

TADEUSZ SZMAŃKO, ZBIGNIEW DUDA, JAROSŁAW SZCZEPAŃSKI,  
EWA DWORECKA

**ZMIANY PRZECHOWALNICZE TŁUSZCZU ORAZ  
ZANIECZYSZCZENIE MIKROBIOLOGICZNE WĘDZONEK  
W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA**

**Streszczenie**

Oceniono zanieczyszczenie mikrobiologiczne oraz przechowalnicze zmiany tłuszczu wędzonek (szynka, baleron, boczek), magazynowanych w formie peklowanych półproduktów w temperaturze bliskiej krioskopowej (-3°C) przez 4 tygodnie i w temp. -18°C przez 4 i 8 tygodni. Po ukończeniu składowania półprzetwory wędzono i poddawano obróbce cieplnej. Materiał doświadczalny przechowywano również w formie wyrobów finalnych w wymienionych zakresach temperatury (-3°C, -18°C) przez 4 i 8 tygodni. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne produktów oceniano także po dodatkowym 7-dobowym przechowywaniu w chłodziarce (w temp. 3°C). W wędzonkach przechowywanych w temperaturze bliskiej krioskopowej i w stanie zamrożonym przez 4 i 8 tygodni, a następnie przez 7 dób w chłodziarce, nie stwierdzono obecności mikroflory chorobotwórczej. Ośmiotygodniowe przechowywanie szynki, baleronów i boczku w temperaturze bliskiej krioskopowej lub w stanie zamrożonym nie powodowało dyskwalifikującego zaawansowania zmian oksydacyjnych i hydrolitycznych tłuszczu międy mięśniowego.

**Słowa kluczowe:** wędzonki, przechowywanie, mikroflora, zmiany tłuszczu.

**Wstęp**

Wśród wyróżników jakości przetworów mięsnych wysoce znaczące są: wielkość zanieczyszczenia mikrobiologicznego oraz zaawansowanie zmian tłuszczu. Dotyczy to zarówno wyrobów po zakończeniu procesu ich wytwarzania, jak i poddanych przechowywaniu [1, 4, 7, 9, 23, 25, 26, 27]. Niewiele jest jednak danych źródłowych analizujących jakość przetworów na różnych etapach ich przetwarzania i/lub

---

przechowywania, zwłaszcza w stanie głęboko schłodzonym lub w warunkach zamrażalniczych [26, 27, 28]. Brak jest również danych literaturowych odnoszących się do trwałości przetworów mięsnych, przechowywanych w warunkach chłodziarek domowych, po uprzednim składowaniu zamrażalniczym lub w temperaturze bliskiej krioskopowej.

Celem badań była ocena stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego, zmian w tłuszczu międzymięśniowym, pH a także poziomu wolnych azotanów(III) i azotanów(V) wędzonek (szynka, baleron, boczek), przechowywanych w formie peklowanych półproduktów (P), w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$  przez 4 tygodnie lub w temp.  $-18^{\circ}\text{C}$  przez 4 i 8 tygodni, a także w formie produktów finalnych (F) w ww. zakresach temp. ( $-3^{\circ}\text{C}$ ,

$-18^{\circ}\text{C}$ ) przez okres 4 i 8 tygodni. Przetwory przechowywane w formie peklowanych półproduktów, po zakończeniu składowania, poddano wędzeniu i obróbce cieplnej. Jakość mikrobiologiczną wędzonek określano również po dodatkowym siedmiodniowym ich przechowywaniu w chłodziarce (w temp.  $+3^{\circ}\text{C}$ ).

### **Materiał i metody badań**

Materiałem doświadczalnym były wędzonki wyprodukowane w trzech szarżach produkcyjnych w warunkach przemysłowych (w zakładzie mięsnym na terenie Dolnego Śląska) z elementów wieprzowych: z mięśni szynki – szynka gotowana (S), z karkówki – baleron (B) z boczku – boczek wędzony (b). Średnia masa gotowych wyrobów wynosiła odpowiednio 2,2 kg (S); 1,5 kg (B) i 1,7 kg (b). Elementy do produkcji wędzonek pochodziły z tusz loszek i wieprzków rasy wbp o masie przedubojowej 110–120 kg. Do badań wykrawano elementy z tusz o pH<sub>45</sub> mięśnia najdłuższego klatki piersiowej, zmierzonym na wysokości ostatniego kręgu piersiowego, wynoszącym 6,3. Na przetwory przeznaczone do przechowywania w formie produktów finalnych (F) wykorzystywano elementy wykrojone z prawej półtuszy, a na peklowane półprodukty (P) z lewej. Proces produkcyjny wędzonek przebiegał w warunkach przemysłowych. Elementy nastrzykiwano solanką o składzie: woda – 85,5%; peklosól – 11,3%; polifosforany – 1,6%; sacharoza – 1,1%; azotan(III) sodu – 0,056%; glutaminian sodu – 0,224%; askorbinian sodu – 0,22%. Stosowano nastryk 20% solanki w stosunku do masy elementów. Nastryknięte mięśnie masowano przez 10 godz. w cyklu: 20 min – praca (4 obroty bębna masownicy, przy 95% próżni), 10 min – relaksacja (w warunkach ciśnienia atmosferycznego). Proces peklowania surowca grupy doświadczalnej P i F przebiegał w takim samym cyklu

produkcyjnym. Przetwory wędzono dymem o temp. 50°C przez 3 godz. Wszystkie wędzonki parzono w temp. 85°C do momentu uzyskania temp. 70°C w centrum geometrycznym przetworu. Następnie wyroby chłodzono pod natryskiem zimnej wody (o temp. 17°C) do temp. 25°C w centrum geometrycznym przetworu. Wychładzanie wędzonek kontynuowano w powietrzu o temp. 4°C przez 24 godz.

Materiał doświadczalny przechowywano, w formie przetworów finalnych (F) opakowanych w papier pergaminowy lub jako peklowane półprodukty (P), bez opakowania bezpośredniego. Opakowane i nieopakowane przetwory przechowywano w aluminiowych zamkniętych pojemnikach.

Przyjęto dwuetapowy okres przechowywania materiału doświadczalnego. W I etapie składowano go w temp. bliskiej krioskopowej (t.b.k.), tj.  $-3 \pm 0,5^\circ\text{C}$  lub w stanie zamrożonym ( $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ ), przez 4 tyg. (grupy doświadczalne: -3P4, -3F4, -18P4, -18F4) oraz przez 8 tyg. (grupy doświadczalne: -3F8, -18P8, -18F8).<sup>1)</sup> W każdej grupie doświadczalnej populację eksperymentalną stanowiło 9 przetworów. Po zakończeniu I okresu przechowywania składowane, zamrożone finalne przetwory i peklowane półprodukty rozmrażano w temp.  $3 \pm 1^\circ\text{C}$ . Peklowane półprodukty (P) wędzono i poddawano standardowej obróbce cieplnej, identycznie jak produkty finalne. Połowę każdego przetworu w obrębie poszczególnych grup doświadczalnych wykorzystywano do badań fizykochemicznych i mikrobiologicznych, a pozostałą pakowano indywidualnie w papier pergaminowy, umieszczano w chłodziarce w temp.  $3 \pm 1^\circ\text{C}$  i składowano przez 7 dób (II etap przechowywania), po czym ponownie badano poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego.

W pierwszym etapie doświadczenia (I) próbami odniesienia ( $K_I$ ) do przetworów przechowywanych było 9 wędzonek (w obrębie każdego sortymentu) wyprodukowanych w 3 szarżach produkcyjnych, w tym 3<sup>2)</sup> wyprodukowano z półproduktami przeznaczonymi do przechowywania (oceniono je po zakończonym procesie produkcyjnym i wychłodzeniu); następne 3<sup>2)</sup> peklowano przed zakończeniem 4-tyg. okresu przechowywania peklowanych półproduktów, poddawano je wędzeniu i obróbce cieplnej razem z przetworami przechowywanymi przez 4 tyg. (-3P4, -18P4); pozostałe 3<sup>2)</sup> peklowano przed zakończeniem 8 tyg. okresu przechowywania peklowanych półproduktów, poddawano je wędzeniu i obróbce cieplnej razem z przetworami przechowywanymi przez 8 tyg. (-18 P8). Mniej więcej połowę każdego z tych produktów, zawiniętą w papier pergaminowy umieszczano w chłodziarce w temp. 3°C i przechowywano przez 7 dób. Były one próbami odniesienia ( $K_{II}$ ) do przetworów II etapu doświadczenia.

<sup>1)</sup> Ze względu na pogorszenie jakości peklowanych półproduktów przechowywanych w t.b.k. przez 8 tyg., okres składowania ww. formy wyrobu w temp.  $-3^\circ\text{C}$  ograniczono do 4 tygodni.

<sup>2)</sup> Wybierano 3 wędzonki z grupy 9 przetworów, takie których wartości zanieczyszczenia mikrobiologicznego były najbardziej zbliżone do średniej.

Dynamikę przechowalniczych zmian mikrobiologicznych oceniano na podstawie: ogólnej liczby drobnoustrojów [13], liczby bakterii z grupy coli [19], liczby gronkowców chorobotwórczych [16], obecność pałeczek rodzaju *Salmonella* [14] i beztlenowych bakterii przetrwalnikujących [17], liczby bakterii kwasu mlekowego [18] oraz pleśni i drożdży [15].

Natomiast zmiany tłuszczu międzymięśniowego oceniano jedynie w pierwszym etapie badań, oznaczając: liczbę kwasową, nadtlenkową [12, 20] i obecność aldehydu epihydrynowego [11]. Do oznaczania liczb tłuszczowych wykorzystano tłuszcz międzymięśniowy.

Ponadto oznaczono (również jedynie w I etapie badań) a odczyn (pH) bezpośrednio w doświadczalnym materiale, przy zastosowaniu pH-metru CP-551, zawartość wolnych azotanów(III) i azotanów(V) w przeliczeniu na azotan(III) [10].

Wyniki badań poddano analizie statystycznej (wartości średnie, odchylenie standardowe, analiza wariancji). O istotności różnic pomiędzy średnimi wnioskowano przy  $p \leq 0,05$ . Przetwory wyprodukowano w trzech seriach produkcyjnych. Populację doświadczalną w każdej grupie eksperymentalnej stanowiło 9 wędzonek.

#### *Wykaz najważniejszych symboli*

- K** – próby kontrolne, tj. szynka, baleron, boczek, poddane peklowaniu, wędzeniu i obróbce cieplnej, nieprzechowywane / control samples, i.e. hams, collars, streaky bacons that were cured, smoked, and thermally treated, not stored;
- 3P4, -3P8** – próby przechowywane w formie peklowanych półproduktów w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$  przez okres 4 lub 8 tyg., następnie poddane wędzeniu i obróbce cieplnej / samples, i.e. hams, collars, streaky bacons that have been stored as cured semi-raw products at a temperature of  $-3^{\circ}\text{C}$  for 4 or 8 weeks, and, then, smoked and thermally treated;
- 3F4, -3F8** – wędzonki przechowywane w formie produktów finalnych w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$  przez okres 4 lub 8 tygodni / hams, collars, streaky bacon stored as final products at a temperature of  $-3^{\circ}\text{C}$  during a period of 4 or 8 weeks;
- 18P4, -18P8** – próby przechowywane w formie peklowanych półproduktów w temp.  $-18^{\circ}\text{C}$  przez okres 4 lub 8 tyg., następnie rozmrożone, poddane wędzeniu i obróbce cieplnej / hams, collars, streaky bacon stored as cured semi-raw products at a temperature of  $-18^{\circ}\text{C}$ , during a period of 4 or 8 weeks, and, then, thawed, smoked and thermally treated;
- 18F4, -18F8** – wędzonki przechowywane w formie produktów finalnych w temp.  $-18^{\circ}\text{C}$  przez okres 4 lub 8 tyg., następnie rozmrożone / hams, collars, streaky bacon stored as final products at a temperature of  $-18^{\circ}\text{C}$  during a period of 4 or 8 weeks, and, next, thawed.

## Wyniki i dyskusja

Średnia wartość odczynu (pH) doświadczalnych sortymentów wędzonek kontrolnych wynosiła około 6,2 (tab. 3). Statystycznie istotne obniżenie wartości pH szynek do poziomu 6,01 i 6,12 stwierdzono dopiero po 8 tyg. ich przechowywania, odpowiednio w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$ , jak również w stanie zamrożonym ( $-18^{\circ}\text{C}$ ).

Przechowywanie baleronów przez 4 tyg. w formie przetworów finalnych w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$  powodowało istotne obniżenie, a składowanie ww. przetworów w formie peklowanych półproduktów w temp.  $-18^{\circ}\text{C}$  przez identyczny okres skutkowało zwiększeniem ich zasadowości. Wartości pH wyrobów składowanych w ww. zakresach temperatury zawierały się w granicach odczynu charakterystycznego dla peklowanych przetworów poddanych obróbce cieplnej [2, 15, 23, 28].

Składowanie boczku powodowało obniżenie wartości pH (tab. 3), jednak istotne jedynie w wyrobach grupy doświadczalnej -18P8. Były to wartości niewskazujące na niepożądane zaawansowanie zmian fizykochemicznych i/lub mikrobiologicznych [5, 23, 28].

Średnie wyjściowe zanieczyszczenie mikrobiologiczne eksperymentalnych przetworów było zróżnicowane i wynosiło w przypadku szynek, baleronów i boczków odpowiednio:  $9,5 \cdot 10^2$ ;  $2,2 \cdot 10^2$ ;  $1,6 \cdot 10^2$  jtk w 1g (tab. 1 i 2).

Stwierdzono występowanie odwrotnie proporcjonalnej zależności zanieczyszczenia mikrobiologicznego poszczególnych sortymentów wędzonek od zawartości tłuszczu mięśniowego (uwarunkowanej fizjologicznie), występującej w elementach stosowanych w produkcji doświadczalnych przetworów.

Przechowywanie szynek, baleronów i boczków zarówno w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$ , jak i w stanie zamrożonym ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), powodowało wzrost liczby drobnoustrojów w porównaniu z początkową wartością. Największy, istotny wzrost liczby drobnoustrojów odnotowano w przetworach grup doświadczalnych: -3F4 i -18F4. Prezentowane wyniki wskazują na podobny efekt czterotygodniowego przechowywania przetworów w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$  i  $-18^{\circ}\text{C}$ . Zarówno warunki przechowywania w t.b.k., jak również składowanie w stanie zamrożonym powinny sprzyjać zmniejszeniu zakażenia wędzonek [7]. Zasadnicza różnica pomiędzy porównywanymi metodami składowania (oprócz temperatury) wynika z możliwości postępowania zakażenia produktu magazynowanego w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$ , od jego powierzchni w głąb (do centrum). W wyrobie zamrożonym przemieszczanie się mikroorganizmów wydaje się mało prawdopodobne. Pomimo to zróżnicowane warunki przechowywania materiału doświadczalnego skutkowały zbliżonym efektem końcowym zakażenia, przekładającym się na podobną liczbę mikroorganizmów w wędzonkach grup -3F4 i -18F4, co na etapie aktualnego stanu zaawansowania badań trudno jest wytłumaczyć.

Składowanie szynek i baleronów grup doświadczalnych -18F8 i -18P8 nie powodowało statystycznie istotnego wzrostu ogólnej liczby drobnoustrojów.

Zarówno zamrożenie, jak również przechowywanie w stanie zamrożonym powinno letalnie oddziaływać na mikroorganizmy [7]. Podobny skutek na drobnoustroje wykazuje temperatura tuż poniżej punktu zamarzania [7]. Należy jednak podkreślić, że podczas przechowywania doświadczalnych wyrobów nie przekraczano temperatury ich zamarzania, bowiem składowano je w temperaturze bliskiej krioskopowej, a zatem nieznacznie wyższej od temp. zamarzania. W referowanych badaniach składowanie odbywało się w warunkach niezabezpieczających przed wtórnym zakażeniem, co może tłumaczyć wyższą liczbę mikroorganizmów w przetworach również po przechowywaniu zamrażalniczym.

Można przyjąć, że doświadczalne szynki przechowywane w t.b.k. oraz w stanie zamrożonym charakteryzowały się podobną jakością mikrobiologiczną.

Tabela 1

Ogólna liczba mikroorganizmów w wędzonkach [jtk/g].

The general count of aerobic bacteria in meat products [cfu/g].

Grupy doświadczalne Experimental groups		x		min.		max	
		I	II	I	II	I	II
S	K	$9,5 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^3$	10	10	$7 \cdot 10^3$	$5,1 \cdot 10^3$
	-3P4	$1,7 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$
	-3F4	$7,4 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$3,9 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$
	-18P4	$2,6 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$9 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^5$
	-18F4	$4,2 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^3$
	-3F8	$4,1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^3$	$4,2 \cdot 10^3$
	-18P8	$3,1 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^4$
	-18F8	$1,5 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^2$	$6 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^3$
B	K	$2,2 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$	10	10	$1 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^3$
	-3P4	$1,5 \cdot 10^3$	$7,2 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^4$
	-3F4	$3,4 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$
	-18P4	$1,1 \cdot 10^3$	$2,4 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$
	-18F4	$3 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$
	-3F8	$1,4 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^3$
	-18P8	$8,3 \cdot 10^2$	$4,6 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^4$
	-18F8	$1,8 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$	20	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^3$
b	K	$1,6 \cdot 10^2$	$3,9 \cdot 10^3$	10	10	$5 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^4$
	-3P4	$1,7 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^3$	10	$2,5 \cdot 10^2$	$5,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^4$
	-3F4	$3,2 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^2$	$4 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$
	-18P4	$1,3 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$5,4 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$

	-18F4	$6 \cdot 10^3$	$8,8 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^3$
	-3F8	$2,0 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$7 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$
	-18P8	$1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^4$
	-18F8	$1,1 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	10	10	$5 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$

S – szynka /ham; B – baleron /collar; b – boczek /streaky bacon; x – wartość średnia /mean value.

I – Materiał doświadczalny przechowywany w temp.  $-3^{\circ}\text{C}$  lub  $-18^{\circ}\text{C}$  / Experimental material stored at a temp. of  $-3^{\circ}\text{C}$  or  $-18^{\circ}\text{C}$ ;

II – Wędzonki przechowywane w temp.  $3^{\circ}\text{C}$  / Cured smoked meat products stored at a temp. of  $3^{\circ}\text{C}$ .

Tabela 2

Ogólna liczba mikroorganizmów w wędzonkach [log jtk/g].

The general count of aerobic bacteria in experimental meat products [log cfu/g].

Wyszczególnienie Specification		Grupy doświadczalne / Experimental groups								
		K	-3P4	-3F4	-18P4	-18F4	-3F8	-18P8	-18F8	
S	I	x	2,98a <sup>o</sup>	3,23a	3,87b	3,41abA	3,62b	3,61bB	3,49abA	3,18a
		SD	0,95	0,51	0,78	0,54	0,31	0,20	0,37	0,51
	II	x	3,25a	3,28a	4,20b	4,11bB	3,36a	3,30aA	4,28bB	3,25a
		SD	1,26	0,41	1,02	0,85	2,58	0,14	0,48	0,44
B	I	x	2,34a	3,18b	3,53bA	3,04b	3,48b	3,25b	2,92aA	3,25b
		SD	0,68	0,37	0,71	0,48	0,48	0,44	0,37	0,92
	II	x	3,04a	3,86a	4,23bB	3,38a	3,20a	3,18a	3,66aB	3,18a
		SD	1,26	0,71	0,85	0,51	0,51	0,48	0,85	0,58
b	I	X	2,20aA <sup>oo</sup>	3,23b	3,50bcA	3,11bc	3,78cB	3,30bc	3,00bA	3,04b
		SD	0,92	1,26	0,75	0,58	0,42	0,44	0,34	0,92
	II	X	3,59abB	3,73ab	4,25bB	3,11a	2,94aA	3,08a	4,08bB	3,20a
		SD	1,46	0,61	0,75	0,58	0,51	0,48	0,99	0,99

SD – odchylenie standardowe /standard deviation,

<sup>o</sup> Wartości średnie na tym samym poziomie w sąsiednich kolumnach, oznaczone różnymi małymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ .

Mean values at the same level that stand in neighboring columns and are designated by small letters are significantly different at  $p \leq 0,05$ .

<sup>oo</sup> Wartości średnie w tej samej kolumnie oznaczone różnymi dużymi literami różnią się statystycznie istotnie  $p \leq 0,05$ .

Mean values in the some column and designated by various capital letters are significantly different at  $p \leq 0,05$ .

Pozostałe objaśnienia jak w tab. 1 / The remaining explanations are as in Tab. 1.

Zakażenie doświadczalnych przetworów było zbliżone do odnotowanego w szynkach przechowywanych w stanie zamrożonym oraz w połówkach wędzonych i składowanych w temperaturze bliskiej krioskopowej [8, 26, 27].

Dodatkowe 7-dobowe przechowywanie chłodnicze wyrobów powodowało statystycznie istotne pogorszenie jakości mikrobiologicznej szynek (-18P4, -18P8),



baleronów (-3F4, -18P8) i boczków (K, -3F4, -18P8), (tab. 1 i 2). Mogło ono być spowodowane zarówno wtórnym zakażeniem, jak również namnożeniem się mikroflory występującej w przetworach po ich uprzednim przechowywaniu. Wtórne zakażenie podczas dodatkowego 7-dobowego chłodniczego składowania prawdopodobnie miało mniejsze znaczenie w przypadku szynek i baleronów, w obrębie których największym zanieczyszczeniem mikrobiologicznym przed i po składowaniu w temp. 3°C charakteryzowały się przetwory tych samych grup doświadczalnych. Wtórne zakażenie w większym stopniu mogło dotyczyć boczków, w przypadku których przetwory najbardziej zakażone przed i po składowaniu chłodniczym pochodziły z różnych grup doświadczalnych. Większa podatność boczków na zakażenie zewnętrzne, w porównaniu z pozostałymi przetworami, mogła być konsekwencją ich mniej korzystnej (większej) wartości stosunku powierzchni do objętości.

Tabela 3

Odczyn (pH) wędzonek oraz zmiany oksydacyjne i hydrolityczne tłuszczu międzymięśniowego.  
pH value of meat products and hydrolytic & oxidative changes in the intermuscle fat.

Wyszczególnienie Specification			Grupy doświadczalne / Experimental groups							
			K	-3P4	-3F4	-18P4	-18F4	-3F8	-18P8	-18F8
Wyróżniki oceny / Parameters under assessment										
pH										
S	I	x	6,23b	6,18b	6,30b	6,24b	6,22b	6,01a	6,18b	6,12a
		SD	0,17	0,07	0,14	0,07	0,14	0,14	0,10	0,14
B	I	x	6,21b	6,29b	6,09a	6,31c	6,27b	6,22b	6,21b	6,17ab
		SD	0,14	0,10	0,14	0,10	0,07	0,10	0,10	0,07
b	I	x	6,21b	6,30b	6,22b	6,17b	6,28b	6,22b	6,05a	6,25b
		SD	0,17	0,10	0,17	0,14	0,07	0,10	0,14	0,10
L K / Acid value [mg KOH/g]										
S	I	x	0,50a	0,67d	0,65c	0,60b	0,70e	1,00f	1,02g	1,09h
		SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
B	I	x	0,50a	0,68c	0,69d	0,61b	0,69d	1,02f	1,00e	1,09g
		SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
b	I	x	0,50a	0,70c	0,70c	0,62b	0,72d	1,01e	1,04f	1,08g
		SD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
L. Lea / Peroxide value [meq akt.O <sub>2</sub> /kg]										
S	I	x	0,01a	0,15c	0,12b	0,12b	0,10b	0,30d	0,45f	0,42e
		SD	0,00	0,03	0,04	0,04	0,00	0,05	0,05	0,04
B	I	x	0,01a	0,13bc	0,15c	0,10b	0,10b	0,31d	0,46f	0,37e
		SD	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,03	0,05	0,08



b	I	x	0,01a	0,11b	0,16c	0,12b	0,10b	0,28d	0,42e	0,40e
		SD	0,00	0,02	0,05	0,04	0,00	0,03	0,04	0,07

Objaśnienia jak w tabeli 1. i 2. / Footnotes see Table 1 and 2

Borch i Arinder [3] uważają, że chłodnicze przechowywanie produktu mięsnego stwarza ryzyko jego kontaminacji. Przechowywanie tych wyrobów przez kolejne 7 dób w chłodziarce powodowało statystycznie istotne pogorszenie jakości mikrobiologicznej szynek -18P4 i -18P8 (tab. 2). Największą liczbę drobnoustrojów w wyrobach po II etapie składowania stwierdzono w przetworach -3F4 ( $1,6 \cdot 10^4$ ) i -18P8 ( $1,9 \cdot 10^4$ ). W pozostałych wyrobach zanieczyszczenie mikrobiologiczne zawierało się w przedziale od  $1,3 \cdot 10^3$  (-18P4) do  $2,3 \cdot 10^3$  (-18F4).

Tabela 4

Zawartość wolnych azotanów(III) i azotanów(V) oraz sumy azotanów(III) i azotanów(V) w przeliczeniu na azotan(III) [ppm].

The levels of free nitrates (III), nitrates(V) and sums of nitrates(III) and nitrates(V), calculated and expressed as nitrates(III) [ppm].

Wyszczególnienie Specification		Grupy doświadczalne / Experimental groups								
		K	-3P4	-3F4	-18P4	-18F4	-3F8	-18P8	-18F8	
Wyróżniki oceny / Parameters under assessment										
Wolny azotan(III) / Free nitrate(III)										
S	I	X	53,4ab	41,8a	69,4c	42,5a	66,1bc	53,2ab	44,2a	58,2bc
		SD	6,8	13,8	16,7	17,9	9,3	13,3	13,7	16,7
B	I	X	72,1b	51,0a	68,4b	67,2b	90,8c	85,6bc	83,0bc	93,1c
		SD	9,9	25,1	18,5	14,3	18,0	10,8	17,4	12,4
b	I	X	75,7c	39,2a	79,7c	60,6b	72,1bc	65,4b	80,1c	89,7d
		SD	8,9	23,1	8,0	24,2	21,7	13,5	18,0	8,8
Azotan(V) / Nitrate(V)										
S	I	X	24,0ab	32,9b	26,2b	31,4b	23,2ab	14,3a	20,3ab	27,5b
		SD	7,7	11,3	16,5	12,8	11,8	11,8	10,1	9,4
B	I	X	19,2a	39,6b	29,6ab	29,4ab	25,1ab	23,3ab	33,0b	31,2ab
		SD	4,0	17,4	12,8	9,9	12,5	7,5	12,1	8,6
b	I	X	32,2ab	27,8a	29,4ab	43,5b	36,2ab	37,6ab	26,2a	35,1ab
		SD	4,6	12,2	6,0	19,7	18,0	17,0	13,0	25,7
Wolny azotan(III) + azotan(V) / Free nitrate(III) + nitrate(V)										
S	I	X	77,4a	74,7a	95,6b	73,9a	89,3b	67,5a	64,5a	85,7b
		SD	9,4	20,0	18,1	15,4	16,6	19,9	18,9	12,9
B	I	X	91,3a	90,6a	98,0a	96,6a	115,9b	108,9a	116,0b	124,3b
		SD	10,4	21,2	26,5	22,0	22,1	7,6	31,2	22,8
b	I	X	107,9b	67,0a	109,1b	104,1b	108,3b	103,0b	106,3b	124,8b
		SD	9,5	22,9	11,3	29,8	22,3	31,3	31,9	20,9

Pozostałe objaśnienia jak w tab. 1/ Footnotes see Tab. 1

W doświadczalnych szynkach, baleronach i boczках zarówno kontrolnych i po I etapie przechowywania (w temp.  $-3$  lub  $-18^{\circ}\text{C}$ ), jak i po dodatkowym składowaniu w chłodziarce w temp.  $3^{\circ}\text{C}$  (II etap) nie stwierdzono (w 1g przetworu) obecności: bakterii kwaszących typu mlekowego, pałeczek z grupy okrężnicy (w 0,01 g), beztlenowych laseczek zarodnikujących (w 0,01 g), gronkowców chorobotwórczych (w 1 g), oraz pałeczek z rodzaju *Salmonella* (w 25 g). Można zatem przyjąć, że doświadczalne przetwory nie stwarzały zagrożenia mikrobiologicznego [21].

W doświadczalnych przetworach sporadycznie oznaczano pleśń i drożdże. Ich obecność stwierdzono po dodatkowym przechowywaniu wędzonek w chłodziarce (II etap składowania). Stosunkowo najczęściej występowały one w wyrobach w I etapie, przechowywanych w formie przetworów finalnych w t.b.k. Prawdopodobnie było to wtórne zanieczyszczenie. Obecność pleśni stwierdzono w trzech szynkach -3F8 (II), w dwóch wędzonkach na poziomie  $1 \cdot 10^3$ , a w jednej w liczbie  $8 \cdot 10^2$  jtk w 1g, a ponadto w dwóch wyrobach -18F8 (II) na poziomie  $8 \cdot 10^2$  jtk w 1 g.

W dwóch baleronach -18F8 (II) pleśń oznaczono na poziomie  $3 \cdot 10^2$ , a w 2 innych w liczbie  $4 \cdot 10^2$  jtk w 1 g. Ponadto w baleronach -3F8 (II) stwierdzono obecność drożdży, oznaczono je w dwóch próbach na poziomie  $9 \cdot 10^2$  i w jednej wędzonce w liczbie  $4 \cdot 10^2$ , a także w wyrobach -18F4 (II) na poziomie  $1 \cdot 10^2$  jtk w 1g.

W 4 boczках, w 2 -3F8 (II) i w pozostałych grupy -18F8 (II) pleśń oznaczono na poziomie  $2 \cdot 10^3$  jtk w 1 g, podczas gdy w 2 boczках -3F4 (II) i w 2 grupy -18F4 (II) drożdże stwierdzono w ilości  $2 \cdot 10^2$  jtk w 1 g.

W doświadczalnych szynkach oznaczono 2 charakterystyczne poziomy wolnych azotanów(III), niższy (41,8–44,2 ppm) w przetworach przechowywanych w formie peklowanych półproduktów i wyższy (53,2–69,4 ppm) w wędzonkach składowanych w formie produktów finalnych oraz w próbach kontrolnych (tab. 4). W przechowywanych baleronach takiej tendencji nie odnotowano, zaobserwowano natomiast mniejszą zawartość wolnych azotanów(III) (51,0–68,4 ppm) w wędzonkach -3P4, -3F4, -18P4. Więcej wolnych azotanów(III) (od 83,0 do 93,1 ppm) oznaczono natomiast w przetworach -18F4, -3F8, -18P8 i -18F8.

W przechowywanych boczках najmniej wolnych azotanów(III) (39,2 ppm) oznaczono w wyrobach -3P4. W pozostałych boczках stwierdzono istotnie większe zawartości wolnych azotanów(III), największe były one w wyrobach -18F8, -18P8 i -3F4.

Zawartość azotanów(V), w przeliczeniu na azotan(III), w doświadczalnych przetworach była stosunkowo mała; kształtowała się ona na poziomie od 14,3 ppm (-3F8) do 32,9 ppm (-3P4) w szynkach, od 19,2 ppm (K) do 39,6 ppm (-3P4) w baleronach i od 26,2 ppm (-18P8) do 43,5 ppm (-18P4) w boczках. W miarę upływu

czasu przechowywania przetworów obserwowano zmniejszanie się poziomu wolnych azotanów(III) i wzrost zawartości azotanów(V). Takie tendencje są zgodne z danymi wcześniejszych badań własnych [22, 23, 24, 27]. Tendencji tych nie potwierdziły badania Jo i wsp. [6].

W obrębie eksperymentalnych wędzonek najmniejszą łączną zawartość wolnych azotanów(III) i azotanów(V) oznaczono w szynkach, baleronach i boczках, odpowiednio grup doświadczalnych -18P8, -3P4, -3P4. Powyższe tendencje dowiodły, że w trakcie przechowywania przetworów w formie peklowanych półproduktów proces nitrozylowania barwników hemowych nadal postępował [26].

Największą sumaryczną zawartość wolnych azotanów(III) i azotanów(V) oznaczono w baleronach i boczках -18F8, była ona bliska wartości granicznej dopuszczonej przez przepisy sanitarne [21a].

W tłuszczu międzymięśniowym wyjściowego materiału doświadczalnego, tj. szynek, baleronów i boczków nie stwierdzono obecności nadtlenków (tab. 3). W miarę wydłużania okresu przechowywania przetworów liczba nadtlenkowa tłuszczu międzymięśniowego systematycznie zwiększała się, dynamika wzrostu jej wartości była niezależna od temperatury składowania wyrobów i stopnia ich przetworzenia. Zmiany te były statystycznie istotne, ale oznaczone wartości nadtlenków mieściły się w przedziale wartości akceptowanym przez normy [11]. Podobną dynamikę oksydacyjnych zmian tłuszczu międzymięśniowego odnotowano w szynkach przechowywanych w stanie zamrożonym [23]. Dynamika zmian liczby nadtlenkowej była podobna w obrębie tych samych grup doświadczalnych różnych sortymentów przetworów.

Zanardi i wsp. stwierdzili, że czynnikiem ograniczającym zmiany oksydacyjne przechowywanych wędlin może być m.in. azotan(III) [30].

Tan i Shelef [29] w solonym mięsie przechowywanym zarówno w warunkach chłodniczych, jak i w stanie zamrożonym stwierdzili podobne zaawansowanie zmian oksydacyjnych tłuszczu. W doświadczalnych wyrobach nie stwierdzono obecności aldehydu epihydrinowego.

Zmiany hydrolityczne tłuszczu międzymięśniowego szynek, baleronów i boczków wyrażone liczbą kwasową (LK), podobnie jak w przypadku liczby nadtlenkowej, systematycznie postępowały w miarę upływu czasu przechowywania wędzonek (tab. 3). Dynamika tych zmian była niezależna od stopnia przetworzenia magazynowanych wyrobów i podobna w przypadku poszczególnych sortymentów. Ośmiotygodniowy okres przechowywania szynek, baleronów i boczków, niezależnie od zastosowanej temperatury składowania nie powodował dyskwalifikującego zaawansowania zmian hydrolitycznych tłuszczu międzymięśniowego tych wędzonek [11]. Z badań własnych wynika, że w szynkach przechowywanych w stanie zamrożonym zmiany hydrolityczne tłuszczu były nieznaczne [23].

## Wnioski

1. W wędzónkach (szynka, baleron i boczek) przechowywanych przez 4 i 8 tygodni w niebarierowym opakowaniu pergaminowym w temperaturze bliskiej krioskopowej i w stanie zamrożonym, a następnie przez 7 dób w chłodziarce, nie stwierdzono obecności bakterii z grupy coli oraz gronkowców chorobotwórczych.
2. Ze względu na ryzyko wtórnego zanieczyszczenia wędzonek przechowywanych (w niebarierowym opakowaniu) w temperaturze bliskiej krioskopowej lub w stanie zamrożonym pleśniami i drożdżami, należy rekomendować składowanie tych przetworów w opakowaniach termokurczliwych i/lub opakowanych próżniowo, albo w kontrolowanej atmosferze.
3. Ośmiotygodniowe przechowywanie szynek, baleronów i boczku w temperaturze bliskiej krioskopowej lub w stanie zamrożonym nie powoduje dyskwalifikującego zaawansowania zmian oksydacyjnych i hydrolitycznych tłuszczu międzymięśniowego.
4. Przechowywanie baleronu i boczku w stanie zamrożonym może wiązać się z ryzykiem niebezpiecznego nagromadzenia się wolnych azotanów(III) i azotanów(V).

*Praca była finansowana ze środków KBN w latach 2001-2003.*

## Literatura

- [1] Anon.: Wpływ chłodzenia na mikroorganizmy. Mięso i Wędliny, 1995, **1**, 24-30.
- [2] Bernthal P.H., Booren A.M., Gray J. I.: Effect of reduced sodium chloride concentration and tetrasodium pyrophosphate on pH, water-holding capacity and extractable protein of prerigor and post-rigor ground beef. Meat Sci., 1991, (**29**), 69-82.
- [3] Borch E., Arinder P.: Bacteriological safety issues in red meat ready-to-eat meat products, as well as control measures. Meat Sci., 2002, (**62**), 381-390.
- [4] Gandemer, G: Lipids in muscle adipose 48-th ICoMST, Rome, 2002, pp. 19-20.
- [5] Holley R. A.: Impact of slicing hygiene upon shelf life and distribution of spoilage bacteria in vacuum packaged cured meats. Food Microbiol., 1997, (**14**), 201-211.
- [6] Jo C., Ahn J.H., Son J. H., Lee J. W., Byun M. W.: Packaging and irradiation effect on lipid oxidation, color, residual nitrite content, and nitrosamine formation in cooked pork sausage. Food Control, 2003, (**14**), 7-12.
- [7] Kołożyn-Krajewska D.: Bezpieczeństwo mikrobiologiczne nowych grup produktów mięsnych. Mięso i Wędliny, 1998, **1**, 34-39.
- [8] Nowara M. Ocena trwałości w temperaturze bliskiej krioskopowej wędzonek powierzchniowo traktowanych substancjami bakteriostatycznymi. Praca magisterska, Kat. Technol. Surowców Zwierz., AR, Wrocław 2002.
- [9] Pikul J.: Pakowanie i przechowywanie schłodzonego mięsa w modyfikowanej atmosferze. Chłodnictwo, 2001, **10**, XXXVI, 30-34.
- [10] PN-74/A-82114. Oznaczanie zawartości azotynów i azotanów.
- [11] PN -90/A-85802. Tłuszcze zwierzęce jadalne topione. Metody badań.
- [12] PN -ISO 3960: 1996. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlenkowej IDT ISO 3960:1977

- [13] PN 97/A-82055-6. Oznaczanie ogólnej liczby drobnoustrojów.
- [14] PN 97/A-882055-8. Wykrywanie obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*.
- [15] PN 97/A-8255-16. Oznaczanie liczby drożdży i pleśni.
- [16] PN 97/A-82055-9. Wykrywanie obecności i oznaczanie liczby gronkowców chorobotwórczych.
- [17] PN 97/A-82055-12. Wykrywanie obecności beztlenowych bakterii przetrwalnikujących.
- [18] PN 97/A-82055-17.1997. Oznaczanie liczby bakterii kwasu mlekowego.
- [19] PN 97/A-82055-10. Oznaczanie bakterii z grupy coli.
- [20] PN-ISO 660;1998. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości IDT EN660; 1998 IDT ISO.
- [21] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności. Dz. U. 2003 r. Nr 37, poz. 326, s. 2426.
- [21a] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 marca 2003 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, substancji pomagających w przetwarzaniu i warunków ich stosowania. Dz. U. 2003 r. Nr 87, poz. 805, s. 5859.
- [22] Szmańko T., Duda Z.: The fate of nitrite in uncanned cooked ham during long-term frozen storage. *Fleischwirt.*, 1982, (62), 12, 1547-1549.
- [23] Szmańko T.: Wpływ przechowywania w stanie zamrożonym szynki wieprzowych niepuszkowanych na wybrane parametry fizykochemiczne, obraz histologiczny oraz poziom lotnych N-nitrozoamin. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Technologia Żywności*, 1984, III, 23-43.
- [24] Szmańko T., Duda Z., Ogonowska D.: The quality of uncanned ham as influenced by long-term storage at cryoscopic temperature. *International Institute of Refrigeration, Bristol, Commission C2*, 1986, pp. 329-337.
- [25] Szmańko T., Duda Z., Kajdan L., Kubis B.: Storage of selected sort of processed meat products at cryoscopic temperature – an attempt at energy conservation. Changes in proteins, amino acids balance and in vitro digestibility of cured smoked raw pork loin. *Acta Aliment. Pol.* 1988, 2, 145-156.
- [26] Szmańko T., Duda Z., Kuba J.: Changes of selected quality parameters of cured, smoked raw pork-loin during storage at near cryoscopic temperature. 36th ICoMST, Cuba, 1990, pp. 819-826.
- [27] Szmańko T.: Entwicklung der Bakterienflora vakuumverpackter, gefrierlagerter Kochschinken. *Fleischwirt.*, 1992, (72), 3, 336-338.
- [28] Szmańko T.: Ocena efektywności przechowywania wędzonek w temperaturze bliskiej krioskopowej oraz w stanie zamrożonym (badania modelowe). *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rozprawy* 1998 - 334 CLIV, s. 1-124.
- [29] Tan W., Shelef L. A.: Effects of sodium chloride and lactates on chemical and microbiological changes in refrigerated and frozen fresh ground pork. *Meat Sci.*, 2002, (62), 27-32.
- [30] Zanardi E., Ghidini S., Battaglia A., Chizzolini R.: Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Sci.*, 2004, (66), 415-423.

**THE IMPACT OF LONG-TERM STORAGE OF PROCESSED MEAT PRODUCTS UNDER VARYING CONDITIONS ON THE MICROBIAL CONTAMINATION AND INTRAMUSCULAR FAT DETERIORATION**

S u m m a r y

The objective of the investigation was to evaluate the bacterial contamination and storage-induced changes in the lipids of smoked meat products stored in a non-barrier parchment package. Meat products (ham, collar, streaky bacon) have been stored as cured semi-products at a near cryoscopic temperature (-3°C) for 4 weeks and at a temperature of -18°C for 4 and 8 weeks. Additionally, the experimental material has been stored as a final product at a temperature in two different ranges (-3°C, -18°C), for 4 and 8 weeks. After the storage, semi-products were smoked and scalded. The bacterial pollution of smoked meat products was once more evaluated after the additional seven-day storage in a refrigerator (3°C). The investigation results of the meat products stored 4 and 8 weeks at a near cryoscopic temperature and under the freezing conditions do not confirm the appearance of any pathogens, no pathogens were found in those products after the additional 7 day storage in a refrigerator (3°C) either.

The eight-week storage of meat products at a cryoscopic temperature or under the freezing conditions do not cause any substantial disqualifying oxidation and hydrolytic changes in lipids.

**Key words:** meat products, storage, microbiological contamination, changes in lipids ☒