

Agnieszka Orkusz*

Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego,
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

WPLYW PRZENIKANIA TLENU PRZEZ OPAKOWANIE NA WŁAŚCIWOŚCI MIĘSA ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM MIĘSA DROBIOWEGO – PRACA PRZEGLĄDOWA

Streszczenie: Na podstawie przeglądu literatury omówiono wpływ stopnia przenikania tlenu (SPT) przez opakowanie na wyróżniki jakościowe chłodzonego mięsa. Wykazano istotny wpływ SPT na zapewnienie odpowiedniej jakości i trwałości przechowywanego mięsa. Stwierdzono, że stopień przenikania tlenu przez materiał opakowaniowy ma istotny wpływ na: ogólną liczbę bakterii, liczbę bakterii z rodzaju *Pseudomonas* i rodziny *Enerobacteriaceae*, liczbę bakterii psychrotrofowych, okres przechowywania, ocenę sensoryczną barwy, udział barwy czerwonej a^* i nasycenie barwy C^* . Nie ma natomiast wpływu na: liczbę bakterii z rodzaju *Lactobacillus*, jasność barwy L^* , udział barwy żółtej b^* , kąt tonu barwy h° , ocenę sensoryczną soczystości i kruchości mięsa. Opinie badaczy dotyczące oddziaływania SPT przez opakowanie na ocenę sensoryczną zapachu są podzielone. Te kontrowersje mogą wynikać z faktu, iż autorzy utożsamiają barierowość opakowania jedynie ze stopniem przenikalności tlenu, a nie uwzględniają przenikalności pary wodnej i innych gazów.

Słowa kluczowe: mięso, stopień przenikania tlenu, materiał opakowaniowy.

1. Wstęp

Opakowanie jest jednym z istotnych czynników wpływających na jakość pakowanych produktów. Umożliwia i usprawnia transport oraz składowanie, a także zwiększa trwałość i atrakcyjność produktów [1-5].

Wynalezienie w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku polichloru winylu zapoczątkowało opracowywanie i stosowanie nowych materiałów do pakowania żywności – w tym materiałów barierowych – przeznaczonych do pakowania mięsa i jego przetworów [3]. Najczęściej stosowanymi materiałami opakowaniowymi w branży mięsnej są różnego rodzaju folie – głównie folie giętkie jednowarstwowe (wykonane z jednego rodzaju polimeru) i wielowarstwowe (laminaty) składające się z różnych polimerów [5; 6].

* Adres do korespondencji: agnieszka.orkusz@ue.wroc.pl.

Jednym z najistotniejszych wyróżników opakowania jest jego barierowość, którą określa się stopniem przenikalności tlenu (SPT), ditlenku węgla, azotu i pary wodnej (na ogół przenikalność CO₂ jest 3-5 razy większa, a azotu 3-5 razy mniejsza niż tlenu) [7-10].

Zapewnienie odpowiedniej jakości mięsa, przechowywanego dłuższy czas w warunkach chłodniczych, wymaga dodatkowych zabiegów utrwalających. W trakcie przechowywania mięsa, oprócz niekorzystnych zmian spowodowanych przez drobnoustroje i aktywność enzymów, następuje utlenianie barwników hemowych i lipidów, wysychanie warstwy powierzchniowej w wyniku odparowania wody, zmniejszenie wodochłonności tkanki mięśniowej i wzrost ilości wycieku soku mięsnego, co prowadzi do pogorszenia wartości odżywczej oraz walorów sensorycznych, zmniejszając tym samym atrakcyjność wyrobu.

Znaczące przedłużenie okresu przydatności do spożycia chłodzonego mięsa można osiągnąć przez pakowanie w modyfikowanej atmosferze (MA). Pakowanie to może być skuteczne tylko pod warunkiem utrzymania właściwego składu atmosfery w opakowaniu, co wymaga, aby opakowanie było wykonane z materiału o ograniczonej przenikalności dla gazów, czyli o odpowiednio wysokiej barierowości, wyrażonej w cm³/m²·24 h·0,1MPa, w określonej temperaturze i wilgotności względnej.

Zainteresowanie pakowaniem mięsa w modyfikowanej atmosferze jest bardzo duże. W minionych latach, a także obecnie, wielu badaczy prowadziło kompleksowe badania w zakresie zmian zachodzących w surowym mięsie przechowywanym w modyfikowanej atmosferze (w tym i w próżni). Autorzy, prezentując wyniki swoich prac, często pomijali barierowość opakowań wykorzystanych do pakowania mięsa w MA. Tym samym otrzymane przez nich wyniki badań niejednokrotnie trudno było ocenić i porównać.

W literaturze tylko nieliczne prace poświęcone są porównaniu wpływu materiału opakowaniowego o różnym stopniu przenikania tlenu na właściwości surowego mięsa, a zawarte w nich wyniki różnią się istotnie. Dlatego celem pracy było podsumowanie stanu wiedzy w zakresie wpływu stopnia przenikania tlenu przez materiał opakowaniowy na właściwości surowego mięsa – ze szczególnym uwzględnieniem mięsa drobiu.

2. Wpływ stopnia przenikania tlenu przez opakowanie na jakość mięsa

Wyniki badań wpływu stopnia przenikania tlenu (SPT) przez opakowanie na właściwości surowego mięsa zestawiono w tabeli 1.

Przedmiotem badań było mięso:

- kurcząt: Debevere i Voets [11]; Kraft i wsp. [12]; Dawson i wsp. [13]; Tsou i wsp. [14]; Kartika i wsp. [15]; Acton i wsp. [16],
- tuszki kaczek: Barnes i wsp. [17],
- mechanicznie odkostnione mięso indyków: Pettersen i wsp. [18],

- wołowe: Newton i Rigg [19]; Hess i wsp. [20]; Egan i Shay [21]; Tsigarida i Ny-chas [22]; Clausen i wsp. [23]; Montgomery i wsp. [24]; Beggan i Allen [25],
- wieprzowe: Pfeiffer i Menner [26].

Spośród cytowanych prac szczegółowo omówiono tylko te, które dotyczą mięsa drobiu.

Tabela 1. Wpływ stopnia przenikania tlenu na właściwości surowego mięsa (SPT wyrażony w $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{MPa}$)

Badany parametr	Wpływ stopnia przenikania tlenu	Rodzaj mięsa	Wielkość SPT
1	2	3	4
Ogólna liczba bakterii (OLB)	im niższy SPT, tym niższa OLB	tuszki kurcząt nogi kurcząt podudzia kurcząt podudzia kurcząt tuszki kaczek	SPT: 500 i 3600 [11]; SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12 000 [13]; SPT: 10, 3000, 7000 [15]; SPT: 10 i 7000 [16]; SPT: 30 ÷ 50 i 3000 [17]
Okres przechowywania	im niższy SPT, tym dłuższy okres przechowywania SPT = 0 i 190, taki sam okres przechowywania	tuszki kaczek wołowina	SPT: 30 ÷ 50 i 3000 [17]; SPT: 0, 190, 290, 532, 818, 920 [19]
Liczba bakterii psychrotrofowych	im niższy SPT, tym niższa liczba bakterii psychrotrofowych	tuszki kurcząt tuszki kurcząt	SPT: 18 i 2000 [12]; SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12 000; [14]
Liczba bakterii z rodz. <i>Lactobacillus</i>	brak wpływu SPT	tuszki kurcząt tuszki kurcząt wołowina wołowina wołowina	SPT: 18 i 2000 [12]; SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12 000 [14]; SPT: 0,1, 10, 15÷30, 30÷78 [20]; SPT: 28 i 2600 [22]; SPT: 0, 190, 290, 532, 818, 920 [19]
Liczba bakterii z rodz. <i>Pseudomonas</i>	im niższy SPT, tym niższa liczba bakterii z rodz. <i>Pseudomonas</i> SPT = 0 spadek liczby bakterii z rodz. <i>Pseudomonas</i>	tuszki kaczek wołowina wołowina wołowina	SPT: 30÷50 i 3000 [17]; SPT: 0,1, 10, 15÷30, 30÷78 [20]; SPT: 28 i 2600 [22]; SPT: 0, 190, 290, 532, 818, 920 [19]

1	2	3	4
Liczba bakterii z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i>	brak wpływu SPT rośnie SPT – rośnie liczba bakterii z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i>	wołowina wołowina	SPT: 0,1, 10, 15÷30, 30÷78 [20]; SPT: 0, 190, 290, 532, 818, 920 [19]
Ocena sensoryczna zapachu	brak wpływu SPT im wyższy SPT, tym niższa ocena sensoryczna zapachu; SPT = 0 i 190, taka sama ocena sensoryczna zapachu; najniższa ocena sensoryczna zapachu dla mięsa w folii z SPT = 30	tuszki kurcząt tuszki kurcząt mielone uda kurcząt wołowina wołowina wołowina nogi kurcząt	SPT: 18 i 2000 [12]; SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12000 [14]; SPT: 16 i 13800 [16]; SPT: 10 i 37 [24]; SPT: 1, 25, 1000 [21]; SPT: 0, 190, 290, 532, 818, 920 [19]; SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12 000 [13]
Ocena sensoryczna barwy	brak wpływu SPT SPT = 1 i 25 brak wpływu; SPT = 1000 pogorszenie barwy prób im niższy SPT, tym dłuższy okres utrzymywania się pożądanej barwy prób	wieprzowina wołowina wołowina wołowina	SPT: 1, 50, 67 [26]; SPT: 10 i 37 [24]; SPT: 1, 25, 1000 [21]; SPT: 0, 190, 290, 532, 818, 920 [19]
Jasność fotometryczna (L*)	brak wpływu SPT	podudzia kurcząt podudzia kurcząt wołowina	SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12000 [13]; SPT: 10, 3000, 7000 [15]; SPT: 10 i 37 [24]
Udział barwy żółtej (b*)	brak wpływu SPT	podudzia kurcząt wołowina	SPT: 10, 3000, 7000 [15]; SPT: 10 i 37 [24]
Kąt tonu barwy (h°)	brak wpływu SPT	nogi kurcząt wołowina	SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12000 [13]; SPT: 10 i 37 [24]
Udział barwy czerwonej (a*)	brak wpływu SPT istotny wpływ SPT – wyższy SPT, wyższa wartość parametru a* (bardziej pożądana barwa)	wołowina nogi kurcząt	SPT: 10 i 37 [24]; SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12000 [13];

Tabela 1, cd.

1	2	3	4
		podudzia kurcząt	SPT: 10, 3000, 7000 [15];
		mielone uda kurcząt	SPT: 16 i 13 800 [16]
Nasylenie barwy (C*)	brak wpływu SPT istotny wpływ SPT – wyższy SPT, wyższa wartość parametru C*, SPT = 30 i 2000 oraz 4700 ÷ 12 000 brak wpływu SPT	wołowina nogi kurcząt	SPT: 10 i 37; [24]; SPT: 30, 2000, 4700, 7000, 12 000 [13]
Ocena sensoryczna kruchości	brak wpływu SPT	pieczona wołowina gotowana wołowina	SPT: 15, 15 z perforacją, 30 800 [25]; SPT: 10 i 37 [24]
Ocena sensoryczna soczystości	brak wpływu SPT	gotowana wołowina pieczona wołowina	SPT: 10 i 37 [24]; SPT: 2 i 4 [23]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11-17; 19-26].

2.1. Kurczęta

Debever i Voets [11] badali wpływ SPT materiałów opakowaniowych na ogólną liczbę bakterii tlenowych w tuszkach kurcząt opakowanych w worki wykonane z polichlorku winylu (PVC) o barierowości $3600 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$ oraz $500 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$ i przechowywanych w powietrzu o temperaturze 4°C przez 16 dni. Na koniec okresu przechowywania wyższą ogólną liczbę bakterii tlenowych stwierdzono w tuszkach kurcząt przechowywanych w folii o niższej barierowości.

Kraft i wsp. [12] oraz Tsou i wsp. [14] badali wpływ opakowań o różnym SPT, wynoszącym: 18, 30, 2000, 4700, 7000, 12 000 $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$, na jakość mikrobiologiczną pakowanych próżniowo tuszek kurcząt. Wykazano, iż próby pakowane w folię z niższą przenikalnością tlenu charakteryzowały się niższym wzrostem bakterii psychrotrofowych w porównaniu z mięsem pakowanym w folię o wyższej przenikalności tlenu. Rodzaj zastosowanej folii nie miał jednak wpływu na wzrost bakterii z rodzaju *Lactobacillus* oraz obcy zapach mięsa. Różny SPT przez opakowanie nie miał wpływu na jasność barwy L^* i udział barwy żółtej b^* w przechowywanych próżniowo podudziach kurcząt [15]. Miał natomiast istotny wpływ na udział barwy czerwonej a^* oraz ogólną liczbę bakterii w badanym mięsie. Próby przechowywane w opakowaniu z wyższym SPT (3000 i $7000 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1$

MPa) charakteryzowały się wyższym udziałem barwy czerwonej a^* w całym okresie przechowywania. Zaobserwowano również, iż ze wzrostem SPT rosła liczba bakterii tlenowych.

Acton i wsp. [16] badali próżniowo pakowane podudzia kurcząt oraz mielone mięso z ud kurcząt. Porównano wpływ różnego SPT przez opakowanie na: wzrost bakterii tlenowych, udział barwy czerwonej a^* , względny udział oksy- i metmioglobiny w barwnikach hemowych oraz zapach. Odnotowano istotny wpływ SPT na wzrost bakterii tlenowych w podudziach kurcząt przechowywanych przez 12 dni. Mięso pakowane w folię o wyższym SPT ($7000 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$) charakteryzowało się wyższą zawartością bakterii niż to, dla których SPT wynosił $10 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$.

Badano mielone mięso z ud kurcząt przechowywane próżniowo przez 12 dni w opakowaniach o SPT wynoszącym 16 i $13\ 800 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$. Wykazano, iż próby przechowywane w opakowaniu o niższym SPT charakteryzowały się stałym udziałem barwy czerwonej a^* w całym okresie przechowywania. Nie stwierdzono zmian względnej zawartości metmioglobiny w barwnikach hemowych przechowywanych prób. Odnotowano natomiast zmniejszenie się względnej zawartości oksymoglobiny, jedynie do 4. dnia przechowywania. Po tym okresie względna zawartość oksymoglobiny nie zmieniała się. Z kolei w próbach przechowywanych w opakowaniu o wyższym SPT następował wzrost względnej zawartości metmioglobiny, wzrost udziału barwy czerwonej a^* oraz spadek względnej zawartości oksymoglobiny. Względna zawartość metmioglobiny zwiększyła się, natomiast względna zawartość oksymoglobiny zmniejszyła się istotnie w stosunku do wartości początkowej odpowiednio w 8. i 12. dniu przechowywania. W 12. dniu przechowywania mięsa spadek względnej zawartości oksymoglobiny oraz wzrost względnej zawartości metmioglobiny (w porównaniu z jej ilością w momencie rozpoczęcia badań) wyniósł odpowiednio 33% i 66%. Istotny wzrost udziału barwy czerwonej a^* (w stosunku do wartości początkowej) odnotowano w 4. dniu przechowywania. Po 12 dniach przechowywania mięsa nie stwierdzono wpływu SPT opakowania na pojawienie się substancji kreujących obcy zapach, co wiązano z nieobecnością skóry w mielonym mięsie.

Przedmiotem badań Dawsona i wsp. [13] było mięso mielone pochodzące z nóg kurcząt, pakowane próżniowo i przechowywane w warunkach chłodniczych w opakowaniach różniących się SPT, który wynosił: 30, 2000, 4700, 7000, $12\ 000 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$. Stwierdzono brak wpływu rodzaju zastosowanej folii na jasność barwy L^* i kąt tonu barwy h° . Nasycenie barwy C^* wzrastało ze wzrostem SPT przez materiał opakowaniowy. Najniższą ocenę sensoryczną zapachu otrzymały próby w opakowaniach z SPT wynoszącym $30 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ MPa}$. Autorzy sugerują, że niższa barierowość folii sprzyjała stopniowemu ulatnianiu się z opakowania substancji kreujących obcy zapach z przechowywanego mięsa. Dlatego też obcy zapach prób pakowanych w folii o wyższym SPT, po otwarciu opakowania, był mniej intensywny od zapachu prób przechowywanych w opakowaniu o niższym SPT. Liczba

bakterii tlenowych wzrastała szybciej w opakowaniach z wyższym SPT. Wyniki pracy wykazały, iż folie z wysokim SPT wpływały na uzyskanie pożądanej czerwonej barwy mięsa oraz odpowiedniej jej intensywności, podczas gdy folie z niskim SPT hamowały wzrost bakterii tlenowych.

2.2. Indyki

Pettersen i wsp. [18] badali wpływ rodzaju stosowanej atmosfery (próżnia i MA o składzie 60% CO₂, 40% N₂) oraz rodzaju opakowania (folia 14-warstwowa o SPT = 59 cm³/m² · 24 h · 0,1 MPa z naturalnym antyoksydantem – witaminą E oraz folia 7-warstwowa o SPT = 68 cm³/m² · 24 h · 0,1 MPa z antyoksydantem syntetycznym) m.in. na zawartość aldehydu malonowego w mrożonym, mechanicznie odkostnionym mięsie indyka. Autorzy wykazali nieznacznie wyższą zawartość aldehydu malonowego w próbach przechowywanych zarówno w próżni, jak i w MA w opakowaniu o wyższym SPT. Badacze sugerują, iż różnice w zawartości aldehydu malonowego w mięsie przechowywanym w różnych opakowaniach nie wynikają z różnego stopnia przenikania tlenu przez materiał opakowaniowy, lecz raczej z rodzaju zastosowanych antyoksydantów.

2.3. Kaczki

Barnes i wsp. [17] badali próżniowo pakowane tuszki kaczki przechowywane w temperaturze –1 i 2°C. Porównano wpływ różnego SPT (30÷50 cm³/m² · 24 h · 0,1 MPa oraz większego niż 3000 cm³/m² · 24 h · 0,1 MPa) na ogólną liczbę bakterii, liczbę bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oraz liczbę komórek drożdży. Ogólna liczba bakterii oraz bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w tuszkach przechowywanych w opakowaniu o niższym SPT była niższa w porównaniu z próbkami pakowanymi w folię o wyższym SPT. Wykazano, iż niższy SPT przez materiał opakowaniowy przedłuża czas przechowywania mięsa o 50% w stosunku do prób zapakowanych w folię o wyższym SPT. Zaobserwowano również stopniowy wzrost liczby komórek drożdży w tuszkach przechowywanych w opakowaniu o SPT większym niż 3000 cm³/m² · 24 h · 0,1 MPa, podczas gdy nie stwierdzono go w próbach zapakowanych w folię o SPT równym 30÷50 cm³/m² · 24 h · 0,1 MPa.

3. Podsumowanie

Analiza wyników badań wymienionych autorów wykazuje, że najczęściej prac dotyczy rozwoju mikroorganizmów w mięsie, ponieważ zwykle w oparciu o ich liczbę limitowany jest okres przechowywania prób, oraz zmiany barwy. Badacze wskazują, że im wyższy SPT przez materiał opakowaniowy, tym szybciej zachodzą w mięsie niekorzystne zmiany. Tak więc okres przechowywania mięsa w folii o wyższym SPT jest krótszy niż mięsa w opakowaniu o niższym SPT.

W dostępnej literaturze brakuje danych dotyczących oddziaływania stopnia przenikania pary wodnej na wyróżniki jakościowe surowego mięsa. Nieliczne prace dotyczą porównania wpływu materiału opakowaniowego o różnym stopniu przenikania tlenu na: utlenianie lipidów, wartość pH, wodochłonność, wyciek swobodny i ciepłny, właściwości reologiczne mięsa, zmiany ogólnej zawartości barwników hemowych i zmiany poszczególnych form mioglobiny mięsa pakowanego w zmiennej atmosferze.

Z dokonanego przeglądu literatury dotyczącej wpływu stopnia przenikania tlenu na wyróżniki jakościowe mięsa drobiowego, wieprzowego i wołowego (tab. 1) wynika, że autorzy omawianych prac stwierdzili, iż:

- wraz ze wzrostem SPT przez opakowanie wzrasta: ogólna liczba bakterii (różnice w SPT rzędu 10^2), liczba bakterii psychrotrofowych (różnice w SPT rzędu 10^3), liczba bakterii z rodzaju *Pseudomonas* (różnice w SPT rzędu 10), liczba bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* (różnice w SPT rzędu 10^2); im niższy SPT przez opakowanie, tym dłuższy okres przydatności mięsa do spożycia, wyższa ocena sensoryczna barwy (różnice w SPT rzędu 10^2) oraz niższa wartość a^* i C^* (różnice w SPT rzędu 10^3) przechowywanych prób;
- SPT przez materiał opakowaniowy nie ma wpływu na: ocenę sensoryczną soczystości i kruchości mięsa, liczbę bakterii z rodzaju *Lactobacillus*, L^* , b^* , h° .

Wyraźnie podzielone są opinie badaczy dotyczące oddziaływania SPT przez opakowanie na ocenę sensoryczną zapachu (tab. 1). Jedni bowiem informują o braku takiego wpływu, inni natomiast donoszą o różnicach w ocenie sensorycznej zapachu ze względu na SPT stosowanego materiału opakowaniowego. Te kontrowersje mogą wynikać z faktu, że autorzy utożsamiają barierowość opakowania jedynie ze stopniem przenikalności tlenu, a nie uwzględniają przenikalności pary wodnej.

Reasumując, należy stwierdzić, że przy wyborze materiału opakowaniowego do pakowania mięsa należy kierować się stopniem przenikalności tlenu, ditlenku węgla i pary wodnej.

Literatura

- [1] Czerniawski B., Michniewicz J., *Opakowania żywności*, Wyd. Agro Food Technology, Czeladź 1998.
- [2] Kondratowicz J., Kościelak E., *Nowe tendencje w systemach pakowania żywności przechowywanej w niskich temperaturach*, cz. 2. Chłodnictwo 2005, XL, nr 8, 54, 59.
- [3] Rak L., *Opakowania mięsa i przetworów – wyzwania dla producentów*, Gosp. Mięsna 2007, 8, 28, 32.
- [4] Borowy B., Kubiak M.S., *Opakowania – niezbędny element w obrocie towarowym*, Gosp. Mięsna 2007, 12, 46, 47.
- [5] Borowy B., Kubiak M.S., *Właściwości i funkcje opakowań w przemyśle mięsny*, Gosp. Mięsna 2008, 2, 16, 18.
- [6] Borowy B., Kubiak M.S., *Laminaty – lepsza ochrona produktu*, Gosp. Mięsna 2008, 11, 8, 9.

- [7] Lambden A.E., Chadwick D., Gill, C.O., Technical note: *Oxygen permeability at sub-zero temperatures of plastic films used vor vacuum packaging of meat*, J. Food Technology 1985, 20, 781, 783.
- [8] Gill C.O., *Application of preservative packagings to chilled raw meats*, Canadian Meat Science Association Symposium 1992, 7, 1, 8.
- [9] Krala L., *Oddziaływanie atmosfery kontrolowanej i modyfikowanej na właściwości chłodzonego mięsa kurcząt*, Zeszyty Nauk. Politech. Łódz. 1999, 814, Z. 255, 57, 75.
- [10] Coles R., McDowell D. (red.), *Food Packaging Technology*, Blackwell Publishing 2003.
- [11] Debevere J. M., Voets J. P., *Influence of packaging materials on quality of fresh poultry*, British Poultry Science 1973, 14, 17, 22.
- [12] Kraft A.A., Reddy K.V., Hasiak R.J., Lind K.D., Galloway D.E., *Microbiological quality of vacuum packaged poultry with or without chlorine treatment*, J. Food Sci. 1982, 47, 380, 385.
- [13] Dawson P.L., Han I.Y., Voller L.M., Clardy C.B., Martinez R.M. Acton J.C., *Film oxygen transmission rate effects in ground chicken meat quality*, Poultry Science 1995, 74, s. 1381, 1387.
- [14] Tsou, M. J., Han I.Y., Dawson P.L., Acton J.C., *Effects of the oxygen transmission rate of packaging films on the growth profile of spoilage bacteria and the sensory odor score of vacuum packaged fresh chicken*, Proc. of the XIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat 1997, September, Poznań, Poland, 518, 522.
- [15] Kartika S., Candogan K., Grimes L. W., Acton J.C., *Rinse treatment and oxygen barrier properties of films for improving quality retention in vacuum-skin packaged fresh chicken*, J. Food Sci. 2003, 68 (5), 1762, 1765.
- [16] Acton J.C., Kartika S., Bouster A., Dawson P., *Packaging systems: effects on poultry product colour and other quality factors*, XII Europ. Poul. Con. 2006, 10-14 September, Verona, Italy (on CD).
- [17] Barnes E.M., Impey C.S., Griffiths N.M., *The spoilage flora and shelf life of duck carcasses stored at 2 or -1°C in oxygen-permeable or oxygen impermeable film*, British Poultry Science 1979, 20, 491, 500.
- [18] Pettersen M.K., Mielnik M.B., Eie T., Skrede G., Nilsson A., *Lipid oxidation in frozen, mechanically deboned turkey meat as affected by packaging parameters and storage conditions*, Poultry Science 2004, 83, 1240, 1248.
- [19] Newton K.G., Rigg W.J., *The effect of film permeability on the storage life and microbiology of vacuum packed meat*, J. App. Bact. 1979, 47, 433, 441.
- [20] Hess E., Ruosch W., Breer C., *Verfahren zur Verlängerung der Haltbarkeit von verpacktem Frischfleisch*, Fleischwirtschaft 1980, 60(8), 1448, 1460.
- [21] Egan A.F., Shay B.J., *Significance of Lactobacilli and film permeability in the spoilage of vacuum packaged beef*, J. Food Sci. 1982, 47, 1119, 1126.
- [22] Tsigarida E., Nychas G.J.E., *Ecophysiological attributes of a Lactobacillus sp. and a Pseudomonas sp. on sterile beef filets in relation to storage temperature and film permeability*, J. App. Microb. 2001, 90, 696, 705.
- [23] Clausen I., *Sensory evaluation of beef loin steaks stored in different atmospheres*, 50th ICoMST, Helsinki 2004 377, 380.
- [24] Montgomery J.L., Parrish F.C., Olson D.G., Dickson J.S., Niebuhr S., *Storage and packaging effects on sensory and color characteristics of ground beef*, Meat Sci. 2003, 64, 357, 363.
- [25] Beggan M., Allen P., Butler F. *Shelf-life of retail beef muscles following storage in a low oxygen environment*, J. Muscle Foods 2004, 15, 269, 285.
- [26] Pfeiffer T., Menner M., *Schutzgas-Verpackung für SB-Frischfleisch. Veränderungen der Gasatmosphäre während der Lagerung*, Fleischwirtschaft 1999, 12, 79-84.

THE INFLUENCE OF THE PACKAGING FILM OXYGEN TRANSMISSION RATE ON THE QUALITY OF MEAT, WITH PARTICULAR CONCERN TO POULTRY MEAT. A REVIEW

Summary: In this paper based on literature overview the effects of the packaging film oxygen transmission rate on the quality attributes of fresh chilled meat were reported. The oxygen transmission rate was shown to have an important effect on the quality and shelf life of stored meat. Research has affirmed that the oxygen transmission rate of packaging material has a significant effect on: total counts of bacteria, counts of: *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, and psychrotrophic bacteria, storage time, sensory evaluation of the colour, parameters of colour a^* (redness), and C^* (chroma). The authors have shown the oxygen transmission rate does not have a significant effect on: counts of *Lactobacillus*, parameters of colour L^* (lightness), b^* (yellowness), h° (hue angle), sensory evaluation of tenderness and juiciness of meat. The authors opinions regarding the oxygen transmission rate on the sensory evaluation of odour are significantly different. These differences may result from the fact, that the authors identify film barrier properties only with the oxygen transmission rate for packaging material but do not include the transmission of moisture vapour and another gases.

Keywords: meat, oxygen transmission rate, packaging material.