

Marek Cierach, Małgorzata Stasiewicz  
Katedra Technologii i Chemii Mięsa,  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

## ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI HYDRATACYJNYCH I OKSYDACYJNYCH PRZETWORÓW MIĘSNYCH PRZECHOWYWANYCH W ATMOSFERZE MODYFIKOWANEJ

### Streszczenie

Badano wpływ przechowywania przetworów mięsnych w atmosferze modyfikowanej na zmiany ich właściwości hydratacyjnych i oksydację lipidów. Kiełbasę grubo rozdrobnioną i drobno rozdrobnioną pakowano w atmosferze modyfikowanej o następującym składzie: próżnia; 50% N<sub>2</sub>, 50% CO<sub>2</sub>; 80% N<sub>2</sub>, 20% CO<sub>2</sub>; 20% N<sub>2</sub>, 80% CO<sub>2</sub>. Wykazano, że przechowywanie przetworów mięsnych w atmosferze gazów ochronnych zmniejsza ilość wycieku swobodnego, następuje większy spadek wartości pH w atmosferze o większej zawartości dwutlenku węgla. Stwierdzono, że rodzaj użytej atmosfery w czasie przechowywania nie miał istotnego wpływu na zmiany oksydacyjne wyrażone ilością aldehydu malonowego.

**Słowa kluczowe:** przetwory mięsne, przechowywanie, atmosfera modyfikowana, pH, oksydacja lipidów, wyciek swobodny

### Wykaz oznaczeń

- P – próżnia,
- A1 – atmosfera o składzie 50% N<sub>2</sub>, 50% CO<sub>2</sub>,
- A2 – atmosfera o składzie 80% N<sub>2</sub>, 20% CO<sub>2</sub>,
- A3 – atmosfera o składzie 20% N<sub>2</sub>, 80% CO<sub>2</sub>,
- K. Gr. – kiełbasa grubo rozdrobniona
- K. Dr. – kiełbasa drobno rozdrobniona

### Wstęp

W większości produktów spożywczych woda jest jednym z głównych składników określających ich jakość, wartość odżywczą i przydatność przechowalniczą.

W przetworach mięsnych woda występuje jako tzw. woda wolna i woda związana. Woda wolna znajduje się w produktach jako rozpuszczalnik substancji organicznych i mineralnych, wypełnia wolne przestrzenie i nie podlega zjawiskom kapilarnym. Woda związana może występować w produkcie jako: woda higroskopijna, kapilarna, krystaliczna lub konstytucyjna [Krełowska- Kułas 1993]. Przetwory mięsne mogą podlegać wielu zmianom: biochemicznym, mikrobiologicznym, chemicznym, fizycznym. Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na te zmiany są: temperatura, ciśnienie cząsteczkowe tlenu, pH, wilgotność względna powietrza i światło. Znając  $a_w$  i pH produktu można przewidywać jego trwałość dla danej temp. przechowywania [Pikul 2002]. Oksydacja lipidów jest głównym czynnikiem oddziałującym na smak, zapach, barwę, teksturę, wartość odżywczą i bezpieczeństwo zdrowotne przetworów mięsnych. Utlenianie lipidów, może zostać zahamowane przez zmniejszenie zawartości tlenu podczas pakowania produktów mięsnych. Stosuje się pakowanie w atmosferze modyfikowanej i odpowiednie opakowania o niskiej przepuszczalności dla tlenu [Zumalacarregui i wsp. 2000]. Pakowanie w atmosferze modyfikowanej jest rozszerzeniem stosowanego od dawna systemu pakowania próżniowego. Polega na procentowej zmianie składu atmosfery w stosunku do powietrza atmosferycznego. Pakowanie w mieszaninie gazów w porównaniu do pakowania próżniowego zapewnia lepsze zabezpieczenie jakości, umożliwia uzyskanie dłuższych okresów trwałości wielu produktów [Czerński 1998]. Przy doborze mieszanin gazowych brane są pod uwagę właściwości produktów, skład chemiczny, sposób obróbki [Szpurka 1997].

Celem pracy było określenie wpływu pakowania przetworów mięsnych w atmosferze modyfikowanej na zmiany właściwości hydratacyjnych i oksydacyjnych podczas chłodniczego przechowywania.

### **Materiał badawczy**

Materiałem badawczym były kielbasy parzone o różnym rozdrobnieniu: grubo rozdrobniona (kielbasa szynkowa), drobno rozdrobniona (parówki). Kielbasę po 24 godzinnym wychłodzeniu w temp. ok. 4°C pakowano w atmosferze modyfikowanej o następującym składzie: próżnia, 50% N<sub>2</sub>, 50% CO<sub>2</sub>; 80% N<sub>2</sub>, 20% CO<sub>2</sub>; 20% N<sub>2</sub>, 80% CO<sub>2</sub>. Próbkę przechowywano w temp. ok. 4°C przez okres 15 dni. Oznaczenia prowadzono co 3 dni (0, 3, 6, 9, 12, 15). Pakowanie wykonano za pomocą pakowarki Multivac A300. Badania przeprowadzono w czterech powtórzeniach.

### **Metody oceny jakości**

Jakość przechowywanych przetworów mięsnych oceniano na podstawie wyników następujących oznaczeń:

- pH, za pomocą pH- metru 340/ION-SET, elektroda kombinowana SenTix 21;
- zawartość aldehydu malonowego, jako wskaźnik stopnia utleniania lipidów, oznaczono zmodyfikowaną metodą Saliha i wyrażono jako liczbę TBA w mg aldehydu malonowego na 1 g próbki [Pikul 1993, Krełowska – Kułas 1993];
- ilość wycieku swobodnego- obliczono z różnicy mas (masa produktu świeżego łącznie z woreczkiem - masa produktu i woreczka po otwarciu opakowania i osuszeniu) [Pikul 1993].

Otrzymane wyniki opracowano statystycznie. Do porównania średnich wykorzystano test Duncana. Obliczenia wykonano przy wykorzystaniu programu komputerowego Statistica 6.0 PL.

## Omówienie wyników

### Zmiany wartości pH

Początkowe wartości pH kiełbas doświadczalnych były zbliżone i wynosiły: w kiełbasie grubo rozdrobnionej- 6,37, w kiełbasie drobno rozdrobnionej- 6,34 (tab. 1).

Tabela 1. Zmiany wartości pH w czasie przechowywania kiełbas doświadczalnych  
Table 1. Changes of pH values during experimental sausages storage

Rodzaj kiełbasy	Rodzaj pakowania	czas przechowywania [dni]					
		0	3	6	9	12	15
K. Gr.	P	6,37 <sup>Aa</sup>	6,36 <sup>Aa</sup>	6,35 <sup>Aa</sup>	6,40 <sup>Aa</sup>	6,37 <sup>Aa</sup>	6,33 <sup>Aa</sup>
	A1	6,37 <sup>Aa</sup>	6,34 <sup>Aa</sup>	6,35 <sup>Aa</sup>	6,36 <sup>Aab</sup>	6,34 <sup>Aa</sup>	6,31 <sup>Aa</sup>
	A2	6,37 <sup>Aa</sup>	6,32 <sup>Aa</sup>	6,34 <sup>Aa</sup>	6,37 <sup>Aab</sup>	6,35 <sup>Aa</sup>	6,35 <sup>Aa</sup>
	A3	6,37 <sup>Aa</sup>	6,32 <sup>Aa</sup>	6,32 <sup>Aa</sup>	6,33 <sup>Ab</sup>	6,34 <sup>Aa</sup>	6,31 <sup>Aa</sup>
K. Dr.	P	6,34 <sup>Aa</sup>	6,30 <sup>Aa</sup>	6,30 <sup>Aa</sup>	6,34 <sup>Aa</sup>	6,32 <sup>Aa</sup>	6,25 <sup>Aa</sup>
	A1	6,34 <sup>Aa</sup>	6,32 <sup>Aa</sup>	6,28 <sup>Aa</sup>	6,29 <sup>Aa</sup>	6,29 <sup>Aa</sup>	6,16 <sup>Aa</sup>
	A2	6,34 <sup>Aa</sup>	6,30 <sup>Aa</sup>	6,29 <sup>Aa</sup>	6,33 <sup>Aa</sup>	6,33 <sup>Aa</sup>	6,36 <sup>Aa</sup>
	A3	6,34 <sup>Aa</sup>	6,24 <sup>Aa</sup>	6,29 <sup>Aa</sup>	6,30 <sup>Aa</sup>	6,25 <sup>Aa</sup>	6,32 <sup>Aa</sup>

A- wartości średnie oznaczone w wierszach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<0,05)  
a, b- wartości średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<0,05)

W miarę upływu czasu przechowywania stwierdzono niewielką tendencję spadkową wartości pH. Po zakończeniu przechowywania wartości pH kiełbas doświadczalnych mieściły się w przedziale; dla kiełbasy grubo rozdrobnionej od 6,35

do 6,31, dla kiełbasy drobno rozdrobnionej od 6,36 do 6,16. Kiełbasa drobno rozdrobniona charakteryzowała się niższymi wartościami pH niż kiełbasa grubo rozdrobniona. Zaobserwowane zmiany wartości pH kiełbas przechowywanych w atmosferze modyfikowanej były niewielkie i zależały od rodzaju użytej atmosfery. Większy spadek wartości pH był w atmosferze modyfikowanej o dużej zawartości CO<sub>2</sub>. Otrzymane zmiany wartości pH są zgodne z wynikami badań wcześniej przeprowadzonymi przez Oddvin i in. [2004]. Przechowywanie przetworów mięsnych w atmosferze modyfikowanej hamuje szybkość zmian wartości pH i dzięki temu przedłuża trwałość wyrobów mięsnych.

### Zmiany zawartości aldehydu malonowego

W początkowym okresie przechowywania zawartość aldehydu malonowego w kiełbasie grubo rozdrobnionej wynosiła 1,41 mg/g, w kiełbasie drobno rozdrobnionej 1,71 mg/g (tab. 2). W dalszym etapie przechowywania zaobserwowano stopniowy wzrost wartości testu TBA w badanych próbkach. Po 9 dniach przechowywania nastąpił spadek wartości testu TBA we wszystkich analizowanych próbkach. W końcowym etapie przechowywania wartości testu TBA w badanych wyrobach przechowywanych próżniowo wzrastały podobnie jak w wyrobach przechowywanych w mieszaninie gazów. Po 15 dniach przechowywania uzyskano najmniejszą zawartość aldehydu malonowego w opakowaniu z atmosferą modyfikowaną A2- 1,75 mg/g w kiełbasie grubo rozdrobnionej i 1,93 mg/g w kiełbasie drobno rozdrobnionej. Wartości testu TBA przetworów zapakowanych w pozostałych atmosferach były podobne.

Tabela 2. Zmiany zawartości aldehydu malonowego w czasie przechowywania kiełbas doświadczalnych (mg/ g)

Table 2. Changes of malonaldehyde values during experimental sausages storage (mg/ g)

Rodzaj kiełbasy	Rodzaj pakowania	czas przechowywania [dni]					
		0	3	6	9	12	15
K. Gr.	P	1,41 <sup>ACa</sup>	1,76 <sup>ABa</sup>	2,04 <sup>Ba</sup>	1,30 <sup>Ca</sup>	1,66 <sup>BCa</sup>	1,85 <sup>Ba</sup>
	A1	1,41 <sup>ACa</sup>	1,90 <sup>ABa</sup>	1,99 <sup>Ba</sup>	1,19 <sup>Ca</sup>	1,69 <sup>BCa</sup>	1,96 <sup>Ba</sup>
	A2	1,41 <sup>ACa</sup>	1,78 <sup>ABa</sup>	1,89 <sup>Ba</sup>	1,24 <sup>Ca</sup>	1,66 <sup>ABa</sup>	1,75 <sup>ABa</sup>
	A3	1,41 <sup>ABa</sup>	1,70 <sup>Aa</sup>	1,82 <sup>Aa</sup>	1,18 <sup>Ba</sup>	1,57 <sup>ABa</sup>	1,83 <sup>Aa</sup>
K. Dr.	P	1,71 <sup>ABa</sup>	2,08 <sup>ABa</sup>	2,33 <sup>Aa</sup>	1,43 <sup>Ba</sup>	2,06 <sup>ABa</sup>	2,24 <sup>Aa</sup>
	A1	1,71 <sup>ABa</sup>	1,97 <sup>ABa</sup>	2,33 <sup>Aa</sup>	1,49 <sup>Aa</sup>	1,82 <sup>ABa</sup>	2,03 <sup>ABa</sup>
	A2	1,71 <sup>ABa</sup>	2,00 <sup>Aa</sup>	1,78 <sup>Aa</sup>	1,30 <sup>Ba</sup>	1,83 <sup>Aa</sup>	1,93 <sup>Aa</sup>
	A3	1,71 <sup>Aa</sup>	1,99 <sup>Aa</sup>	2,07 <sup>Aa</sup>	1,17 <sup>Ba</sup>	1,79 <sup>Aa</sup>	2,01 <sup>Aa</sup>

A, B, C- wartości średnie oznaczone w wierszach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<0,05)  
a- wartości średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<05)

Kiełbasa drobno rozdrobniona charakteryzowała się większą zawartością aldehydu malonowego przez cały czas przechowywania we wszystkich rodzajach atmosfer. Kiełbasa ta zawierała w swym składzie surowcowym większą ilość tłuszczu (dodatek surowca tłuszczowego- 30%), niż kiełbasa grubo rozdrobniona (dodatek surowca tłuszczowego- 5%). Lin [2002] stwierdził, że pakowanie kiełbas w próżni było efektywniejsze w hamowaniu utleniania lipidów niż pakowanie kiełbas w atmosferze gazowej. Podobne obserwacje poczynił Zanardi i wsp. [2002]. W kiełbasie przechowywanej w atmosferze o większej zawartości dwutlenku węgla ilość aldehydu malonowego była nieznacznie mniejsza i wynosiła od 1,17 mg/g do 2,07 mg/g niż w kiełbasie przechowywanej w pozostałych dwóch atmosferach gazowych, w których zawartość aldehydu malonowego osiągnęła wartości od 1,19 mg/g do 2,33 mg/g. Różnice te były spowodowane tym, że dwutlenek węgla wykazuje działanie przeciw utleniające poprzez obniżenie potencjału redukująco-utleniającego produktu [Poliński 2004]. Uzyskane wyniki są zgodne z badaniami Cegielskiej i Pikula [2001].

### Zmiany wielkości wycieku soku mięsnego

Zaobserwowano, że ilość wycieku swobodnego zwiększała się w czasie przechowywania niezależnie od zastosowanej atmosfery modyfikowanej (tab. 3). Po 3 dniach przechowywania wyciek swobodny kiełbasy grubo rozdrobnionej był największy w opakowaniu próżniowym P- 1,30%, zaś najmniejszy w opakowaniu z atmosferą modyfikowaną A1 i A3 i wynosił 0,18%.

Tabela 3. Zmiany ubytku masy w czasie przechowywania kiełbas doświadczalnych (%)  
Table 3. Changes of drip loss during experimental sausages storage (%)

Rodzaj kiełbasy	Rodzaj pakowania	czas przechowywania [dni]				
		3	6	9	12	15
K. Gr.	P	1,30 <sup>Aa</sup>	1,60 <sup>Aa</sup>	1,83 <sup>Aa</sup>	1,85 <sup>Aa</sup>	1,94 <sup>Aa</sup>
	A1	0,18 <sup>Ab</sup>	0,23 <sup>ABb</sup>	0,22 <sup>ABb</sup>	0,25 <sup>ABb</sup>	0,34 <sup>Bb</sup>
	A2	0,27 <sup>Ab</sup>	0,22 <sup>Ab</sup>	0,28 <sup>Ab</sup>	0,27 <sup>Ab</sup>	0,26 <sup>Ab</sup>
	A3	0,18 <sup>Ab</sup>	0,20 <sup>Ab</sup>	0,17 <sup>Ab</sup>	0,21 <sup>Ab</sup>	0,22 <sup>Ab</sup>
K. Dr.	P	1,51 <sup>Aa</sup>	1,73 <sup>Aa</sup>	1,81 <sup>Aa</sup>	1,88 <sup>Aa</sup>	2,06 <sup>Aa</sup>
	A1	0,41 <sup>Ab</sup>	0,31 <sup>Ab</sup>	0,32 <sup>Ab</sup>	0,28 <sup>Ab</sup>	0,30 <sup>Ab</sup>
	A2	0,39 <sup>Ab</sup>	0,34 <sup>Ab</sup>	0,31 <sup>Ab</sup>	0,34 <sup>Ab</sup>	0,36 <sup>Ab</sup>
	A3	0,33 <sup>Ab</sup>	0,26 <sup>Ab</sup>	0,30 <sup>Ab</sup>	0,30 <sup>Ab</sup>	0,27 <sup>Ab</sup>

A, B- wartości średnie oznaczone w wierszach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<0,05)

a- wartości średnie oznaczone w kolumnach różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<0,05)

W kiełbasie drobno rozdrobnionej wyciek soku mięsnego był największy w opakowaniu próżniowym i wynosił 1,51%, zaś najmniejszy w opakowaniu z atmosferą modyfikowaną A3- 0,33%. W pozostałych atmosferach wartości wycieku swobodnego były podobne. Przez cały czas przechowywania obserwowano tendencję wzrostową ubytku masy w badanych przetworach, za wyjątkiem próby A3 i A1 przy czym wzrost ubytku soku mięsnego był większy w kiełbasie przechowywanej w próżni. Po 15 dniach przechowywania uzyskano największy wyciek swobodny dla wyrobów przechowywanych w opakowaniu próżniowym to jest 2,06% w przypadku kiełbasy drobno rozdrobnionej i 1,94% dla kiełbasy grubo rozdrobnionej. Przetwory zapakowane w atmosferze gazów ochronnych charakteryzowały się zdecydowanie mniejszą ilością wycieku swobodnego po 15 dniach przechowywania. Nie stwierdzono zależności między zawartością CO<sub>2</sub> w atmosferze modyfikowanej użytej do pakowania, a ilością wycieku soku mięsnego. Czerniawski [1998] wykazał, że pakowanie przetworów mięsnych w atmosferze modyfikowanej zawierającej duże stężenie CO<sub>2</sub> może powodować większy wyciek soku mięsnego. Stwierdzone w niniejszej pracy zmiany ubytku masy są zgodne z wynikami badań wcześniej przeprowadzonymi [Krała 1998, Pikul 2001].

### **Wnioski**

1. Pakowanie przetworów mięsnych w atmosferze modyfikowanej jest korzystną metodą przechowywania, gdyż nie powoduje istotnych zmian wartości pH.
2. Im większa zawartość CO<sub>2</sub> w atmosferze modyfikowanej, tym mniejsza zawartość aldehydu malonowego, w badanych przetworach.
3. Pakowanie kiełbas w atmosferze gazów ochronnych korzystnie wpływa na ilość wycieku swobodnego praktycznie go eliminując.
4. W kiełbasach zapakowanych próżniowo zaobserwowano dużo większy wyciek swobodny niż w kiełbasach przechowywanych w atmosferze gazów ochronnych, wyciek ten był spowodowany działaniem wysokiego podciśnienia na produkt.

### **Bibliografia**

Cegielska-Radziejewska R., Pikul J. 2001. Effect of gas atmosphere, storage temperature and time on the quality and shelf-life of sliced poultry sausage. Arch. Geflügelk., (6), 65, s. 274-280.

Czerniawski B. 1998. Pakowanie mięsa i przetworów mięsnych próżniowe oraz w mieszaninie gazów. Mięso i Wędliny, 6, s. 26-30.

Krała L. 1998. Chłodnicze przechowywanie mięsa w pojemnikach próżniowych oraz w atmosferze o wysokiej zawartości tlenu. Chłodnictwo, 3, (33), s. 41-45.

Krełowska-Kułas M. 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. PWE-Warszawa.

Lin K. W., Lin S. N. 2002. Physicochemical properties and microbial stability of reduced -fat Chinese- style sausage stored under modified atmosphere systems. *J. Food Sci.*, 8, (67), s. 3184-3189.

Oddvin S., Ragni O., Per L. 2004. Effects of carbon dioxide on yield, texture and microstructure of cooked ground beef. *Meat Sci.*, 67, s. 231-236.

Pikul J. 1993. Ocena technologiczna surowców i produktów przemysłu drobiarskiego. Wyd. AR. Poznań.

Pikul J. 2001. Rola modyfikowanej oraz kontrolowanej atmosfery w przechowywaniu schłodzonego mięsa. *Chłodnictwo*, 8-9, (XXXVI), s. 78-84.

Pikul J. 2002. Pakowanie i przechowywanie schłodzonych produktów mięsnych w modyfikowanej atmosferze. *Chłodnictwo*, 1, (XXXVII), s. 36-41.

Poliński M. 2004. Gazy specjalne w pakowaniu żywności. *Ogólnopol. Inf. Mas.*, 8, s. 36-38.

Szpurka A. 1997. Nowoczesne metody pakowania żywności. *Mięso i Wędliny*, 5, s. 85-86.

Zanardi E., Dorigoni V., Badani A., Chizzolini R. 2002. Lipid and colour stability of Milano- type sausages: effect of parking conditions. *Meat Sci.*, 1, (61), s. 7-14.

Zumalacarregui J.M., Dominguez C., Mateo J. 2000. Oxidation of fat in meat products. *Alimentacion, - Equipos-y- Tecnologia*, 3, (19), s. 67-71.

**CHANGES OF THE HYDRATATION PROPERTIES  
AND LIPID OXIDATION OF MEAT PRODUCTS STORED  
IN MODIFIED ATMOSPHERE**

**Summary**

The influence of storing meat products in modified atmosphere on changes of the hydration properties and lipid oxidation was studied. Coarsely minced sausage and finely minced sausage were packed in modified atmosphere which had the following qualities: vacuum, 50% N<sub>2</sub>, 50% CO<sub>2</sub>; 80% N<sub>2</sub>, 20% CO<sub>2</sub>; 20% N<sub>2</sub>, 80% CO<sub>2</sub>. It was proved that storing meat products in the atmosphere of protective gases decreased the amount of drip loss, followed by a decrease in the pH values in the atmosphere of a higher carbon dioxide content. It was proved that the type of the atmosphere used in storing did not have any significant influence on the oxidation changes expressed by the amount malonaldehyde.

**Key words:** meat products, storing, modified atmosphere, pH, lipid oxidation, drip loss