zapach, inne zaś np. masło, mleko czy pieczywo, chłoną obce zapachy [Kondratowicz, Kościelak 2005].

### **Opakowania mięsa i przetworów mięsnych**

Rynek opakowań zależy w decydującym stopniu od zmian w strukturze i wielkości produkcji oraz konsumpcji dóbr materialnych, a także od międzynarodowej wymiany towarowej. Szacuje się, że ponad 95% wszystkich wyrobów występujących na rynku wymaga opakowania. Na opakowania produktów spożywczych należy szczególnie starannie dobierać tworzywa, aby nie wpływały negatywnie na żywność oraz chroniły przed wpływem czynników zewnętrznych.

Opakowania stanowią nieodłączny element produktów żywnościowych, w tym mięsa i jego przetworów. Niemal wszystkie produkty mięsne wymagają opakowań spełniających najwyższe standardy jakościowe, zapewniające jak najwyższą jakość zapakowanej żywności oraz wygodnego dla konsumenta.

Obecnie dąży się do wyprodukowania przetworów mięsnych o wysokiej jakości i uzyskania dłuższych okresów trwałości. Końcowy okres trwałości wyrobów mięsnych

uzależniony jest od jakości surowca użytego do produkcji, warunków i metod przetwarzania, utrwalania, sposobu pakowania i przechowywania.

Przemysł mięsny ze względu na swą dynamikę rozwoju w zakresie tworzenia nowych produktów wykreował w ostatnim czasie zupełnie nowe potrzeby w zakresie produkcji opakowań. Powoduje i powodować powinien w najbliższych latach zwiększony popyt na różnego rodzaju rozwiązania z zakresu opakowań z tworzyw sztucznych. Są to opakowania wypierające w coraz szerszym stopniu tradycyjne opakowania z blachy, szkła, papieru czy tektury, których główną funkcją jest chronić produkt, ułatwić przemieszczanie, magazynowanie oraz oddziaływanie na percepcję konsumenta. W branży mięsnej opakowania pełnią głównie funkcję ochronną i z tego też względu wynika ogromna potrzeba ich stosowania. Mięso ze względu na swój skład chemiczny zaliczane jest do surowców nietrwałych. Oprócz tego, że właściwie dobrane opakowania przedłużają trwałość mięsa i jego przetworów, to również stanowią barierę zabezpieczającą przed drobnoustrojami i odkształceniem mechanicznym zapakowanego wyrobu w czasie jego magazynowania i transportu.

W przemyśle mięsnym obok opakowań jednostkowych wykonanych z surowców naturalnych (osłonki naturalne) lub blachy stalowej czy aluminiowej oraz szkła stosuje się całą gamę opakowań z tworzyw syntetycznych – folie, tacki, woreczki, osłonki oraz pojemniki, które mają bezpośredni kontakt z surowcem czy gotowym produktem. Obecnie najpopularniejszą grupę opakowań stosowaną w branży mięsnej stanowią folie wielowarstwowe, czyli laminaty. Do ich produkcji wykorzystuje się następujące takie materiały i ich pochodne jak: PE, PET, PA, PP, PS, PVC, EVOH, PVDC. Spośród całej gamy różnych opakowań rosnące znaczenie zyskują laminaty - opakowania wielowarstwowe z warstwą stanowiącą barierę dla gazów. Laminaty, czyli folie wielowarstwowe składające się z różnych polimerów, a także zawierające folię aluminiową i niejednokrotnie papier, stanowią grupę materiałów opakowaniowych o stałym wzroście zużycia i znaczenia w dziedzinie pakowania żywności.

Różnymi technikami laminowania i przy ich powiązaniu z procesami powlekania, odpowiednio dobierając poszczególne warstwy, można uzyskać materiał o prawie dowolnie zaprojektowanych własnościach użytkowych, czego przykładem jest wielowarstwowa folia z polietylenu. Do najistotniejszych właściwości laminatów, które decydują o ich szerokim wykorzystaniu można zaliczyć:

- barierowość wobec tlenu,
- ochrona przed promieniami UV

- odporność na wysokie temperatury [Gajewska – Szczerbal H. 2005; Borowy, Kubiak 2008e].

### **Opakowania w atmosferze gazów**

Podobnie jak w krajach Europy Zachodniej hipermarkety w Polsce coraz częściej odchodzą od rozbioru mięsa na zapleczu i jego sprzedaży w nietrwałych opakowaniach. Zamawiają u producenta mięso porcjowane i zapakowane w sposób trwały, zarówno w postaci opakowań hurtowych (porcje po około 5 kg), jak i detalicznych (porcje po około 1 kg). Rezygnacja z rozbioru na zapleczu, na rzecz sprzedaży mięsa zapakowanego bezpośrednio przez producenta przyczynia się do istotnego wzrostu zysku dla supermarketów. W związku z tym zakłady mięsne będą zmuszone do przejścia na takie technologie, które zapewnią dłuższą trwałość dostarczanego surowca oraz wędlin w ciągu całego łańcucha chłodniczego, a więc podczas transportu, magazynowania i sprzedaży [Kondratowicz 2000; Pikul 2001; Rudy i wsp. 2007]. Dla spełnienia tych wymagań niezbędne jest wykorzystanie nowoczesnych metod pakowania w folie barierowe i przechowywania w modyfikowanej lub kontrolowanej atmosferze surowców i wyrobów mięsnych.

Pakowaniu poddaje się mięso i przetwory mięsne, surowe lub peklowane, z kością lub bez kości, w całym kawałku lub rozdrobnione. W przemyśle mięsnym wykorzystuje się takie sposoby pakowania i przechowywania mięsa i jego przetworów jak w atmosferze modyfikowanej gazów oraz pakowanie w atmosferze kontrolowanej [Belcher 2006; Cierach, Wierzbicka 2009].

Opakowanie różnego asortymentu mięsa zwierząt rzeźnych i drobiu wyporcjowanego, mielonego na tacce EPS pokrytego folią nie odpowiada już dzisiejszym wymaganiom. Do wad takiego sposobu pakowania zalicza się brak bariery gazowej, krótkie terminy przydatności do spożycia oraz brak hermetycznego zamknięcia (łatwość uszkodzenia i możliwość zanieczyszczenia).

**Pakowanie próżniowe** stanowi dobrą ochronę oraz zabezpiecza mięso i przetwory mięsne przed wysychaniem, utlenianiem oraz utratą i mieszaniami aromatów. Pozwala także przechowywać je przez wielokrotnie dłuższy okres niż w opakowaniach tradycyjnych, najczęściej od 2-3 krotne wydłużenie okresu przydatności do spożycia. Próżniowe zapakowanie eliminuje ryzyko ingerencji czynników zewnętrznych, jest korzystne nie tylko z punktu widzenia kupującego, ale również wszystkich ogniw pośrednich, takich jak przewoźnicy, magazyny. Korzyści z tego systemu pakowania płyną nie tylko dla klienta, który może dłużej przechowywać dany wyrób mięsny, ale również dla producenta,

hurtownika i sprzedawcy. Wyrób zapakowany próżniowo może być sprzedawany w mniej restrykcyjnych warunkach jak świeże mięso. [Bemer 2007; Kubiak, Borowy 2008c].

Podczas pakowania próżniowego z opakowania usuwany jest tlen. Opakowanie ograniczone jest wielkością pakowanego produktu i ma szerokie zastosowanie dla mięsa i jego przetworów. W przetworach mięsnych usuwanie tlenu ma na celu przede wszystkim ograniczenie rozwoju pleśni, jęlczenia i niekorzystnych zmian barwy [Czapski, Michniewicz 1997; Danyluk i wsp. 2004]. Pakowanie próżniowe w połączeniu z chłodniczym przechowywaniem sprzyja znacznemu zahamowaniu rozwoju tlenowej mikroflory, powodującej psucie się żywności, co jednocześnie zwiększa ich trwałość [Babji i wsp. 2000]. Gdy zawartość tlenu osiąga zbyt niski poziom jest możliwy rozwój psychrofilnych beztlenowców. Aby nie dopuścić do rozwoju *C. botulinum*, zawartość tlenu powinna wynosić co najmniej 2%. Jest to szczególnie ważne, jeżeli pH jest wyższe niż 4,5 lub temperatura przechowywania jest wyższa niż 3°C [Czapski, Michniewicz 1997].

Mięso pakowane próżniowo musi być przechowywane w warunkach chłodniczych, ponieważ występujący w nim niski potencjał oksydoredukcyjny oraz warunki środowiskowe umożliwiają wzrost bakterii beztlenowych. Nieprzestrzeżenie tych warunków prowadzi do zepsucia mięsa pod wpływem wzrostu *C. sporogenes* oraz stwarza warunki do wytwarzania toksyny botulinowej [Zalewski 1985; Danyluk i wsp. 2004].

Pakowanie próżniowe mięsa i jego wyrobów zawsze wydłuża termin przydatności do spożycia, ale efekt końcowy zależy w dużym stopniu od stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego produktów przed pakowaniem i temperatury przechowywania [Skandamis, Nychas 2002]. Przedłużenie trwałości mięsa i jego przetworów poprzez wytworzenie próżni możliwe jest tylko wtedy, gdy zastosuje się opakowanie o odpowiedniej barierowości. Obecnie stosowane są opakowania takie, jak próżniowe woreczki zgrzewane, opakowania formowane w maszynach rolowych i opakowania termokurczliwe [Danyluk i wsp. 2004].

Ograniczenie zastosowania opakowań próżniowych wynika z ich wrażliwości na nacisk ciśnienia zewnętrznego, podatność do wzajemnego sklejanie się, do produktów o wysokiej zawartości tłuszczu i do produktów kruchych podatnych na deformację, produktów luzem o ostrych krawędziach, które w opakowaniach próżniowych, w wyniku ścisłego przylegania, łatwo je uszkodzają (mrożone półprodukty mięsne) [Kijowski i wsp 2001; Anonim 2009].

Pomimo wielu zalet, w okresie ostatnich kilku lat zakres stosowania pakowania i przechowywania próżniowego wyraźnie zmniejsza się na rzecz nowoczesnych metod pakowania w folie barierowe w modyfikowanej i/lub kontrolowanej atmosferze. Systemy te

zapewniają bowiem lepszą ochronę jakości i umożliwiają uzyskanie dłuższych okresów trwałości wielu produktów mięsnych.

W celu wydłużenia okresu przydatności do spożycia stosuje się **technologię przechowywania** mięsa i jego przetworów w **atmosferze modyfikowanej**. Polega ono na zastąpieniu powietrza w opakowaniu mieszaninami gazów. Proporcja poszczególnych składników jest stała w momencie ich wprowadzania, ale zmienia się w trakcie przechowywania. Do pakowania w atmosferze modyfikowanej można stosować: azot, tlen, dwutlenek węgla. Dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>) ma właściwości bakteriostatyczne (hamuje wzrost bakterii gram-ujemnych, drożdży i pleśni) oraz fungistyczne. Jako składnik atmosfery ochronnej działa efektywnie w stężeniu powyżej 20%. Jest dobrze rozpuszczalny w wodzie i tłuszczu. Rozpuszczalność CO<sub>2</sub> w tkance mięśniowej zmniejsza się wraz z obniżaniem pH tkanki oraz wzrostem temperatury i w dużym stopniu zależy od składu tkanki tłuszczowej. W wyniku nieprawidłowego użycia dwutlenku węgla, produkt może przybierać kwaśny smak. Azot (N<sub>2</sub>), jako gaz obojętny, opóźnia rozwój mikroorganizmów tlenowych i zapobiega deformacji opakowań. Jest nieaktywnym składnikiem atmosfery, zwykle swego rodzaju wypełniaczem, gdyż uzupełnia ją do 100% objętości. Efektywność zapakowania i przechowywania w atmosferze modyfikowanej zwiększa się w przypadku użycia surowców wysokiej jakości, stosowania opakowań o dużej barierowości dla gazów i pary wodnej, przy jednoczesnym zachowaniu niskiej temperatury w czasie przechowywania [Martynkewicz 2008, Anonim 2009, Nitsch 2009].

W technologii MAP rozróżnia się dwa sposoby modyfikowania atmosfery: metodę pasywną i aktywną. Metoda pasywna występuje wówczas, gdy pożądaný skład atmosfery uzyskuje się na skutek oddychania produktu i dyfuzji gazów przez folię o odpowiednio dobranej selektywnej przepuszczalności dla gazów - wykonywane są między innymi z polietylenu o niskiej lub ultra niskiej gęstości (LDPE i ULDPE), polichlorku winylu (PCW), octanu etylenu winylu (EVA), orientowanego polipropylenu (CPPP), poliuretanu (PU). W przypadku metody aktywnej normalna atmosfera w opakowaniu zastępowana jest odpowiednią mieszaniną gazów już w trakcie pakowania, służą do tego celu specjalne urządzenia [Traczyk I., Walkiewicz A. 2010a].

Skład mieszaniny gazów w trakcie przechowywania produktu może ulegać pewnym zmianom wskutek przenikania przez ścianki opakowania i zamknięcia, do i z opakowania, bądź też na skutek procesów zachodzących w samym produkcie, takich jak np. rozpuszczanie CO<sub>2</sub> w świeżym mięsie. Z upływem czasu, wskutek oddychania opakowanego produktu



i w wyniku wymiany składników określonej mieszaniny gazów z atmosferą otoczenia, jej skład może się powoli zmieniać, a wewnątrz opakowania ustala się równowagowa atmosfera modyfikowana [Borowy, Kubiak 2008d, Mc Millin 2008, Czerniawski 2008].

W wyniku przeprowadzonych badań przechowywania różnych gatunków mięsa i drobiu oraz wędlin w opakowaniach foliowych w atmosferze gazów modyfikowanych, stwierdzono iż procesu tego nie zaleca się kiedy mięso ma pH większe niż 5,8, jest przyciemnione, oślizgłe, przetrzymane w nieopakowanym stanie przez 3–4 dni; źle schłodzone, gdy w pomieszczeniu, w którym przeprowadza się proces, jest duża wilgotność i temperatura powyżej 12°C oraz kiedy stan higieniczny opakowań i urządzeń jest wątpliwy. Skład mieszaniny gazowej powinien być dostosowany do ściśle określonego gatunku mięsa i rodzaju wędliny z uwzględnieniem przewidywanych warunków temperaturowych podczas przechowywania i dystrybucji [Rudy i wsp. 2007].

Na konsystencję mięsa wieprzowego i wołowego przechowywanego w MAP ma istotny wpływ zawartość tlenu. Przy stężeniu tlenu w MAP powyżej 50% stwierdza się nietypowy smak i zapach próbek mięsa. W próbach przechowywanych w MAP o zawartości tlenu 70-80% stwierdzono wyraźne pogorszenie konsystencji w odniesieniu do próbek mięsa pakowanego w opakowania próżniowe, w atmosferze azotu lub przechowywanego przy dostępie tlenu. Większe stężenie tlenu prowadzi do zmniejszenia kruchości mięsa. Na skutek oddziaływania zwiększonego stężenia tlenu w mięsie dochodzi do zmian w jego składnikach, jakości sensorycznej jak i obniżeniu wartości żywieniowej, w wyniku wytworzenia szkodliwych dla zdrowia dużej ilości tlenków cholesterolu [Nitsch 2009].

Przy pakowaniu w systemie MAP rozpowszechnione są zarówno giętkie, jak i sztywne materiały wielowarstwowe. Barrierowość w stosunku do gazów zapewnia obecność warstw PA oraz PET, charakteryzujących się względnie niską przepuszczalnością gazów. Barrierowość materiałów z udziałem folii PET oraz OPA niejednokrotnie jest znacznie poprawiona w wyniku ich metalizacji. Najwyższą barrierowość zapewnia warstwa folii aluminiowej. Podobnie jak przy pakowaniu próżniowym, w systemie MAP istnieje możliwość wykorzystania gotowych torebek z laminatów, ale częściej stosowany jest system termoformowania, napełniania, wprowadzania mieszaniny gazów oraz zamykania przez zgrzewanie. Część termoformowalnych opakowań w systemie MAP może być wykonana zarówno z materiału giętkiego, jak i sztywnego. Sztywność, jak i podwyższoną wytrzymałość uzyskuje się nie tylko przez stosowanie materiałów o wyższej grubości, ale również w wyniku użycia polimerów o wysokiej sprężystości, takich jak PS, PP, HDPE, PVC. [Czerniawski 1999, Borowy, Kubiak 2008c,d].

**Przechowywanie w kontrolowanej atmosferze (CAP)**, pozwala na możliwość kontrolowania i sterowania składem mieszaniny gazów zastępujących powietrze, w czasie całego cyklu przechowywania produktu. Ze stosowaniem systemu CAP w odróżnieniu od MAP związana jest stała kontrola ustalonego składu atmosfery i konieczność korygowania i wyrównywania zmian spowodowanych przez oddychanie produktów oraz zawartych w nich mikroorganizmów i przepuszczalność opakowań w trakcie całego okresu przechowywania. Różnica pomiędzy atmosferą kontrolowaną (CAP) a modyfikowaną (MAP) polega na tym, że podczas przechowywania skład CAP jest ciągle kontrolowany i korygowany, natomiast skład MAP ustala się tylko raz w momencie rozpoczęcia przechowywania (ulega zmianie).

Metody przechowywania żywności w CAP stosuje się głównie w małych i jednostkowych komorach gazoszczelnych. Istnieje wiele korzyści dla przemysłu mięsnego związanych z pakowaniem w kontrolowanej i modyfikowanej atmosferze, do których należą przede wszystkim:

- wzrost bezpieczeństwa zdrowotnego produktów mięsnych poprzez ograniczenie rozwoju mikroorganizmów;
- zachowanie wartości żywieniowej poprzez zapobieganie utlenianiu tłuszczów;
- zachowanie naturalnych cech produktu związanych lub utożsamianych z jego świeżością (np. zachowanie czerwonej barwy mięsa w wyniku odpowiednio dużej zawartości tlenu w opakowaniu);
- znaczne przedłużenie okresu trwałości produktu [Kondratowicz, Kościelak 2005, Borowy, Kubiak 2008d].

Technologia przechowywania mięsa w atmosferze kontrolowanej może być stosowana w stacjonarnych komorach chłodniczych. Gazami stosowanym w tej metodzie mogą być dwutlenek węgla, azot oraz ich mieszaniny z tlenem [Anonim 2002, McMillin 2008, Cierach, Wierzbicka 2009].

### **Opakowania aktywne i inteligentne**

Zmiany w sprzedaży detalicznej, globalizacja rynków i dystrybucja towarów na duże odległości spowodowały istotne zmiany na rynku opakowań. Zwrócono przede wszystkim uwagę na wydłużenie czasu przydatności do spożycia, przy równoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa i jakości pakowanej żywności. Nie bez znaczenia pozostaje też wygoda konsumenta. Rozwiązania te określane są jako aktywne technologie i/lub systemy pakowania.

Opakowania aktywne określa się jako systemy, które aktywnie powodują zmiany w zapakowanej żywności i powodują przedłużenie okresu trwałości (przydatności do

spożycia), gwarantują lub znacząco polepszają bezpieczeństwo mikrobiologiczne i/lub sensoryczne [Czajkowska 2005; Lesiów, Kosiorowska 2006a, b].

Opakowania aktywne i inteligentne stanowią nową grupę opakowań, które swoimi właściwościami i możliwościami zastosowań w coraz to szerszym stopniu znajdują miejsce w przemyśle mięsny. Są nowością na rynku światowym i przyszłością dla wielu producentów mięsa i wędlin, również na rynku rodzimym. W Polsce ta generacja opakowań jest jeszcze mało znana, ale obserwuje się wzrost zainteresowania ze strony producentów żywności [Czajkowska 2005].

Opakowania aktywne i inteligentne stanowią specyficzne rozwiązanie w zakresie nowoczesnych systemów pakowania. Do niedawna uznawano, że pomiędzy opakowaniem, a zapakowanym w nim produktem mięsny nie może być żadnego wzajemnego oddziaływania lub jeśli takie występuje, to powinno być ono zminimalizowane.

Opakowania aktywne określane są mianem opakowań interaktywnych czyli takich, w których produkt, opakowanie i otoczenie wzajemnie na siebie oddziałują. Właściwości jakie posiadają ukierunkowane są z myślą o produkcie i jego najwyższej jakości, a także przedłużeniu czasu trwałości i przydatności do spożycia. W odróżnieniu od tradycyjnych wyrobów, opakowania interaktywne mogą kontrolować zmiany zachodzące w swym wnętrzu i reagować na nie bezpośrednio.

Rozporządzenie (WE) nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z 27 października 2004 r. w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością definiuje termin „aktywne oraz inteligentne materiały i wyroby do kontaktu z żywnością”. Zgodnie z tym rozporządzeniem:

- aktywne materiały i wyroby do kontaktu z żywnością oznaczają materiały i wyroby, których zadaniem jest przedłużenie okresu przydatności do sprzedaży lub też zachowanie lub poprawa stanu opakowanej żywności. Z uwagi na ich naturę przewidziano w nich obecność składników, które mogą uwalniać substancje do opakowanej żywności lub jej otoczenia lub też je absorbować;
- inteligentne materiały i wyroby do kontaktu z żywnością oznaczają materiały i wyroby, które monitorują stan opakowanej żywności lub jej otoczenia.

Szczególną grupę wśród opakowań interaktywnych stanowią opakowania inteligentne, które posiadają zdolność pomiaru określonego czynnika i sygnalizowania o jego wyniku. Służą one konsumentowi, w celu poinformowania potencjalnego nabywcy o jakości

zapakowanego mięsa podczas transportu i magazynowania. W opakowania tego rodzaju wbudowane są interaktywne wskaźniki, najczęściej barwne, pozwalające dokonać oceny jakości zapakowanego wyrobu mięsnego. Określane są również jako opakowania interaktywne.

Aby umożliwić konsumentowi identyfikację niejadalnych części produktu, aktywne i inteligentne materiały i wyroby lub ich elementy, jeżeli wyglądają na jadalne, są odpowiednio oznakowane poprzez użycie sformułowania „Nie do spożycia” oraz jeżeli jest to technicznie możliwe - przy użyciu symbolu określonego w rozporządzeniu Komisji w sprawie aktywnych i inteligentnych materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością. Informacje te muszą znajdować się w widocznym miejscu, być czytelne i nieusuwalne. Ze względu na bezpieczeństwo konsumenta informacje te powinny być drukowane czcionką o wysokości znaków co najmniej 3 mm oraz spełniać wymagania odnośnie do znakowania, określone w rozporządzeniu nr 1935/2004.

Na rynkach światowych znane są obecnie w zasadzie trzy rodzaje opakowań interaktywnych:

- integratory czasu i temperatury (TTI),
- wskaźniki świeżości,
- wskaźniki szczelności [Lesiów, Kosiorowska 2006a,b; Kondratowicz 2007; Borowy, Kubiak 2008b].

### **Integratory czasu i temperatury (TTI)**

Temperatura jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o pojawieniu się w mięsie niekorzystnych zmian fizyko-chemicznych i drobnoustrojów. Wskaźniki integratora czasu i temperatury (TTI) stosowane są w celu ciągłego monitorowania aktualnej temperatury produktu oraz jego środowiska.

Zasada działania TTI polega na nieodwracalnej zmianie jego właściwości pod wpływem działania temperatury wyższej od wartości zadanej lub w wyniku efektu cieplnego, skumulowanego w czasie przechowywania i transportu. Następstwem tej zmiany jest proporcjonalny do jej natężenia efekt wizualny – wyrażający się najczęściej przebarwieniem pola etykiety. Jest to szczególnie istotne w przypadku produktów mrożonych i żywności chłodzonej (np.: mięsa rozdrobnionego), pozwalają one m. in. zarejestrować fakt przejściowego rozmrożenia produktu, przez co wskaźnik zmienia swoją barwę, informując nas o wymianie środowiska. Drugi typ TTI umożliwia monitorowanie wszelkich odstępstw od optymalnej temperatury w całym okresie dystrybucyjnym, jednocześnie sumując ich

natężenie i czas występowania. Sygnał integratora pośrednio informuje o skróceniu bezpiecznego dla jakości okresu przechowywania (Kondratowicz 2007).

Obecnie na świecie najbardziej znane są trzy rodzaje integratorów:

- **Life Line<sup>TM</sup>**, w których zachodzi chemiczna polimeryzacja powodująca zmianę wyglądu okrągłego okna na etykiecie (tzw. bawolego oka), wskutek postępującego od centrum ciemnienia. Wskaźnik ten jest popularnym wskaźnikiem sprawdzającym świeżość produktów. Składa się z polimeru znajdującego się wewnątrz koła otoczonego pierścieniem wzorcowym. Ciemniejsza barwa polimeru w części centralnej informuje konsumenta, że mięso nie nadaje się do spożycia bez względu na datę ważności, która jest umieszczona na opakowaniu.
- **3M Monitor Mark<sup>R</sup>**, który sygnalizuje zmianę np. wyższej temperatury za pomocą barwnego pierścienia (lub paska) przesuwającego się na białym tle. Jest to efekt fizycznej dyfuzji roztworu o zmienionej chemicznie barwie. Wskaźnik tego rodzaju sygnalizuje moment przekroczenia przez produkt temperatury wyższej niż, jest to zalecane dla zachowania przez niego odpowiedniej jakości. Moment ten jest sygnalizowany czerwoną barwą wskaźnika.
- **Etykieta Vitsab<sup>R</sup>**, której działanie opiera się na enzymatycznej hydrolizie tłuszczów, prowadzącej do zmiany barwy sygnalizatora. Aktywacja wskaźnika następuje przez zniszczenie przegrody pomiędzy dwoma elementami, czyli pomiędzy płynem zawierającym lipolityczny enzym, a jego lipidowym substratem i wskaźnikiem pH. Wraz ze zmianą pH dodany do systemu barwnik zmienia zabarwienie z zielonego na jaskrawożółtą czy też pomarańczowoczerwoną.

Wskaźniki TTI są już obecnie stosowane w wielu krajach Europy do pakowania żywności wymagającej chłodzenia. Samoprzylepne etykiety można spotkać m. in. na opakowaniach ze świeżym mięsem, wędlinami, drobiu, rybami, sałatkami, przetworami mlecznymi [Lesiów, Kosiorowska 2006a, b; Borowy, Kubiak 2008 b; Cierach, Wierzbicka 2009].

### **Wskaźniki świeżości**

Drugą grupę opakowań inteligentnych stanowią **wskaźniki świeżości**, które różnią się głównie tym od TTI, że jakość produktu sygnalizują przez bezpośrednie reagowanie na zmianę składu atmosfery panującej w wewnętrznej przestrzeni opakowania lub na zmiany zachodzące na powierzchni samego produktu. Wskaźniki świeżości wykrywają obecność metabolitów mikroorganizmów, takich jak: dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, amoniak, aminy, siarkowodór, kwasy organiczne, etanol, toksyny i enzymy. W metodzie tej stosuje się

elektroniczne i optyczne detektory, a także barwne związki tworzące się w reakcji z substancją wchłanianą z wnętrza opakowania.

Wśród rozwiązań, najszersze zastosowanie znalazły etykiety Fresh Tag<sup>R</sup>, przeznaczone do sygnalizowania świeżości ryb i ich przetworów oraz zapakowanych elementów z drobiu. Zawierają one wkładkę z tworzywa sztucznego z zamocowanym w jej wnętrzu pierścieniem (od strony opakowania). Pierścień zawiera substancję chemiczną będącą w bezpośrednim kontakcie z gazami dyfundującymi z wnętrza opakowania i tworzy barwną reakcję z lotnymi aminami obecnymi w gazie. Wraz ze wzrostem stężenia amin, jaskrawożółta plama ulega przesunięciu na termometrycznej skali pierścienia, określając jakość produktu mięsnego. Powstały również systemy reagujące na różnego rodzaju bakterie patogenne czy mikroorganizmy jak np.: *Salmonella* spp., *Campylobacter*, *Listeria* spp. czy *Escherichia coli* [Lesiów, Kosiorowska 2006b; Kondratowicz 2007].

### **Wskaźniki nieszczelności**

W opakowaniu, które jest nieszczelne zmniejsza się zabezpieczające działanie zmodyfikowanej atmosfery na produkt i wzrasta niebezpieczeństwo mikrobiologiczne i zdrowotne konsumenta.

Wskaźniki pomiaru zawartości tlenu i dwutlenku węgla w opakowaniu, jako wskaźniki nieszczelności mogą być użyte do monitorowania jakości żywności. Zasada działania tego rodzaju wskaźników polega na zmianie ich koloru w wyniku reakcji chemicznej lub enzymatycznej. Najczęściej stosowanym utleniająco - redukującym barwnikiem we wskaźnikach nieszczelności w odniesieniu do tlenu jest niebieski metylen.

Wskaźniki dwutlenku węgla służą do monitorowania ilości tego gazu w produktach mięsnych pakowanych w atmosferze MAP. Przykładem wskaźnika CO<sub>2</sub> jest wskaźnik Reflex, wyprodukowany przez firmę Cryovac Sealed Air Ltd w postaci etykiety. Wskaźnik ten jest stosowany do określenia pożądanego składu mieszaniny gazów oraz identyfikowania usterek związanych z nieprawidłowym funkcjonowaniem urządzenia dostarczającego gaz.

Odrębną grupę opakowań oddziałujących między produktem, a czynnikiem panującym podczas przechowywania stanowią **opakowania aktywne**. Opakowanie aktywne określane jest jako aktywny system zmieniający warunki zapakowanej żywności. W wyniku jego działania następuje przedłużenie jej trwałości, w tym również przydatności do spożycia, gwarancja i poprawa bezpieczeństwa mikrobiologicznego oraz właściwości sensorycznych

[Eilert 2005; Cierach, Wierzbicka 2009; Traczyk, Walkiewicz 2010a,b]. Mogą one występować w różnej postaci.

Do najczęściej stosowanych na rynku światowym rozwiązań należą:

- saszetki zawierające np.: sproszkowane żelazo oraz wodorotlenek wapnia;
- materiały opakowaniowe zawierające mikrobiologiczne inhibitory, takie jak np.: jony metali, sole kwasu propionowego;
- specjalnie preparowane folie, z których np.: uwalniają się aromaty typowe dla świeżych produktów.

W przemyśle mięsnym występują dwie grupy opakowań aktywnych, do których zalicza się:

- opakowania o funkcji pochłaniaczy,
- opakowania o funkcji emiterów.

**Opakowania o funkcji pochłaniaczy**, które absorbują niepożądane gazy, głównie tlen, etylen, parę wodną, lotne związki o nieprzyjemnym zapachu powstałe podczas przechowywania chłodniczego. W przypadku wielu produktów mięsnych, obecność nawet bardzo małych ilości tlenu może znacznie obniżyć jakość na skutek zmian fizyko-chemicznych. Obecnie w celu zupełnego wyeliminowania stosowane są pochłaniacze tlenu w formie saszetek, nalepek, zamknięć lub polimerów bezpośrednio wprowadzonych w strukturę opakowania. Do najważniejszych opakowań aktywnych przeznaczonych do eliminacji tlenu z otoczenia produktu należy folia organiczna o nazwie „Longlife”.

Może być ona umieszczona w opakowaniu w postaci saszetki lub włączona do materiału opakowaniowego z tworzywa sztucznego. W przemyśle mięsnym wykorzystywana jest do zabezpieczania przed jętkością i zmianą barwy mięsa wieprzowego, wołowego i drobiowego oraz tłuszczu.

Inną formę opakowania stanowi laminat „Bioka Oxygen Absorber”, składający się z kilku warstw, pomiędzy, które wbudowany jest enzymatyczny system pochłaniający tlen. Laminaty tego rodzaju znajdują zastosowanie przy pakowaniu produktów mięsnych, w których wolna przestrzeń jest niewielka, i które są zwykle pakowane próżniowo, np.: porcjowanych wyrobów mięsnych, plasterkowanych wędlin.

Kolejną grupę opakowań z funkcją ukazania jakości produktu są, tzw. **opakowania o funkcji emiterów** wydzielające substancje korzystne dla jakości danego produktu. Przeznaczone są do ochrony mięsa i jego przetworów przed psuciem mikrobiologicznym.

Innowacje w tej dziedzinie dotyczą głównie emiterów dwutlenku węgla, alkoholu i dwutlenku siarki. Aktywne opakowania zdolne do uwalniania substancji przeciwdrobnoustrojowych mogą skutecznie opóźnić rozwój niektórych drobnoustrojów i przedłużyć trwałość produktów mięsnych. Konieczne jest przede wszystkim zahamowanie wzrostu bakterii chorobotwórczych i opóźnienie rozwoju bakterii powodujących procesy psucia się mięsa. Opakowania przeciwdrobnoustrojowe mogą zawierać etanol lub inne alkohole, sorbiniany, benzoesany, propioniany lub bakteriocyny, które po uwolnieniu z saszetki lub folii hamują rozwój drobnoustrojów, mogących stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego i jakości produktu.

Według prognoz ekspertów, powstające generacje opakowań aktywnych i inteligentnych stanowią przyszłość opakowalnictwa żywności. Powszechna jest również opinia, że opakowania aktywne i inteligentne w połączeniu z przechowywaniem w modyfikowanej i kontrolowanej atmosferze mogą w przyszłości wywrzeć znaczący wpływ na rozwój przemysłu mięsnego. Zatem dostosowana funkcja ochronna opakowania gwarantuje odpowiednią jakość produktu, a to z kolei pozwala na bezpieczny zakup produktów mięsnych i spożywczych w sklepach czy marketach [Lesiów, Kosiorowska 2006a,b Borowy, Kubiak 2008 b].

### **Pakowanie mięsa „ciepłego” w systemie Pi – Vac**

Pakowanie mięsa „ciepłego” (mięsa bez poubojowego wychładzania) w systemie „Pi – Vac”, w przeciwieństwie do konwencjonalnych metod pakowania świeżego mięsa, nie wymaga stosowania próżni bądź gazów ochronnych. Polega na zastosowaniu bardzo elastycznej folii o niewielkiej przepuszczalności tlenu. Dzięki wysokiej zdolności kurczenia się foliowego rękawa podczas procesu obkurczania, powietrze wypierane jest niemal w całości, a porcji nadawany jest kształt zbliżony do cylindrycznego.

System pakowania Pi – Vac wykorzystywany jest do bezpośredniego pakowania elementów mięsa pozyskiwanego przez wykrawanie „ciepłych” jeszcze tusz zwierząt rzeźnych. W systemie tym materiałem opakowaniowym jest rękaw z elastycznej folii wykonanej z tworzywa sztucznego z warstwą barierową w stosunku do tlenu i pary wodnej. Styroflex jest jednym z nowych tworzyw sztucznych z rodziny polistyrolów. Ze względu na optymalną przezroczystość, ciągliwość i zdolność powrotu do stanu pierwotnego wykorzystano tzw. (memory effect), „**efekt pamięci**”. Tworzywo to nadaje się do produkcji folii koekstruzyjnych przeznaczonych do pakowania mięsa świeżego. Jako warstwy koekstruzyjne zalecane są tu kopolimery octanu etylenu i winylu (EVA).



Do zalet wynikających ze stosowania folii koekstruzyjnych ze styrofleksu zalicza się:

- dobrą zgrzewalność folii na gorąco umożliwia szczelne zapakowanie żywności,
- bardzo wysoką wytrzymałość na przebicie, co umożliwia wysokie bezpieczeństwo pakowania także ostrych części np. kości,
- wysoka przezroczystość i połysk,
- „efekt pamięci” redukuje pojawianie się miejsc nacisku bądź im zapobiega,
- wysoka rozciągliwość folii umożliwia pakowanie różnych formatów,
- w porównaniu ze zwykłymi foliami, folia styrofleksowa wykazuje do 40% mniejszy ciężar właściwy i dzięki temu odpowiednio wyższą wydajność,
- niska temperatura zgrzewania (rzędu 95 – 110°C).

System pakowania „Pi – Vac” w porównaniu do konwencjonalnych systemów pakowania próżniowego daje wiele korzyści, m.in.:

- minimalizację wycieku soku mięsnego dzięki wysokiej zdolności wiązania wody przez tak zapakowane mięso,
- długą trwałość mięsa „ciepłego” dzięki mniejszej początkowej liczbie drobnoustrojów,
- zachowanie w mięsie większej ilości substancji aromatycznych,
- lepszą barwę mięsa utrzymującą się przez cały czas przechowywania,
- bardziej kruchą teksturę,
- oszczędność energii koniecznej do wychładzania tusz i minimalizację ubytków ich masy.

Według prognoz ekspertów system pakowania mięsa „**ciepłego**” jakim jest „Pi – Vac”, stanowi przyszłość opakowalnictwa żywności. Trwałość produktów mięsnych pakowanych w tym systemie w porównaniu z produktami pakowanymi tradycyjnymi metodami może ulec wydłużeniu nawet dwu- lub trzykrotnie, co potwierdziły wyniki badań naukowych. Zapewnia on jednocześnie zachowanie wysokiej jakości produktu mięsnego, pod warunkiem, że zawartość tlenu resztkowego w ciągu całego okresu przechowywania produktu w opakowaniu będzie mniejsza niż 0,5%.

Powszechna jest również opinia, że pakowanie mięsa „ciepłego” w systemie „Pi – Vac” w połączeniu z opakowaniami aktywnymi i inteligentnymi mogą w przyszłości wywrzeć znaczący wpływ na rozwój przemysłu mięsnego.

Inteligentne i aktywne opakowania mają na razie jeszcze stosunkowo niewielkie zastosowanie w przetwórstwie mięsa. Po zalegalizowaniu stosowania tych nowatorskich

rozwiązań w krajach UE, sytuacja stopniowo powinna ulegać poprawie, szczególnie że umożliwiają one na kontrolę i regulację procesów zachodzących wewnątrz opakowania i informują o jakości wyrobu. W najbliższej przyszłości stanowią będą konkurencją dla opakowań tradycyjnych [Eilert 2005; Lesiów, Kosiorowska 2006a,b; Borowy, Kubiak 2008f].

## **PODSUMOWANIE**

Opakowania żywności, w tym szczególnie mięsa i jego przetworów stanowią integralną część produktu. Pełnią one bardzo ważną rolę poprzez: ochronę zapakowanego produktu przed działaniem warunków zewnętrznych (temperatury, wilgoci, czynników mechanicznych), funkcje informacyjną dzięki której nabywca zapoznaje się z rodzajem i właściwościami produktu, wpływem na ich jakość i bezpieczeństwo zdrowotne, jak również ułatwiają transport i przechowywanie produktu. Odgrywają one również bardzo istotną rolę marketingową, poprzez funkcję reklamową, promocyjną i ilościową, wynikającą ze zróżnicowania wielkości opakowań. Rosnąca jest również ekologiczna funkcja opakowań związana z możliwością wycofania opakowań z obrotu handlowego i poddania ich utylizacji tak, by były one przyjazne dla środowiska [Wronowski 2009; Traczyk, Walkiewicz 2010b].

Obecnie opakowania żywności zmieniają się bardzo dynamicznie. Stają się coraz bardziej funkcjonalne i innowacyjne, w ich produkcji wykorzystuje się aktywne substancje oddziałujące na opakowany produkt, a także surowce biodegradowalne. Ze względu na interakcje zapakowanych produktów z opakowaniami, jakość opakowań odgrywa kluczową rolę dla zachowania bezpieczeństwa produktu oraz zdrowia konsumenta. W związku z tym należy pamiętać o zasadach Dobrej Praktyki Produkcyjnej w odniesieniu do materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością i przestrzeganiu innych uregulowań prawnych, których celem jest ograniczenie ryzyka zagrożenia zdrowia.

Powstające coraz to nowsze generacje opakowań aktywnych i inteligentnych stanowią przyszłość opakowalnictwa żywności, w tym również mięsa i przetworów z niego uzyskanych. Opakowania aktywne i inteligentne w połączeniu z przechowywaniem w modyfikowanej i kontrolowanej atmosferze mogą w przyszłości mieć znaczący wpływ na rozwój przemysłu mięsnego.

## **PIŚMIENNICTWO**

1. Anonim (2002) Specjalne tacki MAP/CAP. Mięso i Wędliny, (6), 62.
2. Anonim (2009) Katalog. Świeże spojrzenie na MAP. AIR PRODUCTS Sp. z o.o.
3. Babji Y., Murthy T.R.K., Anjaneyulu A.S.R. (2000) Microbial and sensory quality changes in refrigerated minced goat meat stored under vacuum and in air - Small Ruminant Res. 36, 75-84.
4. Belcher J.N. (2006) Industrial parking developments for the global meat market. Meat Sci. 74(4), 143-148.
5. Bemera J. (2007) Korzyści z pakowania. Magazyn Przemysłu Mięsnego, (7), 30-31.
6. Borowy T., Kubiak M. (2008a) Właściwości i funkcje opakowań w przemyśle mięsnym. Gospodarka Mięsna 2, 16-18.
7. Borowy T., Kubiak M. (2008b) Opakowania aktywne i inteligentne - nowe spojrzenie w przyszłość. Gospodarka Mięsna 3, 32-34.
8. Borowy T., Kubiak M. (2008c) Systemy pakowania mięsa i przetworów mięsnych – pakowanie próżniowe. Cz. I. Gospodarka Mięsna 8, 54-56.
9. Borowy T., Kubiak M. (2008d) Systemy pakowania mięsa i przetworów mięsnych – pakowanie w atmosferze gazów ochronnych. Gospodarka Mięsna 9, 26-28.
10. Borowy T., Kubiak M. (2008e) Laminaty – lepsza ochrona produktu. Gospodarka Mięsna 11, 8-9.
11. Borowy T., Kubiak M. (2008f) Pakowanie mięsa ciepłego w systemie Pi-Vac. Gospodarka Mięsna 12, 20-22.
12. Cierach M., Wierzbička A. (2009) Referat wygłoszony na Krajowym Kongresie Nauki o Mięsie i Technologii 14-15 maja 2009r.
13. Czajkowska D. (2005) Inteligentne i aktywne opakowania do żywności. Przem. Spoż. 8, 88-92.
14. Czapski J., Michniewicz J. (1997 - Wpływ opakowania na zmiany jakości żywności podczas przechowywania. Przem. Spoż. 10, 15-19.
15. Czarnecka – Skubina E., Janicki A. (2009) Znakowanie produktów żywnościowych. Informacje żywieniowe i zdrowotne. Przem. Spoż. 01, 34-37.
16. Czerniawski B. (1999) Nowoczesne systemy pakowania żywności. Opakowanie, (10), 6 – 9.
17. Czerniawski B. (2008) Pakowanie w atmosferze modyfikowanej MAP na rynku krajowym. Opakowanie (6), 12 – 16.

18. Danyluk B., Gajewska-Szczerbal H., Pyrcz J., Kowalski J. (2004) Trwałość mikrobiologiczna wędlin pakowanych próżniowo. *Acta Scien. Pol., Technol. Aliment.* 3(2), 37-44.
19. Eilert S.J. (2005) New packing technologies for the 21 st century. *Meat Sci.* 71, 122-127.
20. Gajewska – Szczerbal H. (2005) Pakowanie mięsa i przetworów mięsnych. cz. II. *Gospodarka Mięsna* (9), 60 – 65.
21. Kijowski J., Cegielska – Radziejewska R., Krala L. (2001) Shelf – life extension of meat and its further – processed products stored under modified atmosphere packaging (MAP) – a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 10/51, (4), 3 – 12.
22. Kondratowicz J. (2000) Wykorzystanie niskich temperatur w konserwacji produktów żywnościowych. *Chłodnictwo*, 35, 6, 32.
23. Kondratowicz J. Kościelak E. (2005) Sposoby pakowania produktów, które muszą być przechowywane w niskich temperaturach. *Chłodnictwo*, tom 40, 8.
24. Kondratowicz J. (2007) Opakowania interaktywne. *Magazyn Przemysłu Mięsnego*, 8-9, 60-62.
25. Kosmacz - Chodorowska (2008) Dlaczego etykieta logistyczna GSI? *Przem. Spoż.* 11, 19-21.
26. Nitsch P. (2009) Sauerstoff macht Fleisch zäh und ranzig. *Fleischwirtschaft*, (6), 38-39.
27. Lesiów T., Kosiorowska M. (2006a) Opakowania aktywne i inteligentne w przetwórstwie mięsa. *Gospodarka Mięsna* 03, 12-16.
28. Lesiów T., Kosiorowska M. (2006b) Opakowania aktywne i inteligentne w przetwórstwie mięsa. *Gospodarka Mięsna* 04, 28-33.
29. Martynkewicz A. (2008) Individuelle Hülle für jedes Packgut. *Fleischwirtschaft*, (11), 51 – 54.
30. McMillin K.W. (2008) Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packing for meat. *Meat Sci.* 80, 43-65.
31. Pikul J. (2001) Pakowanie i przechowywanie schłodzonego mięsa. *Chłodnictwo*, 36, 10, 30.
32. Rozporządzenie (WE) nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z 27 października 2004 r. w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością.

33. Rudy M., Zin J., Głodek E. (2007) Wpływ składu modyfikowanej atmosfery na trwałość mięsa i wędlin podczas chłodniczego przechowywania. Wyd. Uniwersytetu Marii Curie -Skłodowskiej w Lublinie. SECTO EE vol. 25 (1), 79-84.
34. Skandamis P.N., Nychas G-J.E. (2002) Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *Inter. J. Food Microbiol.* 79, 35-45.
35. Traczyk I., Walkiewicz A. (2010a) Opakowania żywności. cz. 1. Obrót żywnością a zdrowie. Wyd. ośrodka Enterprise Europe Network (4).
36. Traczyk I., Walkiewicz A. (2010b) Opakowania żywności. cz. 2. Obrót żywnością a zdrowie. Wyd. ośrodka Enterprise Europe Network (5).
37. Wronowski H. (2009) Opakowanie jako element strategii produktu w marketingu. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 4, 28.
38. Zalewski St. (1985) *Mikrobiologia żywności pochodzenia zwierzęcego*. WNT. Warszawa.