

Dr inż. Andrzej PÓLTORAK
Dr inż. Magdalena ZALEWSKA
Mgr inż. Monika M. MARCINKOWSKA-LESIAK
Katedra Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA NOWOCZESNYCH SYSTEMÓW PAKOWANIA W PRODUKCJI PRZETWORÓW Z MIĘSA WIEPRZOWEGO®

Opracowanie zrealizowano w ramach projektu "BIOŻYWNOŚĆ – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego" nr POIG.01.01.02-014-090/09 współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 – 2013.



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Przedmiotem przedstawionej w artykule pracy badawczej była analiza literaturowa nowoczesnych systemów do pakowania mięsa wieprzowego i jego wyrobów, w których wykorzystano opakowania aktywne i inteligentne (indykatorowe). Odpowiedni dobór technologii pakowania oraz materiału opakowaniowego jest bowiem ważnym czynnikiem wpływającym na jakość oraz bezpieczeństwo produktu żywnościowego dostosowującego się jednocześnie do potrzeb konsumenta. W opracowaniu skupiono się na nowoczesnych systemach pakowania oraz materiałach opakowaniowych stosowanych w przemyśle mięsnym. Znajomość zalet zastosowania aktywnych i inteligentnych systemów pakowania w przemyśle spożywczym pozwoli na uzyskanie trwałych ekonomicznych korzyści oraz zwiększenie akceptacji konsumentów, które to czynniki są niezbędne w celu wdrożenia tego typu technologii pakowania na komercyjnych rynkach.

Słowa kluczowe: opakowania aktywne, opakowania inteligentne, przetwory z mięsa wieprzowego.

WSTĘP

Dobór właściwego opakowania wymaga wiedzy i zrozumienia właściwości fizycznych, chemicznych i mikrobiologicznych produktu, warunków środowiskowych, w których będzie się on znajdował od produkcji po konsumpcję oraz możliwych interakcji pomiędzy żywnością a opakowaniem.

Dzięki odpowiedniemu systemowi pakowania oraz poprzez właściwy dobór materiału opakowaniowego można spowolnić lub zahamować procesy odpowiedzialne za pogarszanie się jakości mięsa wieprzowego i jego wyrobów, w tym ważnych z punktu widzenia konsumenta wizualnych atrybutów świeżości. Coraz częściej do pakowania stosowane są nowoczesne rozwiązania.

Opakowania aktywne i inteligentne oddziałują na produkt w sposób kontrolowany bądź monitorują jego jakość informując bezpośrednio konsumenta o ewentualnych zagrożeniach. **Aktywne systemy pakowania stosowane do pakowania mięsa wieprzowego i jego wyrobów zawierają między innymi środki absorbujące tlen, emiterzy dwutlenku węgla, związki kontrolujące poziom wilgotności oraz substancje hamujące rozwój drobnoustrojów. Opakowania inteligentne monitorują natomiast stan opakowanej żywności, dostarczając informacji o jakości opakowanej żywności oraz warunkach panujących podczas transportu i przechowywania.** Aby potwierdzić skuteczność tych

metod konieczna jest jednak kontrola jakości zapakowanych produktów w trakcie całego okresu ich przechowywania.

Do produkcji tego typu opakowań wykorzystywane są technologie bazujące na nowoczesnych materiałach o różnorodnym, innowacyjnym składzie. Materiały wyprodukowane z nieodpowiednich surowców mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumenta, dlatego też podczas doboru opakowania należy pamiętać o przestrzeganiu aktów prawnych począwszy od rozporządzeń Unii Europejskiej po ustawodawstwo krajowe (ustawy i rozporządzenia).

Celem artykułu jest prezentacja analizy literaturowej nowoczesnych systemów do pakowania mięsa wieprzowego i jego wyrobów, w których wykorzystano opakowania aktywne i inteligentne.

PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

1. Opakowania aktywne i inteligentne – terminologia, podział oraz zastosowanie

W ostatnich latach wzrosły w sposób istotny korzyści osiągane ze stosowania aktywnych i inteligentnych systemów pakowania mięsa i produktów mięsnych. Aktywne systemy pakowania mają na celu utrzymanie lub poprawę jakości produktów oraz wydłużenie ich terminu przydatności do spożycia. Wśród systemów mogących mieć zastosowanie w przetwórstwie mięsnym wymienić należy między innymi środki absorbujące tlen, emiterzy dwutlenku węgla, związki kontrolujące poziom wilgotności oraz substancje hamujące rozwój

drobnoustrojów [3]. Inteligentne systemy pakowania monitorują natomiast stan opakowanej żywności, dostarczając informacji o jej jakości podczas transportu i procesów przechowywania. Technologia sensorów, wskaźników (w tym wskaźników integralności, świeżości, czasu i temperatury (TTI)) oraz identyfikacja na poziomie częstotliwości radiowych (RFID) została opracowana między innymi dla mięsa i produktów mięsnych [5].

1.1. Opakowania aktywne

Według rozporządzenia WE nr 450/2009 z dnia 29 maja 2009 r. opakowania aktywne to materiały i wyroby, których zadaniem jest przedłużenie okresu przydatności do sprzedaży albo zachowanie lub poprawa stanu opakowanej żywności. Z uwagi na ich naturę przewidziano w nich obecność składników, które mogą uwalniać substancje do opakowanej żywności względnie jej otoczenia, lub też je absorbować [16].

Znanych jest wiele sposobów wprowadzenia substancji aktywnej do opakowania. Do najbardziej popularnych należy umieszczenie niewielkich rozmiarów saszetek bądź wkładek zawierających związek aktywny. Bardziej zaawansowanym technologicznie sposobem jest umieszczenie substancji czynnej na całej wewnętrznej powierzchni opakowania poprzez powlekanie lub wbudowywanie. Do opakowań aktywnych stosowanych do pakowania mięsa i jego wyrobów zaliczyć możemy przede wszystkim opakowania absorbujące tlen, emitujące dwutlenek węgla, absorbujące wodę, o działaniu antibakteryjnym, wydzielające antyoksydanty, pochłaniające lub uwalniające zapach, pochłaniające niepożądany smak [10, 3, 9].

Wysoki poziom tlenu w atmosferze otaczającej produkt prowadzić może do wzrostu mikroorganizmów, rozwoju obcych zapachów, zmian barwy oraz strat wartości odżywczej. Skutkuje to znaczną redukcją okresu przydatności do spożycia zapakowanej żywności. W związku z powyższym bardzo ważna wydaje się kontrola poziomu tlenu w opakowaniu. Użycie pochłaniaczy (*oxygen scavengers*) absorbujących tlen resztkowy w zapakowanym produkcie pozwala bowiem zminimalizować zmiany jakościowe żywności. Pochłaniacze tlenu dostępne są w postaci saszetek, nalepek lub substancji bezpośrednio wbudowanych w materiał opakowaniowy. Masę adsorbentu w saszetce dobiera się według ilości resztkowego tlenu, barierowości opakowania oraz szybkości utleniania produktu (jego efektywność w dużej mierze uzależniona jest od temperatury oraz wilgotności względnej otoczenia i rośnie wraz ze wzrostem wartości tych czynników). Tlen może być wiązany za pomocą związków żelaza, kwasu askorbinowego, nienasyconych kwasów tłuszczowych lub odpowiednich enzymów. Ze względu na szybkość pochłaniania tlenu oraz możliwość stosowania w niskich temperaturach, związki żelazowe należą do najchętniej stosowanych pochłaniaczy [19, 4].

Osiągnięcie niskiego poziomu tlenu w trakcie pakowania jest trudne i czasochłonne. Obecność pochłaniaczy tlenu umożliwia nie tylko usunięcie z atmosfery resztkowego tlenu, ale pozwala także na zwiększenie wydajności linii produkcyjnej. Absorbery tlenu stosowane są m.in. do produktów mięsnych w plastrach, bowiem już niewielka obecność tlenu w zapakowanym produkcie może prowadzić do powstania zjełczałego posmaku.

Podczas pakowania przetworów mięsnych pożądane jest stosowanie wysokiego poziomu dwutlenku węgla, w celu zapobiegania rozwojowi mikroorganizmów na powierzchni produktu oraz przedłużenia jego czasu przydatności do spożycia. Niestety gaz ten jest łatwo przepuszczany przez plastikowe powłoki opakowania, co powoduje znaczne obniżenie jego stężenia w mieszaninie gazów otaczającej zapakowany produkt. W związku z powyższym korzystne jest stosowanie wewnątrz opakowania elementów emitujących ten gaz zapobiegając tym samym rozwojowi szkodliwej mikroflory. Emitery dwutlenku węgla mogą stanowić również technikę uzupełniającą do pochłaniaczy tlenu, dzięki saszetkom, które jednocześnie uwalniają dwutlenek węgla oraz pochłaniają tlen. Bazują one na węglanie żelaza lub mieszaninie kwasu askorbinowego i wodorowęglanu sodu [8, 3].

W celu ograniczenia wzrostu drobnoustrojów a tym samym wydłużenia trwałości produktów spożywczych, konieczna jest również kontrola poziomu ich wilgotności. Możliwa jest ona dzięki opakowaniom aktywnym regulującym zawartość wody w opakowaniu. Najczęściej stosowane są osuszacze zawierające żel krzemionkowy, glinkę oraz tlenek wapniowy, umieszczane w saszetkach, wkładkach lub w materiale opakowaniowym (rys. 1.) [1].

Istotną grupę opakowań aktywnych stanowią opakowania o działaniu przeciwbakteryjnym i konserwującym. Antyoksydanty zapobiegają utlenianiu tłuszczów, a także przedłużają trwałość produktu. Opakowania uwalniające substancje przeciwdrobnoustrojowe (propioniany, benzoesany) mogą natomiast opóźnić rozwój niektórych mikroorganizmów stanowiących zagrożenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego i jakości produktu. Substancje te umieszczane są najczęściej w saszetkach lub bezpośrednio wbudowywane w opakowania. Jako substancje przeciwdrobnoustrojowe mogą być również stosowane związki naturalne (ekstrakt z nasion grapefruita, lizozym, bakteriocyny czy olejki eteryczne). Do powłok jadalnych stosuje się kwas mlekowy, propionowy, aldehyd cynamonowy, nizynę, pectocynę, enterocynę oraz olejki eteryczne przypraw [2, 13, 18].

Działanie opakowań wydzielających lub absorbujących związki smakowe i zapachowe polega na zobojętnianiu niepożądanych związków powstających w wyniku przechowywania żywności. Ich neutralizacja następuje na drodze wybiórczej reakcji z substancjami chemicznymi wbudowanymi w materiał opakowaniowy. W przetwórstwie mięsnym w folie opakowaniowe wbudowywane są związki wiążące aminy i aldehydy powstałe w wyniku degradacji białek mięsnych takie jak sole żelaza, kwas cytrynowy czy kwas askorbinowy. Przy stosowaniu tego typu rozwiązań należy wziąć pod uwagę fakt, że maskowanie zapachów świadczących o psuciu się żywności może również stwarzać zagrożenie dla zdrowia potencjalnego konsumenta [19, 7, 1].

1.2. Opakowania inteligentne

Według rozporządzenia WE nr 450/2009 z dnia 29 maja 2009 r. opakowania inteligentne to materiały i wyroby, które monitorują stan opakowanej żywności lub jej otoczenia [16].

Zadaniem opakowań inteligentnych (*intelligent/smart packaging*) jest monitorowanie oraz przekazywanie informacji o aktualnym stanie jakościowym zapakowanych produktów.

Wiele systemów pakowania inteligentnego wymaga użycia specjalnych czujników i wskaźników. Czujniki są definiowane jako urządzenia wykrywające, lokalizujące oraz określające ilość energii lub materii, dając sygnał, że została ona wykryta. Większość czujników zawiera dwie jednostki funkcjonalne: receptor oraz przetwornik. Czujniki są często używane w opakowaniach ze zmodyfikowaną atmosferą. Dzięki nim można w łatwy sposób ocenić zmianę warunków w opakowaniu. Często sensory opierają się na reakcjach, które mogą być zaobserwowane przez konsumenta – są to sensory optyczne. Obecnie w opakowaniach stosowane są czujniki: gazowe, tlenowe oraz biosensory.

Sensory gazowe odpowiadają na zmiany parametrów środowiska w opakowaniu w sposób wizualny. Mogą być stosowane w celu wykrywania zanieczyszczenia mikrobiologicznego dzięki analizie takich gazów jak siarkowodór czy dwutlenek węgla. Czujniki tlenowe oparte na zasadzie fluorescencji są aktualnie najbardziej zaawansowanymi i obiecującymi systemami pozwalającymi na kontrolę warunków środowiska w opakowaniu. Zasada metody polega na wnikanii tlenu do środka powłoki opakowania i wiązaniu się z czynnikami, które po tej reakcji zaczynają świecić. Biosensory natomiast są kompaktowymi urządzeniami, które potrafią wykrywać reakcje biologiczne i o nich informować. Receptor jest specyficzną substancją, która wykrywa określone reakcje. Należą do nich enzymy, antygeny, hormony i kwasy nukleinowe. Ta technika jest aktualnie najbardziej wiarygodną i dokładną metodą określania zmian w środowisku opakowania.

Wskaźnik definiuje się jako substancję, która określa brak lub obecność innej substancji, głównie dając reakcję barwną. Wskaźniki integralności są stosowane jako nieinwazyjny sposób zabezpieczania żywności i informują o uszkodzeniach opakowania. Dzięki informacjom jakie dostarczają wskaźniki integralności można ocenić czy opakowanie jest szczelne czy nie. Wskaźniki świeżości natomiast dostarczają informacji o jakości produktu opierając się na zmianach mikrobiologicznych i chemicznych zachodzących w produkcie. Jakość mikrobiologiczna może być mierzona dzięki reakcjom między wskaźnikami w opakowaniu a metabolitami produkowanymi przez drobnoustroje. Obecnie opakowania inteligentne są w Polsce bardzo mało znane, ale można zauważyć wzrost zainteresowania nimi ze strony producentów żywności. Znane są następujące rodzaje opakowań interaktywnych:

- wskaźniki czasu i temperatury (*Time-Temperature Integrators*),
- wskaźniki świeżości,
- wskaźniki szczelności.

W pierwszej grupie wskaźników (TTI) pod wpływem temperatury wyższej od temperatury zadanej bądź też w wyniku skumulowanego efektu cieplnego zachodzą reakcje fizyczne, chemiczne bądź enzymatyczne. Reakcje te prowadzą z kolei do powstania na wskaźniku



Rys. 1. Wypraski opakowaniowe firmy Marcato Sp. z o.o. do pakowania produktów mięsnych wzbogacone o warstwę barierową EVOH oraz wkład absorpcyjny o odpowiednio dobranej chłonności.

Źródło: Opracowanie własne

barwnego efektu, którego natężenie jest proporcjonalne do zmian właściwości wskaźnika. Wskaźniki te z powodzeniem znajdują zastosowanie podczas przechowywania produktów mięsnych. Jeśli bowiem produkt mięsny, który powinien zachować przydatność konsumpcyjną przez „x” dni pod warunkiem przechowywania go w określonym przedziale temperatur wyposażymy w odpowiednio zaprogramowaną etykietę TTI to dokładnie po upływie tego czasu wskaże ona, że produkt przechowywany w wymaganej temperaturze nie nadaje się już do spożycia. Jeśli wymagana temperatura nie będzie przestrzegana wówczas odbarwienie nastąpi odpowiednio wcześniej (rys. 2.) [7, 1].

Drugą grupę stanowią wskaźniki świeżości, których działanie polega na wykrywaniu obecności metabolitów drobnoustrojów (dwutlenku węgla, dwutlenku siarki, amoniaku, toksyn, enzymów i innych) poprzez wykorzystanie elektronicznych oraz optycznych detektorów a także barwnych związków powstałych w wyniku reakcji z substancją wchłanianą z opakowania. Wskaźniki te reagują bezpośrednio na zmianę składu atmosfery wewnątrz opakowania [7].

Nieszczelność opakowania doprowadzić może do rozwoju mikroorganizmów w zapakowanym produkcie prowadząc w efekcie do skrócenia czasu jego przydatności do spożycia. Wśród wskaźników nieszczelności ważne miejsce zajmują wskaźniki obecności tlenu, oparte na reakcjach utleniania i redukcji, reakcjach kompleksowania oraz luminescencji. Klasyczny wskaźnik obecności O_2 składa się z barwnika zmieniającego swą barwę w wyniku reakcji redoks



Rys. 2. Etykiety świeżości TTI (Bizerba Polska Sp. z o.o.).

Źródło: Opracowanie własne

(najczęściej stosowanym barwnikiem jest błękit metylenowy). Wskaźniki bazujące na wiązaniu tlenu w kompleksy charakteryzują się nietrwałością oraz słabym natężeniem efektu barwnego, natomiast wskaźniki wykorzystujące zjawisko luminescencji wymagają kosztownej aparatury pomiarowej. Oprócz barwnika w układzie tym znajduje się substancja redukująca oraz związek zasadowy. Substancja redukująca (np. cukry mające właściwości redukujące lub niektóre sole organiczne) redukuje barwnik i utrzymuje go w takim stanie podczas procesu pakowania. Substancja zasadowa (np. wodorotlenek wapnia, sodu, potasu) utrzymuje właściwy zakres pH wskaźnika zapobiegając jego zbyt szybkiemu utlenieniu. W obecności tlenu leukobarwnik ulega utlenieniu prowadząc do powstania barwnego efektu na wskaźniku. Do prawidłowego funkcjonowania tego typu wskaźników konieczna jest niestety obecność wody lub wilgoci [7; 12].

Interesującą alternatywą, aczkolwiek bardziej skomplikowaną niż mechanizm oparty na reakcjach redoks jest układ aktywowany promieniami UV. Składają się na niego: barwnik redoks (błękit metylenowy), donory elektronów (glicerol, trietanolamina), półprzewodnik sensybilizatora pochłaniającego promieniowanie UV (dITLENEK tytanu lub cyny) oraz polimer pełniący funkcję nośnika (hydroksyceluloza). Promieniowanie nadfioletowe wzbudza półprzewodnik, który następnie utlenia donor elektronów, w dalszej kolejności zredukowany jest barwnik do formy leuko. W obecności tlenu następuje zabarwienie wskaźnika na kolor niebieski [12].

2. Przepisy prawne oraz ocena bezpieczeństwa w zakresie opakowań aktywnych i inteligentnych

Najistotniejsze wymagania dotyczące opakowań oraz materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością zawiera Rozporządzenie (WE) Nr 1935/2004, które weszło w życie 3 grudnia 2004 r. i obowiązuje obecnie wszystkie państwa członkowskie Unii Europejskiej. Obejmuje ono swym zakresem przepisy dotyczące [17, 15]:

- materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu żywnością (wraz z ich wykazem),
- znakowania materiałów opakowaniowych,
- ogólnych regulacji w odniesieniu do opakowań aktywnych i inteligentnych, w tym do wskazania faktu zaklasyfikowania materiału lub wyrobu jako aktywnego.

W Rozporządzeniu można również znaleźć informacje dotyczące systemu traceability, który umożliwi śledzenie drogi materiału i wyrobu opakowaniowego na wszystkich etapach procesu produkcji, przetwarzania i dystrybucji.

Drugim aktem prawnym jest Rozporządzenie nr 450/2009, które stanowi szczegółowy środek prawny w rozumieniu art. 5 ust. 1 lit. b Rozporządzenia 1935/2004 stąd należy stosować je obok ogólnych wymogów Rozporządzenia 1935/2004. Ustanowiono w nim szczegółowe przepisy dla aktywnych i inteligentnych materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością w tym: deklarację ich zgodności, wykaz substancji, które mogą być użyte w opakowaniach aktywnych i inteligentnych oraz przepisy dotyczące ewentualnego dodatkowego oznakowania tego rodzaju opakowań [16, 15].

Nowoczesne opakowania przeznaczone do pakowania produktów żywnościowych, zgodnie z w/w Rozporządzeniami powinny być produkowane zgodnie z zasadami dobrej praktyki produkcyjnej (GMP) oraz systemem traceability z materiałów dopuszczonych do kontaktu z żywnością. Ponadto istnieje konieczność znakowania opakowań aktywnych i inteligentnych w sposób umożliwiający ich prawidłową klasyfikację [11, 17, 16].

Niezwykle istotnym zagadnieniem ze względu na bezpieczeństwo żywności jest odpowiedni dobór materiału opakowaniowego. Migracja substancji wchodzących w skład opakowania może być źródłem zanieczyszczeń żywności, jednak znajomość właściwości fizykochemicznych produktu oraz właściwości tworzyw opakowaniowych pozwala na przewidywanie interakcji, jakie mogą między nimi zachodzić w różnych warunkach przechowywania i użytkowania. Przy doborze materiału przeznaczonego do kontaktu z żywnością należy uwzględnić [14, 9]:

- przepisy prawne,
- czas przechowywania i warunki w jakich produkt będzie składowany,
- przydatność materiału do przetwórstwa w różnych systemach pakowania,
- barierowość materiału opakowaniowego,
- cenę i dostępność tworzywa.

Ustawodawstwo Unii Europejskiej reguluje migrację substancji chemicznych z materiałów opakowaniowych do żywności przez ustalenie limitów migracji globalnej (*OML* – *Overall Migration Limit*) oraz migracji specyficznej (*SMLs* – *Specific Migration Limits*) odnoszącej się do określonych substancji lub grupy substancji. Zgodnie z Rozporządzeniem (WE) nr 450/2009 z 29 maja 2009 roku funkcja aktywna nie jest zasadniczą cechą materiału pasywnego, zatem „ilość uwalnianej substancji czynnej nie powinna być uwzględniana w wartości ogólnej migracji” [6,16].

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Dystrybucja wyrobów mięsnych wymaga stworzenia odpowiedniego środowiska wewnątrz opakowań, będącego gwarancją ich jakości oraz utrzymania lub przedłużenia przydatności do spożycia.
2. Stosowanie opakowań aktywnych w połączeniu z pakowaniem próżniowym bądź pakowaniem w atmosferze modyfikowanej może przynieść duże korzyści związane z poprawą jakości i bezpieczeństwem produktów mięsnych.
3. Folie opakowaniowe, które zawierają związki przeciwbakteryjne wydają się być bardzo obiecującym rozwiązaniem i uzupełnieniem zarówno dla pakowania próżniowego jak i pakowania MAP. Istnieje dużo badań z tego zakresu przy czym większość z tych systemów jest nadal na etapie eksperymentu.
4. Stosowanie opakowań inteligentnych odgrywa rolę informacyjną, marketingową oraz ochronną pozwalając na kontrolowanie jakości produktów mięsnych w trakcie dystrybucji oraz przechowywania.

5. Pomimo dużej liczby informacji na temat opakowań aktywnych i inteligentnych zamieszczonych w czasopiśmie technicznych oraz na stronach internetowych istnieje relatywnie mało publikacji naukowych dotyczących analizy wpływu tego rodzaju opakowań na właściwości wyrobów mięsnych. Wydaje się konieczne prowadzenie badań wpływu opakowań aktywnych i inteligentnych na jakość przechowywanych w nich produktów.

LITERATURA

- [1] **AHVENAINEN R. 2003.** *Active and intelligent packaging*. [w:] Raija A. (red.) *Novel Food Packaging Techniques*. Wyd. Woodhead Publishing, 5-21.
- [2] **APPENDINI P., HOTCHKISS J.H. 2002.** *Review of antimicrobial Food packaging*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 3, 113-126.
- [3] **BRODY A. L., BUGUSU B., HAN J. H., KOELSCHSAND C., MCHUGH T. H. 2008.** *Innovative Food Packaging Solutions*. *Journal of Food Science*, 8 (73), 107-116.
- [4] **CATALA R., HERMÁNDEZ-MUÑOZ P., GAVARA R. 2008.** *Active environmentally compatible food packaging*. [w:] Chiellini E. (red.): *Environmentally Compatible Food Packaging*. Wyd. Woodhead Publishing, 419-438.
- [5] **DAINELLI D., GONTARD N., DONDERVAN-VAN DEN BEUKEN E., TOBBACK P. 2008.** *Active I intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns*. *Trends in Food Science and Technology*, 19, 99-108.
- [6] **GROB K., PFENNINGER S., POHL W., LASO M., IMHOF D., RIEGER K. 2005.** *European legal limits for migration from food packaging materials: 1. Food should prevail over simulants; 2. More realistic conversion from concentrations to limits per surface area. PVC cling films in contact with cheese as an example*. *Food Control*. 18, 201-210.
- [7] **HURME E., SIPILÄINEN-MALM T., AHVENAINEN R. 2002.** *Active and intelligent packaging*. [w:] Ohlsson T., Bengtsson N. (red.): *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*. Wyd. Woodhead Publishing, 87-123.
- [8] **KERRY J. P., O'GRANDY M.N., HOGAN S. A. 2006.** *Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging system for meat and muscle-based products*. A review. *Meat Science*, 74, 113-130.
- [9] **LEE K.T. 2010.** *Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials*. *Meat Science*, 86, 138-150.
- [10] **MCMILLIN K.W. 2008.** *Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat*. *Meat Science*, 80, 43-65.
- [11] **MERONI A. 2000.** *Active packaging as an opportunity to create package design that reflects the communicational, functional and logistical requirements of food products*. *Packaging Technology and Science*. 6, 243-248.
- [12] **MILLS A. 2005.** *Oxygen indicators and intelligent inks for packaging food*. *Chemical Society Review*. 34, 1003-1011.
- [13] **OZDEMIR M., FLOROS J. D. 2004.** *Active food packaging technologies*. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* (44), 185-193.
- [14] **POCAS M., HOGG T. 2007.** *Exposure assessment of chemical from packaging materials in foods: review*. *Food Science and Technology*. 16, 219-230.
- [15] **RESTUCCIA D., SPIZZIRRI U.G., PARISI O.I., CIRILLO G., CURCIO M., IEMMA F., PUOCI F., VINICI G., PICCI N. 2010.** *New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications*. *Food Control*. 21, 1425-1435.
- [16] **Rozporządzenie (WE) NR 450/2009 z dnia 29 maja 2009 r.** w sprawie aktywnych i inteligentnych materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością (Dz. Urz. WE L 135).
- [17] **Rozporządzeniu (WE) Nr 1935 /2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r.** w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością (Dz. Urz. WE L 338).
- [18] **SIP A., JUSIK P. 2008.** *Bakteriocyny jako składniki opakowań o działaniu przeciwdrobnoustrojowym*. *Opakowanie*, 10, 20-26.
- [19] **VERMEREIEN L., DEVLEGHERE F., BEEST M., KRIUJF N., DEBEVERE J. 1999.** *Developments in the active packaging food*. *Trends of Food Science*. 10, 77-86.

THE POSSIBILITY OF USING MODERN PACKAGING SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF PORK AND ITS PRODUCTS

SUMMARY

The object of this study was the analysis of literature of modern packing systems of pork and its products using active and intelligent packages. Proper selection of packaging technology and packaging material is the major factor influencing the quality and safety of the food product at the same time adapting to consumer needs. The paper therefore focuses on modern packaging systems and materials used in the meat industry. Knowledge of the advantages of the use of active and intelligent packaging systems in the food industry can let you obtain sustainable economic benefits and increased consumer acceptance, which is necessary in order to implement this type of packaging technology on commercial markets.

Key words: active packaging, intelligent packaging, pork products.