

MARIUSZ RUDY, JACEK ZIN, ELŹBIETA GŁODEK

### **Wpływ składu modyfikowanej atmosfery na trwałość mięsa i wędlin podczas chłodniczego przechowywania**

The influence of the composition of modified atmosphere on durability of meat  
and cold meat during cooling storage

**Streszczenie.** Pakowanie mięsa i jego przetworów w folię barierową i w modyfikowanej atmosferze gazów przedłuża okres przechowywania wszystkich badanych gatunków mięsa oraz wędlin. Najdłużej produkty te zachowywały swoją świeżość podczas przechowywania w 100% CO<sub>2</sub> i 80% O<sub>2</sub>. Obniżenie temperatury przechowalniczej z 12°C do 4°C wydłuża ten okres przeciętnie o 1 tydzień.

**Słowa kluczowe:** mięso, modyfikowana atmosfera, chłodnicze przechowywanie

#### WSTĘP

Rozrastająca się sieć hipermarketów zmienia strukturę popytu i podaży na mięso i jego przetwory. Zmieniające się trendy dotyczą zarówno porcji hurtowych (około 5 kg), jak i porcji typowo konsumenckich (około 1 kg). Podobnie jak w krajach Europy Zachodniej sklepy te odchodzą od rozbioru na zapleczu i sprzedaży w nietrwałych opakowaniach. Zamawiają obecnie mięso porcjowane i zapakowane w sposób trwały u producenta i to zarówno w postaci opakowań hurtowych, jak i konsumenckich. Najnowsze badania wykazały istotny wzrost zysku dla supermarketów, które rezygnując z rozbioru na zapleczu, sprzedają mięso zapakowane bezpośrednio przez producenta. W związku z tym zakłady mięsne będą zmuszone do przejścia na taką technologię, która zapewni dłuższą trwałość dostarczanego surowca oraz wędlin w czasie transportu, magazynowania i sprzedaży [Kondratowicz 2000, Pikul 2001a].

Zatem koniecznością staje się wykorzystanie nowoczesnych metod pakowania w folie barierowe w modyfikowanej i kontrolowanej atmosferze. Ponadto klient, dokonując zakupu, powinien mieć możliwość wyboru produktów zapakowanych różnymi metodami.

Zwykle kieruje się on takimi kryteriami, jak: wygląd, barwa, konsystencja i świeżość. Aby mięso posiadało wysokie walory wymienionych cech, powinno być opakowane w folię barierową, opakowane próżniowo lub opakowane w folię w modyfikowanej atmosferze gazów (MAP).

Pierwsza z wymienionych metod, tzn. opakowanie mięsa na tacce EPS zawiniętego w folię, nie odpowiada już dzisiejszym wymaganiom. Wadami w tym wypadku są: brak bariery gazowej, krótkie terminy przydatności oraz brak hermetycznego zamknięcia.

Druga metoda (opakowanie próżniowe) stanowi dobrą ochronę i zabezpiecza mięso przed wysychaniem, utlenianiem oraz utratą i mieszaniami aromatów. Pozwala także przechowywać je przez wielokrotnie dłuższy okres niż w opakowaniach tradycyjnych.

Trzecia metoda (MAP) według wielu doniesień wyraźnie wydłuża okres przydatności produktów do spożycia, zapewnia utrzymanie naturalnego kształtu i barwy oraz zwiększa estetykę towaru [Kondratowicz 2000, 2001, Rudhard 2000].

Dodatkowo materiały reklamowe wielu firm zaopatrujących zakłady mięsne w gazy zwracają uwagę na następujące korzyści tej metody: możliwość zwiększenia sprzedaży przy stale rosnącym zapotrzebowaniu na żywność wysokiej jakości, z naturalnie przedłużoną trwałością bez udziału konserwantów; zwiększoną dostępność świeżej żywności dla konsumentów, redukcję kosztów transportu w związku z mniejszą częstotliwością dostaw, higieniczne i hermetyczne opakowanie produktu spożywczego, zmniejszenie zwrotu popsutej żywności, możliwość lepszego planowania produkcji i dystrybucji,

Pakowanie mięsa i jego przetworów w zmodyfikowanej atmosferze gazowej (MAP) polega na zmianie składu atmosfery (lub zastąpieniu próżni) wokół produktu odpowiednio dobraną mieszaniną gazową. Zabiegu tego dokonuje się na specjalnych maszynach typu komorowego, które muszą mieć wbudowaną w układ instalację gazową. Gazami, które wykorzystuje się do tego celu, są dwutlenek węgla ( $\text{CO}_2$ ), azot ( $\text{N}_2$ ) i tlen ( $\text{O}_2$ ).

Dwutlenek węgla działa hamująco na rozwój bakterii wybitnie tlenowych, drożdży i pleśni. Jednak nie wykazuje takich właściwości w stosunku do bakterii fermentacji mlekowej i bakterii beztlenowych. Prowadzone badania wykazały, że jest skuteczny w stosunku do wierzchniej warstwy i w niskiej temperaturze, bliskiej  $0^\circ\text{C}$ . Jego wpływ jest tym silniejszy, im wyższe jest stężenie i im niższa jest temperatura pakowanego produktu.  $\text{CO}_2$  zwykle rozpuszcza się w fazie wodnej mięsa i obniża pH. Wchodzi w połączenia z enzymami drobnoustrojów, powodując ich inaktywację. W zależności od gatunku mięsa i rodzaju wędliny stosujemy go w stężeniach od 20 do 100% objętości.

Azot jest gazem obojętnym i stanowi doskonałe wypełnienie opakowania foliowego. Słabo rozpuszcza się w wodzie i tłuszczu, ale nie działa bakteriostatycznie. Poprawia barwę mięsa i chroni tłuszcz przed utlenieniem.

Tlen jest środkiem bakteriologicznym jedynie dla drobnoustrojów znajdujących się w powietrzu. Natomiast jeśli występują we wnętrzu, to działanie bakteriologiczne tego gazu ulega znacznemu zmniejszeniu. Tlen przyspiesza jełczenie tłuszczów, a nawet przy dłuższym przechowywaniu i większym stężeniu może pogorszyć barwę mięsa. Często zaleca się jego stosowanie do pakowania niektórych elementów drobiowych [Pikul 2001b, Znamirowska i Zin 2003].

Pakowanie mięsa w modyfikowanej atmosferze gazów jest szeroko stosowane w Europie Zachodniej i USA oraz zaczyna coraz częściej być wykorzystywane w naszym kraju. Proponowane przez poszczególne firmy mieszaniny gazów są różne do poszczególnych gatunków mięsa. Natomiast przewidywany okres trwałości wydłuża się według

nich o kilka lub kilkanaście dni w zależności od technologii przetwórczej i asortymentu wędlin [Kozioł i Gazda 2000].

Celem badań była analiza skuteczności działania różnych gazów na trwałość mięsa i wędlin pakowanych w modyfikowanej atmosferze.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Katedrze Przetwórstwa i Towaroznawstwa Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego i w Zakładzie Mięsnym „Smak” w Górnym k. Rzeszowa. Eksperyment polegał na przechowywaniu mięsa różnych gatunków zwierząt (drobiowego, wieprzowego, wołowego i koniny) oraz wędlin w opakowaniach foliowych, w których wytworzono atmosferę o następującym składzie:

- a) CO<sub>2</sub> – 100%,
- b) CO<sub>2</sub> – 60%, N<sub>2</sub> – 40%,
- c) CO<sub>2</sub> – 30%, N<sub>2</sub> – 70%,
- d) CO<sub>2</sub> – 20%, O<sub>2</sub> – 80%,
- e) próżnia,
- f) powietrze atmosferyczne.

Dla porównania przechowywano również próbki (jako tzw. grupę kontrolną) w powietrzu atmosferycznym, pozostawiając je na tacce. Każda próbka (24 szt. dla poszczególnych rodzajów mięsa i wędlin) ważyła od 0,5 kg do 1 kg i po zapakowaniu metodą MAP była przechowywana w temperaturze 0–4°C (po 12 szt.) oraz 10–12°C (po 12 szt.). W odpowiednich odstępach czasowych (co 2–4 dni) otwierano po jednej próbce poszczególnych gatunków mięsa i wędlin i oceniano organoleptycznie jego przydatność spożywczą, tj. świeżość, barwę, zapach oraz konsystencję. Wyniki badań przedstawiono w tabelach 1 i 2.

#### OMÓWIENIE WYNIKÓW

Ogólna analiza uzyskanych wyników potwierdza wcześniejsze doniesienia literaturowe, wskazując, iż trwałość mięsa opakowanego w atmosferze gazów uzależniona jest od gatunku zwierzęcia oraz rodzaju i stopnia rozdrobnienia mięśni. Trwałość mięsa uzależniona jest również od temperatury, w jakiej były przechowywane próbki (porównanie tab. 1 i 2).

Uzyskane wyniki wskazują, że oceniane porcje mięsa i wędlin najdłużej zachowywały przydatność do spożycia podczas przechowywania w 100% CO<sub>2</sub>, bez względu na temperaturę, a ich okres świeżości zwiększył się o 20–25 dni w porównaniu z przechowywanymi atmosferycznie. Najlepsze wyniki uzyskano podczas przechowywania koniny, która najdłużej zachowała swoją pierwotną barwę i konsystencję, a nawet obserwowano poprawę jej kruchości. Jeszcze lepsze rezultaty uzyskano w przypadku panierowanej wieprzowiny czy wołowiny, które to produkty zachowały bardzo długo zapach dodanych przypraw. Spośród ocenianych wędlin najdłużej w dwutlenku węgla zachowała swoją przydatność do spożycia kiełbasa głogowska, która zaliczana jest do produktów lekko podsuszonych. Inne wędliny, w tym również podrobowe, dały dobre rezultaty. Okres trwałości wynosił 27–29 dni dla paszтетowej i salcesonu, co należy uznać za zadowalają-

ce. Przeprowadzone próby w CO<sub>2</sub> jednak wykazały wyraźną wadę tej metody, tzn. wszystkie gatunki mięsa i przetworów po wyjęciu z opakowania foliowego posiadały lekko kwaskowaty zapach, który zanikał po 1–2 godzinach. Dalsze przechowywanie próbek przez następnych kilkanaście dni w tym gazie powodowało nasilenie się wymienionego zapachu oraz pociemnienie barwy mięsa na powierzchni. Ponadto stwierdzono, że zastosowanie kontrolowanej atmosfery przy użyciu 100% CO<sub>2</sub> i obniżeniu temperatury z 12°C do 4°C powoduje wydłużenie okresu przydatności do spożycia badanego mięsa i wędlin o około 1 tydzień. Niektórzy autorzy [Nissen i in. 1996, Skandamis i Nychas 2002] stwierdzają, że pakowanie próżniowe mięsa i jego wyrobów zawsze wydłuża termin przydatności do spożycia, ale efekt końcowy zależy od higieny i temperatury przechowywania.

Tabela 1. Okres przechowywania w temperaturze 4°C badanych gatunków mięsa i wędlin, dni  
Table 1. Period of storage (temperatures 4°C) for various types of meat and cold meat, days

Gatunek mięsa, wędliny Kind of meat, cold meat	Powietrze Air	Próżnia Vacuum	100% CO <sub>2</sub>	60% CO <sub>2</sub> , 40% N <sub>2</sub>	30% CO <sub>2</sub> , 70% N <sub>2</sub>	20% CO <sub>2</sub> , 80% O <sub>2</sub>
Wieprzowina – Pork	4	14	20	12	11	9
Wołowina – Beef	4	20	28	20	15	12
Konina – Horse meat	6	26	39	23	18	16
Mięso drobiowe – Poultry meat	3	18	26	20	14	12
Wieprzowina panierowana Coated pork	7	25	30	23	21	18
Wołowina panierowana Coated beef	10	29	35	31	26	17
Boczek – Bacon	11	28	35	31	26	17
Wątroba wieprzowa – Pork liver	3	4	6	5	4	4
Pasztet – Pie	6	11	27	18	16	9
Salceson – Brawn	8	21	29	27	14	9
Kiełbasa parówkowa Hot-dog sausage	9	27	31	27	25	21
Kiełbasa głogowska 'Głogow' sausage	12	61	95	88	72	45
Mięso mielone wieprzowe Pork minced meat	4	7	9	8	7	6
Mięso mielone wołowe Beef minced meat	5	7	11	9	8	6

Opisywane w niniejszej pracy mięso i wędliny, które były przechowywane w warunkach próżniowych, również wykazały się dużą trwałością, nawet większą niż produkty zapakowane w innych gazach. Na przykład wieprzowina i wołowina panierowana czy boczek były przydatne do spożycia nawet po 4 tygodniach, a kiełbasa głogowska nawet po 9 tygodniach. Natomiast mięso surowe było oceniane negatywnie dużo wcześniej, ponieważ obkurczanie folii powodowało wyciskanie soku z tkanki mięśniowej. Rozpuszczone w nim barwniki hemowe i różne białka mięsa nie były chronione przed utlenieniem przez inne składniki występujące w mięsie. W konsekwencji wyciek stawał się mętny i ciemniał wraz z wydłużaniem się czasu przechowywania. Wygląd takich opakowań był niewłaściwy i nieestetyczny oraz wskazywał na przebieg destrukcyjnych procesów, mimo że mięso nie wykazywało jeszcze cech surowca nieświeżego.

Niekorzystne rezultaty przechowalnicze odnotowano również przy zastosowaniu atmosfery o składzie 20% CO<sub>2</sub> i 80% O<sub>2</sub>. W tym przypadku mięso i wędliny wykazywały tylko dwukrotnie większą trwałość w porównaniu z przetrzymywanymi bez opakowania w folię (grupa kontrolna). Mięso wieprzowe, na które niekorzystny wpływ mają warunki tlenowe, zapakowane w tej mieszaninie gazowej zachowywało najkrócej właściwości świeżego mięsa, bo tylko 9 dni. Na przykład Olszewski [2002] zaleca, aby kiełbasy parzone zarówno średnio rozdrobnione (mielonka), jak i drobno rozdrobnione (salami) pakowane próżniowo były magazynowane w warunkach chłodniczych nie dłużej niż 12–14 dni. Danyluk i in. [2004] wnioskuje, że należy skrócić deklarowany obecnie 3-tygodniowy czas trwałości wędlin pakowanych próżniowo.

Tabela 2. Okres przechowywania w temperaturze 12°C badanych gatunków mięsa i wędlin, dni  
Table 2. Period of storage (temperatures 12°C) for various types of meat and cold meat, days

Gatunek mięsa, wędliny Kind of meat, cold meat	Powietrze Air	Próżnia Vacuum	100% CO <sub>2</sub>	60% CO <sub>2</sub> , 40% N <sub>2</sub>	30% CO <sub>2</sub> , 70% N <sub>2</sub>	20% CO <sub>2</sub> , 80% O <sub>2</sub>
Wieprzowina – Pork	3	10	14	10	7	6
Wołowina – Beef	3	17	20	16	14	10
Konina – Horse meat	5	20	31	20	17	13
Mięso drobiowe – Poultry meat	2	9	17	15	11	9
Wieprzowina panierowana Coated pork	6	9	17	15	11	9
Wołowina panierowana Coated beef	8	24	33	28	23	16
Boczek – Bacon	7	26	34	31	24	21
Wątroba wieprzowa – Pork liver	3	4	5	5	4	4
Paszтет – Pie	5	10	26	17	14	9
Salceson – Brown	5	17	26	18	13	12
Kiełbasa parówkowa Hot-dog sausage	6	24	29	26	22	18
Kiełbasa głogowska 'Głogow' sausage	9	58	90	81	67	45
Mięso mielone wieprzowe Pork minced meat	4	6	8	7	6	5
Mięso mielone wołowe Beef minced meat	4	7	10	8	7	5

Podsumowując obserwacje poczynione podczas niniejszego doświadczenia, trzeba stwierdzić, że procesu przechowywania mięsa w atmosferze gazów modyfikowanych nie należy przeprowadzać: kiedy mięso ma większe pH aniżeli 5,8; jest przyciemnione, oślizgłe, przetrzymane w nieopakowanym stanie przez 3–4 dni; źle schłodzone; gdy w pomieszczeniu, w którym pakujemy, jest duża wilgotność i temperatura powyżej 12°C; kiedy stan higieniczny opakowań i urządzeń jest wątpliwy.

Ponadto skład mieszaniny gazowej powinien być dostosowany do ściśle określonego gatunku mięsa i rodzaju wędliny z uwzględnieniem przewidywanych warunków temperaturowych podczas przechowywania i dystrybucji.

## WNIOSKI

1. Badane gatunki mięsa zwierząt rzeźnych i drobiu oraz wędlin przechowywane w różnych mieszkach gazowych najdłużej zachowywały świeżość w atmosferze 100% CO<sub>2</sub>.
2. Mieszanki gazów (60% CO<sub>2</sub> i 40% N<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub> i 70% N<sub>2</sub>, 20% CO<sub>2</sub> i 80% O<sub>2</sub>) wykazały się mniejszą przydatnością do pakowania mięsa i jego przetworów metodą MAP.
3. Stwierdzono, że mięso i wędliny opakowane próżniowo zachowywały o 2–3 tygodnie dłuższą trwałość niż pakowane z zastosowaniem mieszaniny gazów.
4. Wykazano, że obniżenie temperatury w pomieszczeniu z 12°C do 4°C podczas przechowywania przedłuża okres trwałości mięsa i wędlin przeciętnie o 1 tydzień.

## PIŚMIENNICTWO

- Danyluk B., Gajewska-Szczerbal H., Pyrcz J., Kowalski J. 2004. Trwałość mikrobiologiczna wędlin pakowanych próżniowo. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 3 (2), 37–44.
- Kondratowicz J. 2001. Nowe technologie zastosowania skroplonego azotu w przemyśle spożywczym. *Chłodnictwo*, 36, 12, 42.
- Kondratowicz J. 2000. Wykorzystanie niskich temperatur w konserwacji produktów żywnościowych. *Chłodnictwo*, 35, 6, 32.
- Kozioł J., Gazda W. 2000. Efekty ekonomiczne związane ze sposobem schładzania i zamrażania mięsa wołowego. *Chłodnictwo*, 35, 11, 30.
- Nissen H., Sørheim O., Dainty R. 1996. Effects of vacuum, modified atmospheres and storage temperature on the microbial flora of packaged beef. *Food Microbiol.* 13, 183–191.
- Olszewski A. 2002. *Technologia przetwórstwa mięsa*. WNT Warszawa.
- Pikul J. 2001a. Pakowanie i przechowywanie schłodzonego mięsa. *Chłodnictwo*, 36, 10, 30.
- Pikul J. 2001b. Rola modyfikowanej oraz kontrolowanej atmosfery w przechowywaniu schłodzonego mięsa. *Chłodnictwo*, 36, 8–9, 78.
- Rudhard H. 2000. *Pakowanie i przechowywanie świeżego mięsa w atmosferze kontrolowanej*. *Anwendungstechnische Blätter, Monachium*, 76.
- Skandamis P.N., Nychas G.E. 2002. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *Inter. J. Food Microbiol.* 79, 35–45.
- Znamirowska A., Zin M. 2003. Historia konserwowania mięsa, cz. II. *Gosp. Mięś.*, 2, 34.

**Summary.** Packaging meat and its products in protective foils in an environment of modified gas composition increases the storage life of all meat as well as various pork-butcher's meat types tested. The longest period the products maintained their freshness was when stored in 100% CO<sub>2</sub> and 80% O<sub>2</sub>. Reducing the storage temperature from 12°C to 4°C prolonged this period by about a week.

**Key words:** meat, modified atmosphere, cooking storage