ŻYWNOŚĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, 2 (43) Supl., 253 - 264

INGRID WACHOWICZ

WPŁYW ROZMRAŻANIA SOLANKOWEGO NA JAKOŚĆ MIKROBIOLOGICZNĄ MIĘSA KURCZĄT

S t r e s z c z e n i e

Celem pracy była ocena bezpieczeństwa mikrobiologicznego mięsa tuszek kurcząt po zastosowaniu rozmrażania solankowego i w powietrzu.

W mięsie tuszek kurcząt, po rozmrożeniu solankowym i w powietrzu oraz w 2., 4., 6. dniu przechowywania w temp. 4^{o}C, oznaczono ogólną liczbę drobnoustrojów (OLD) oraz liczbę psychrotrofów klasycznymi metodami płytkowymi.

Stwierdzono, że stosowanie rozmrażania solankowego nie wpłynęło w istotny sposób na bezpieczeństwo mikrobiologiczne mięsa tuszek kurcząt w stosunku do prób rozmrażanych w powietrzu. Zastosowano prognostyczny model Conline'a do zobrazowania wzrostu drobnoustrojów w mięsie po rozmrożeniu, w trakcie przechowywania. Na podstawie wyników analizy mikrobiologicznej OLD oszacowano termin trwałości mikrobiologicznej (średnio na 3-4 dni) mięsa tuszek kurcząt rozmrażanych badanymi metodami.

Stwierdzono, że stan mikrobiologiczny mięsa po rozmrożeniu tuszek w solance i w powietrzu nie różnił się statystycznie istotnie. Zatem rozmrażanie solankowe tuszek kurcząt nie wpłynęło istotnie na bezpieczeństwo mikrobiologiczne mięsa pochodzącego z tych tuszek w stosunku do mięsa z tuszek rozmrażanych w powietrzu.

Słowa kluczowe: mięso kurcząt, bezpieczeństwo mikrobiologiczne, rozmrażanie solankowe, rozmrażanie w powietrzu

Wprowadzenie

Pojęcie jakości produktów drobiarskich obejmuje ich zdrowotność, atrakcyjność sensoryczną, wartość żywieniową, dyspozycyjność w obrocie i w użyciu przez konsumenta [1, 4]. Według Kijowskiego i Sikory [7] oraz Olszewskiego [11] jakość artykułów spożywczych, w tym produktów mięsnych, to stopień ich zdrowotności, atrakcyjności sensorycznej i dyspozycyjności. Jakość zdrowotna żywności jest to zbiór cech i kryteriów, za pomocą których charakteryzuje się żywność pod względem

Mgr inż. I. Wachowicz, Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej, Wydz. Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa

wartości odżywczej, jakości sensorycznej oraz bezpieczeństwa dla zdrowia konsumenta, zaś bezpieczeństwo żywności to warunki, które muszą być spełnione, i działania, które musza być podjęte na wszystkich etapach produkcji żywności i obrotu żywnością w celu zapewnienia zdrowia i życia człowieka [17].

Mięso, ze względu na dużą zawartość białka, odczyn środowiska (pH = 6) oraz obecność związków chemicznych w łatwo przyswajalnej formie, może być bardzo dobrym środowiskiem rozwoju drobnoustrojów, a szczególnie bakterii [8].

Najistotniejsze zagrożenia zdrowotne w produkcji drobiarskiej związane są z zakażeniem mikrobiologicznym (*Salmonella enteritidis, Salmonella typhimurium, Campylobacter jejuni, Escherichia coli* czy *Clostridium perfringens*), pozostałościami zanieczyszczeń chemicznych i fizycznych oraz leków [4].

Przechowywanie produktów mięsnych w stanie zamrożonym, w tym także tuszek drobiowych, ma na celu zachowanie przez długi okres takich cech jakościowych mięsa, jakie miało w chwili zamrożenia. Zamrażanie stwarza niekorzystne warunki do rozwoju drobnoustrojów i w ten sposób przedłuża trwałość przechowalniczą tuszek drobiowych. W niskiej temperaturze, która powoduje spadek aktywności wody poniżej dolnej granicy tolerowanej przez drobnoustroje, ich wzrost zostaje zahamowany [6, 11]. Wiadomo również, że dobór metody rozmrażania surowca decyduje o niektórych cechach jakościowych rozmrożonego mięsa. Rozmrażanie mięsa należy prowadzić w takich warunkach, w których możliwe jest najpełniejsze odtworzenie jego pierwotnych cech. Powinno się ograniczyć do minimum niepożądane zmiany, które mogłyby spowodować pogorszenie jakości, takie jak: zwiększenie wycieku soków w czasie rozmrażania, co skutkuje mniejszą soczystością produktu i stratami składników odżywczych; denaturacja białek; zmiany barwy i konsystencji oraz spadek odporności na zakażenia mikrobiologiczne, co prowadzi do zmniejszenia bezpieczeństwa mikrobiologicznego rozmrożonego mięsa [11].

Celem pracy była ocena bezpieczeństwa mikrobiologicznego tuszek kurcząt po rozmrożeniu metodą solankową i w powietrzu, w czasie przechowywania do sześciu dni oraz określenie terminu trwałości mikrobiologicznej badanych tuszek. Praca stanowi kontynuację wcześniejszych badań, dotyczących optymalizacji parametrów procesów solankowania i rozmrażania solankowego kurcząt [18].

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły mrożone tuszki kurcząt zakupione bezpośrednio u producenta „Indykpol", przechowywane przez 3 tygodnie w temp. -18ºC. Tuszki były rozmrażane solankowo z zastosowaniem następujących parametrów procesu (stężenie solanki / czas rozmrażania): 5%/5 h; 6%/4,5 h, 7%4 h, 8%/3,5 h, 9%/3,5 h, 10%/3,5 h oraz 11%/3 h, które zostały uznane we wcześniejszych badaniach [18] za korzystne ze względu na właściwe nasolenie tuszki. Próbę kontrolną stanowiły tuszki kurcząt rozmrażane w powietrzu w warunkach chłodniczych (temp. 4ºC) w ciągu 24 h.

Analizom mikrobiologicznym poddawano mięso tuszek kurcząt (mięśnie: udowe, piersiowe i drobne, wycięte z tuszek, po usunięciu kości, razem ze skórą) rozmrażanych solankowo i w powietrzu, tuż po rozmrożeniu oraz w 2., 4., 6. dniu przechowywania. W celu pełnego zbadania wzrostu drobnoustrojów, a następnie wyznaczenia terminu trwałości mikrobiologicznej rozmrożonych tuszek, całe tuszki kurcząt były przechowywane jałowo w woreczkach przez okres 6 dni w temp. 4°C. W przypadku każdego badanego wariantu rozmrażano jednorazowo 4 tuszki kurcząt, pobierano próbę do analizy w 0., 2., 4., 6. dniu przechowywania. Wykonano 4 serie badań wszystkich wariantów rozmrażania.

Przed posiewem mięso rozdrabniano w wysterylizowanym wilku laboratoryjnym. Z rozdrobnionego surowca pobierano jałowo 5 g próby i przenoszono do jałowego woreczka do stomachera (Seward), a następnie dodawano 45 ml wody peptonowej. Przeprowadzano homogenizację w aparacie STOMACHER typu 80 przez 60 s, ze standardową prędkością. Otrzymywano pierwsze rozcieńczenie 10^{-1}, z którego przygotowywano kolejne dziesiętne rozcieńczenia, przenosząc jałowo 1 ml zawiesiny bakteryjnej z poprzedniego rozcieńczenia do probówki z 9 ml jałowej wody peptonowej. Za każdym razem zawartość probówki dokładnie mieszano przy użyciu mieszadła mikrobiologicznego (Heidolph). Na płytki Petriego wylewano po 1 ml zawiesiny bakteryjnej z trzech kolejnych rozcieńczeń (w zależności od oczekiwanego poziomu skażenia produktu), w dwóch powtórzeniach. Zalewano płytki rozpłynnionym, ostudzonym agarem odżywczym, mieszano i pozostawiano do inkubacji. Do liczenia wybierano płytki zawierające od 15 do 300 kolonii.

Oznaczano ogólną liczbę drobnoustrojów tlenowych mezofilnych [w jtk/g] (skrótowo: ogólna liczba drobnoustrojów - OLD) na agarze odżywczym (Noack Polen), według PN [12] oraz instrukcji przygotowania podłoża firmy Noack Polen. Posiewy wykonywano metodą wgłębną; temp. inkubacji 37°C, okres inkubacji 48 h.

Ogólną liczbę psychrotrofów (OLP) [w jtk/g] oznaczano na agarze odżywczym (Noack Polen), według PN-ISO [13]. Posiewy wykonywano metodą wgłębną; temp. inkubacji 7°C, okres inkubacji 10 dni.

Statystyczne opracowanie wyników obejmowało obliczenie regresji prostoliniowej z wykorzystaniem programu Statgraphics Plus 4.0. Do interpretacji wyników zastosowano model wzrostu, przeżywalności i inaktywacji drobnoustrojów Conline´a, opisany przez Einarssona [3]. Krzywa regresji opisana jest funkcją y = an + bnx, gdzie: y = log jtk/g; an – odpowiada w przybliżeniu początkowej liczbie drobnoustrojów,

bn – nachylenie krzywej wzrostu (współczynnik szybkości wzrostu – k). Obliczano również istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi prób, stosując test UR [19].

Wyniki i dyskusja

Zmiany ogólnej liczby drobnoustrojów i ogólnej liczby psychrotrofów w mięsie tuszek kurcząt rozmrażanych różnymi metodami w czasie przechowywania

Ogólną liczbę drobnoustrojów (A) oraz psychrotrofów (B) w mięsie tuszek kurcząt rozmrażanych solankowo i w powietrzu, w różnych warunkach stężenia solanki oraz czasu rozmrażania i przechowywania przedstawiono w tab. 1.

Równania krzywych wzrostu (modeli) OLD (A) oraz bakterii psychrotrofowych (OLP) (B) w tuszkach drobiowym rozmrażanym różnymi metodami przedstawiono poniżej:

tuszki kurcząt rozmrażane w powietrzu	(A)	log N= 3,69 + 0,57t	r^2 = 85,26%
	(B)	log N = 4,53 + 0,67t	r^2 = 81,46%
tuszki kurcząt rozmrażane solankowo:			
- w 5% solance w czasie 5 h	(A)	log N = 3,85 + 0,48t	r^2 = 73,68%
	(B)	log N = 4,30 + 0,64t	r^2 = 82,64%
- w 6% solance w czasie 4,5 h	(A)	log N = 3,94 + 0,63t	r^2 = 74,34%
	(B)	log N = 4,44 + 0,74t	r^2 = 81,77%
- w 7% solance w czasie 4 h	(A)	log N = 3,71 + 0,52t	r^2 = 68,74%
	(B)	log N = 3,98 + 0,71t	r^2 = 83,78%
- w 8% solance w czasie 3,5 h	(A)	log N = 4,03 + 0,5t	r^2 = 76,98%
	(B)	log N = 5,2 + 0,45t	r^2 = 78,99%
- w 9% solance w czasie 3,5 h	(A)	log N = 3,64 + 0,51t	r^2 = 89,15%
	(B)	log N = 4,04 + 0,69t	r^2 = 86,19%
- w 10% solance w czasie 3,5 h	(A)	log N = 3,63 + 0,51t	r^2 = 70,92%
	(B)	log N = 4,45 + 0,59t	r^2 = 81,91%
- w 11% solance w czasie 3h	(A)	log N = 3,61 + 0,57t	r^2 = 74,39%
	(B)	log N = 4,03 + 0,7t	r^2 = 91,86%

Stwierdzono, że stosowanie różnych metod rozmrażania (solankowego i w powietrzu) nie wpłynęło w istotny sposób na wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów oraz liczby psychrotrofów w mięsie tuszek kurcząt po rozmrożeniu, w czasie przechowywania w temp. 4°C. Jedynie zastosowanie rozmrażania solankowego w 6% solance w ciągu 4,5 h spowodowało istotny wzrost OLD w stosunku do prób rozmrażanych w powietrzu w 4. dniu przechowywania. Istotnie wyższą liczbą bakterii psychrotrofowych charakteryzowała się próba rozmrażana w 8% solance w ciągu 3,5 h tuż po rozmrożeniu, zaś w 4. dniu przechowywania tuszek obserwowano istotnie niższą OLP w porównaniu z próbą rozmrażaną w powietrzu. Na podstawie analizy wariancji stwierdzono wysoce istotny wpływ czasu przechowywania na OLD i OLP. Obserwowano prawie dwukrotny wzrost ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych i psychrotrofowych w trakcie przechowywania tuszek drobiowych przez sześć dni.

T a b e l a 1

Zmiany ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD – A) oraz liczby bakterii psychrotrofowych (OLP – B) [log jtk/g] w mięsie tuszek kurcząt rozmrażanych solankowo i w powietrzu, przechowywanych po rozmrożeniu w temp. 4°C; n = 4.
Changes in the Total Plate Count (TPC – A) and count of psychrotrophic bacteria (PBC – B) [log cfu/g] in meat of chicken carcasses thawed in brine and air, during storage at 4°C; n = 4.

Sposób rozmrażania Method of thawing	Zmiany OLD - A OLP - B Changes in TPC - A ; PBC - B	Czas przechowywania tuszek kurcząt [dni] Duration of storage of chicken carcasses [days]			
		0 $\bar{x} \pm S$	2 $\bar{x} \pm S$	4 $\bar{x} \pm S$	6 $\bar{x} \pm S$
W powietrzu In air	A	3,98 ± 0,58	4,52 ± 0,37	5,69 ± 0,42	7,36 ± 0,65
	B	4,73 ± 0,852	5,29 ± 0,39	7,81 ± 0,74	8,35 ± 0,59
Solankowo, z zastosowaniem następujących parametrów procesu (stężenie solanki / czas rozmrażania) Brine thawing using the following process parameters (salt content [%] in brine / thawing time [h])					
5%/5 h	A	3,89 ± 0,14	4,91 ± 1,13	5,42 ± 0,68	6,89 ± 0,43
	B	4,73 ± 0,62	4,82 ± 0,61	7,18 ± 0,49	8,38 ± 0,4
6%/4,5 h	A	4,25 ± 1,11	4,57 ± 0,43	6,77* ± 0,63	7,68 ± 0,99
	B	4,43 ± 1,01	5,49 ± 0,22	8,28 ± 0,52	8,44 ± 0,6
7%/4 h	A	4,19 ± 0,53	4,21 ± 0,63	5,43 ± 0,54	7,26 ± 1,09
	B	4,28 ± 0,8	4,9 ± 0,92	6,96 ± 0,61	8,35 ± 0,52
8%/3,5 + 0,5 h	A	4,49 ± 0,34	4,34 ± 0,62	6,07 ± 0,61	7,28 ± 0,34
	B	5,68* ± 0,25	5,39 ± 0,25	7,01* ± 0,25	8,18 ± 0,41
9%/3,5 + 0,5 h	A	3,78 ± 0,39	4,46 ± 0,61	5,68 ± 0,22	6,78 ± 0,44
	B	4,29 ± 0,73	4,91 ± 0,83	7,07 ± 0,46	8,19 ± 0,29
10%/3,5 + 0,5 h	A	3,68 ± 0,04	4,55 ± 0,41	5,84 ± 1,07	6,62 ± 1,19
	B	4,68 ± 0,75	5,33 ± 1,04	6,79 ± 0,23	8,14 ± 0,39
11%/3 + 0,5 h	A	3,82 ± 0,08	4,45 ± 0,36	5,87 ± 1,25	7,13 ± 1,04
	B	4,15 ± 0,41	5,01 ± 0,12	7,35 ± 0,37	8,07 ± 0,27

Objaśnienia: / Explanatory notes:
W tabeli przedstawiono wartości średnie ($\bar{x}$) oraz odchylenie standardowe (S). Wartości oznaczone * w kolumnach różnią się statystycznie istotnie w stosunku do prób rozmrażanych w powietrzu na poziomie istotności $\alpha = 0,05$;
In the Table, there are shown means ($\bar{x}$) and ± standard deviation (S). The means in columns, denoted by * differ statistically significantly from meat samples thawed in air, at a level of $\alpha = 0,05$.

Lind i Hulthen [10] podają, że sposób rozmrażania nie ma dużego wpływu na jakość mikrobiologiczną mięsa, z wyjątkiem tych metod, w których stosuje się wysoką temperaturę rozmrażania (>10°C) lub poziom skażenia mikroorganizmami surowca był wysoki przed zamrożeniem. Niebezpieczeństwo rozwoju mikroorganizmów w czasie rozmrażania występuje wówczas, gdy mięso lub ryby są zamrożone w dużych partiach, a czas niezbędny do rozmrożenia jest długi. Stosując metody rozmrażania w wodzie

lub roztworach soli można skrócić czas o połowę, gdyż przekazywanie ciepła do surowca następuje szybciej, gdy czynnikiem rozmrażającym jest woda, a nie powietrze [2, 10]. We wcześniejszych badaniach [18] wykazano, że stosowanie solankowego rozmrażania tuszek drobiowych pozwala 4-6-krotnie skrócić czas procesu (3,5 h–5 h) w stosunku do rozmrażania w powietrzu (24 h). Wyniki własne są zbliżone z uzyskanymi przez Kusewicza i wsp. [9]. Autorzy ci wykazali mniejszą liczbę bakterii psychrotrofowych w mięśniach piersiowych i udowych; kształtowała się ona na poziomie 2,3 log jtk/1g w mięśniach piersiowych i 5,2 log jtk/g – w udowych, a podczas przechowywania przez 6 dni obserwowali dwukrotny wzrost liczby tych bakterii w mięśniach drobiu. W badaniach własnych zaobserwowano również dwukrotny wzrost liczby bakterii psychrotrofowych w trakcie przechowywania tuszek kurcząt po rozmrożeniu solankowym i w powietrzu.

Barat i wsp. [2] podają, że zmniejszenie ilości soli w szynce wieprzowej, przy wyższej wilgotności i aktywności wody podczas rozmrażania solankowego może sprzyjać rozwojowi bakterii. Samelis i wsp. [15] stwierdzili, że stosowanie rozmrażania solankowego (przy wykorzystaniu polifosforanów i substancji peklujących) powoduje wzrost liczby bakterii mezofilnych i kwasu mlekowego, nie wpływając na liczbę bakterii rodzaju *Pseudomonas,* przy zahamowaniu wzrostu drożdży w mięśniu piersiowym indyka. Alvarez-Astroga i wsp. [1] oraz Russell [14] wykazali, że liczba bakterii psychrotrofowych w tuszkach kurcząt jest zawsze wyższa niż bakterii mezofilnych, co świadczy o dominującym wpływie tych drobnoustrojów na trwałość produktów drobiowych. W badaniach własnych stwierdzono nieco wyższą liczbę bakterii psychrotrofowych w tuszkach kurzych brojlerów niż bakterii tlenowych mezofilnych (tab.1). Natomiast Samelis i wsp. [15] obserwowali zbliżona liczbę bakterii psychrotrofowych i mezofilnych w mięsie tuszek kurcząt rozmrażanych w powietrzu i solankowo.

Zawartość soli w surowcu po rozmrożeniu solankowym nie przekraczała 1,5% [18]. Tan i Shelef [15] podają, że zmniejszenie ilości soli w produkcie poniżej 2% nie wpływa istotnie na zahamowanie rozwoju mikroorganizmów w czasie przechowywania mięsa.

Współczynniki szybkości wzrostu ogólnej liczby drobnoustrojów i psychrotrofów oraz wartości współczynników statystycznych przedstawiono w tab. 2.

Obliczone współczynniki wzrostu (k) OLD w mięsie kurcząt wynosiły 0,48–0,63. Na podstawie analizy tych wartości można stwierdzić, że stosowanie różnych parametrów rozmrażania solankowego nie wpływało w istotny sposób na tempo wzrostu mikroorganizmów w czasie przechowywania mięsa. Najwyższy współczynnik wzrostu OLD obserwowano przy stosowaniu rozmrażania solankowego w 6% solance w czasie 4,5 h (k = 0,63). Próby rozmrażane w solance o wysokich stężeniach (> 7%) w czasie 3–3,5 h charakteryzowały się takim samym współczynnikiem szybkości wzrostu OLD, co wskazuje, że stężenie solanki nie miało większego wpływu na tempo

wzrostu drobnoustrojów po rozmrożeniu. Próby rozmrażane w powietrzu, a następnie przechowywane, charakteryzowały się wyższym współczynnikiem szybkości wzrostu (k = 0,57), lecz różnice nie były na tyle istotne, aby wpłynąć na wyższą liczbę drobnoustrojów w mięsie rozmrożonym w ten sposób (tab. 1).

T a b e l a 2

Współczynniki szybkości wzrostu OLD i OLP w tuszkach kurcząt rozmrażanych w powietrzu i solankowo oraz wartości współczynników statystycznych .
Coefficients of TPC and PBC growth rates in carcasses of chickens thawed in air and in brine, as well as values of statistical coefficients.

Sposób rozmrażania Method of thawing	Współczynnik szybkości wzrostu (k) Coefficient of growth rate		Współczynnik determinancji (r^2) [%] Coefficient of determination		Współczynnik korelacji r (OLD/czas) Correlation coefficient		Odchylenie standardowe SD Standard deviation SD	
	OLD	OLP	OLD	OLP	OLD	OLP	OLD	OLP
W powietrzu In air	0,57	0,67	85,26	81,46	0,92	0,90	0,56	0,76
Solankowo, z wykorzystaniem następujących parametrów rozmrażania (stężenie solanki [%] / czas rozmrażania [h]) Brine thawing using the following thawing process parameters (salt content [%] in brine / time of thawing)								
5% / 5 h	0,48	0,64	73,68	82,64	0,86	0,91	0,67	0,71
6% / 4,5 h	0,63	0,74	74,34	81,77	0,86	0,90	0,88	0,84
7% / 4 h	0,52	0,71	68,74	83,78	0,83	0,91	0,84	0,75
8% / 3,5 h	0,5	0,45	76,98	78,99	0,88	0,89	0,66	0,56
9% / 3,5 h	0,51	0,69	89,15	86,19	0,94	0,93	0,43	0,66
10% / 3,5 h	0,51	0,59	70,92	81,92	0,92	0,91	0,68	0,66
11% / 3 h	0,57	0,7	74,39	91,87	0,86	0,96	0,79	0,50

Współczynniki szybkości wzrostu drobnoustrojów psychrotrofowych wynosiły 0,45–0,74. Najniższą wartość współczynnika wzrostu bakterii psychotropowych obserwowano w tuszkach rozmrażanych w 8% solance w ciągu 3,5 h, ale próba ta charakteryzowała się również najwyższą liczbą mikroorganizmów tuż po rozmrożeniu. Najwyższy współczynnik wzrostu bakterii psychrotrofowych obserwowano podczas rozmrażania w 6% solance w czasie 4,5 h (k = 0,74).

Wysokie wartości współczynników determinacji (OLD: r^2 = 68,74–89,15%, OLP: r^2 = 78,99–91,87%) świadczą o dobrym dopasowaniu funkcji (modelu) do danych eksperymentalnych. Wartości współczynników korelacji wynosiły odpowiednio od r = 0,83 do r = 0,92 w przypadku OLD, oraz od r = 0,89 do r = 0,96 (OLP) i wskazują na wysoce istotną zależność pomiędzy OLD i OLP a czasem przechowywania tuszek (tab. 2).

Na podstawie skonstruowanych modeli wzrostu określono okres trwałości mikrobiologicznej mięsa tuszek kurcząt po zastosowaniu różnych sposobów rozmrażania, zakładając, że mięso (zgodnie z normą PN [12] jest bezpieczne pod względem mikrobiologicznym, gdy liczba drobnoustrojów w 1 g nie przekracza 10^6 komórek). Wyliczone okresy trwałości mikrobiologicznej w przypadku ogólnej liczby drobnoustrojów przedstawiono w tab. 3.

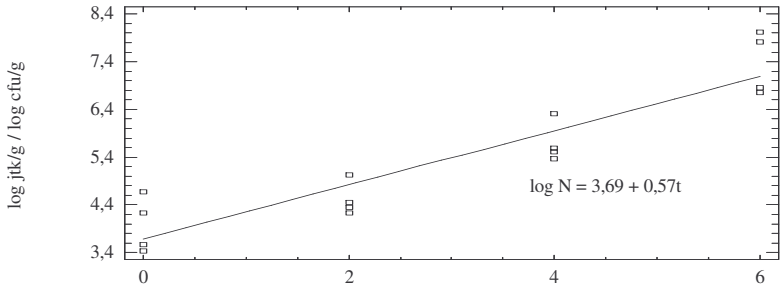
Na podstawie wyznaczonego okresu trwałości mikrobiologicznej mięsa tuszek kurcząt rozmrażanego w powietrzu i solankowo stwierdzono, że stosowanie różnych metod rozmrażania nie wpłynęło na bezpieczeństwo mikrobiologiczne surowca, a także jego trwałość w czasie przechowywania. Jedynie w przypadku rozmrażania w 6% solance w czasie 4,5 h okres trwałości mięsa tuszek kurcząt wynosił poniżej 4 dni. Długi okres trwałości świadczy o dobrym stanie mikrobiologicznym surowca bez względu na sposób rozmrażania.

T a b e l a 3

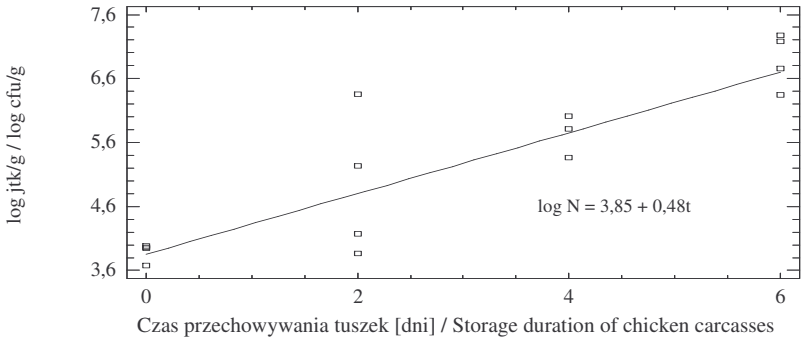
Okres trwałości mikrobiologicznej mięsa tuszek kurcząt po zastosowaniu rozmrażania solankowego i w powietrzu, obliczony na podstawie modeli prognostycznych.
Shelf life of meat of chicken carcasses after they have been thawed in brine and in air, calculated on the basis of predictive models.

Tuszki kurcząt rozmrażane Chicken carcasses being thawed	Czas przechowywania [dni] Storage duration [days]
W powietrzu In air	4
Solankowo, z zastosowaniem następujących parametrów procesu (stężenie solanki [%] / czas rozmrażania [h]) Brine thawing using the following process parameters (salt content [%] in brine/ time of thawing)	
5% / 5 h	4 i 12 h
6%/ 4,5 h	3
7%/ 4 h	4 i 8 h
8%/3,5 h	4
9%/3,5 h	4 i 16 h
10%/3,5 h	4 i 16 h
11% / 3 h	4

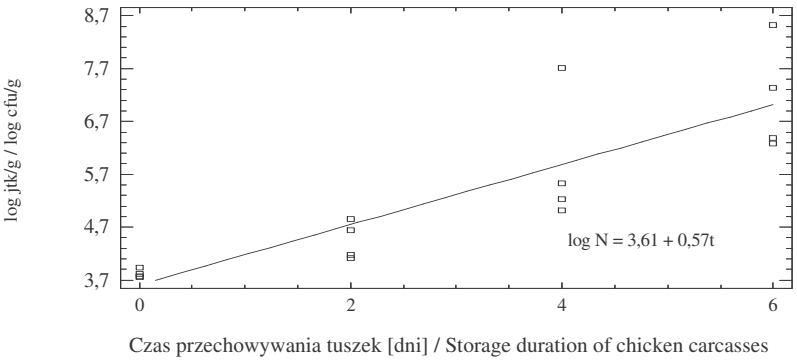
Przykładowe krzywe wzrostu (modele) ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD) oraz liczby psychrotrofów (OLP) przedstawiono odpowiednio na rys. 1. i 2.



a)



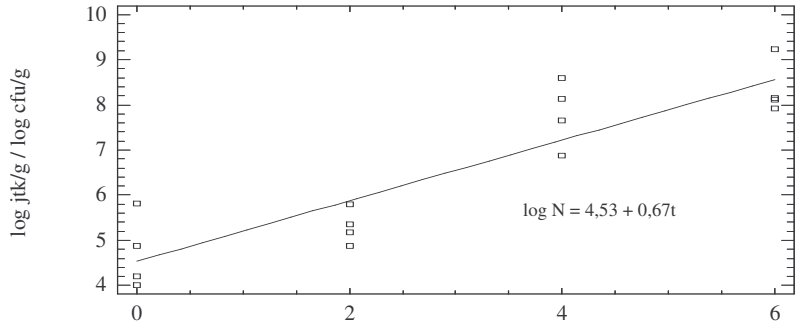
b)



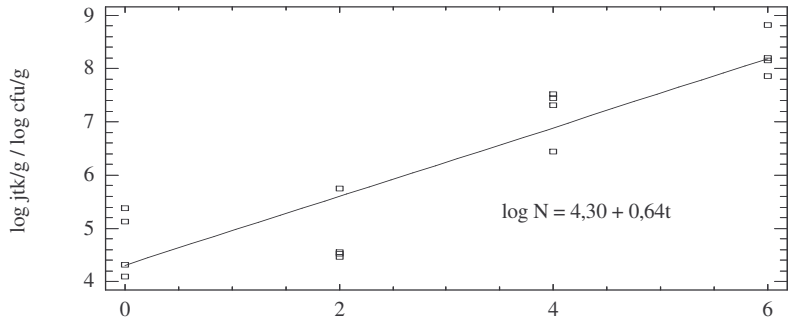
c)

Rys. 1. Liniowy model wzrostu, przeżywalności i inaktywacji ogólnej liczby drobnoustrojów (OLD) w mięsie tuszek kurcząt rozmrażanym a) w powietrzu, b) solankowo z użyciem 5% solanki w ciągu 5 h, c) solankowo, z użyciem 11% solanki w ciągu 3 h.

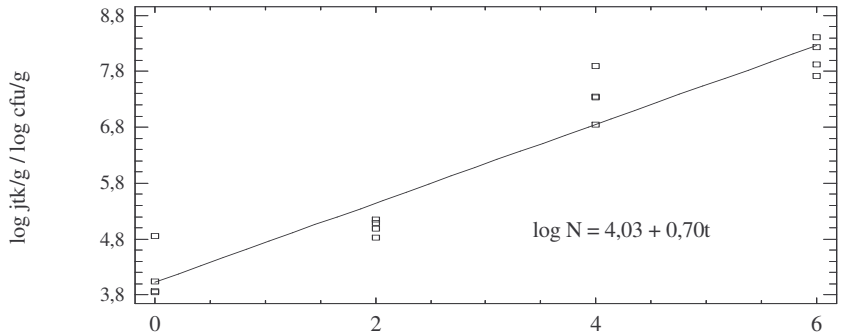
Fig. 1. A linear model of the growth, survival and inactivation of the total count of bacteria (TPC) in meat of chicken carcasses: a) thawed in air; b) thawed in brine (5%/5h); c) thawed in brine (11%/3 h).



a)



b)



c)

Rys. 2. Liniowy model wzrostu, przeżywalności i inaktywacji liczby bakterii psychrotrofowych (OLP) w mięsie tuszek kurcząt rozmrażanych: a) w powietrzu, b) solankowo w 5% solance w ciągu 5 h, c) solankowo w 11% solance w ciągu 3 h.

Fig. 2. A linear model of growth, survival and inactivation of the psychrotrophic bacteria in meat of chicken carcasses: a) thawed in air; b) thawed in brine (5%/5h); thawed in brine (11%/3 h).

Wnioski

1. Bezpieczeństwo mikrobiologiczne i trwałość tuszek kurcząt brojlerów rozmrażanych metoda solankową i w powietrzu są zbliżone.
2. Ustalona, na podstawie prognostycznego modelu Conline'a, trwałość mikrobiologiczna mięsa tuszek kurcząt, po zastosowaniu rozmrażania solankowego czy w powietrzu wynosi 3–4 dni, w zależności od sposobu rozmrażania oraz parametrów procesu.

Praca wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Danuty Kołożyn-Krajewskiej.

Literatura

[1] Álvarez-Astorga M., Capita R., Alonso-Calleja C., Moreno B., Garcia-Fernández M.C.: Microbiological quality of retail chicken by-products in Spain. Meat Sci., 2002, **62**, 45-50.
[2] Barat J.M., Grau R., Ibanez J.B., Fito P.: Post salting studies in Spanish cured ham manufacturing. Time reduction by using brine thawing - salting. Meat Sci., 2005, **69**, 201-208.
[3] Einarsson H: Evaluation of predictive model for the shelf life of cod (Gadus morhua) fillets stored in to different atmospheres at varying temperatures. Int. J. Food Microbiol., 1994, **24**, **1-2**, 93-102.
[4] Kijowski J.: Bezpieczeństwo zdrowotne i jakość żywieniowa mięsa drobiowego i jaj. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2001, **4 (29) Supl**, 82-92
[5] Kijowski J.: Systemowe zapewnienie jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktów drobiarskich. Polskie Drobiarstwo, **10 (1)**, 2001, 37-41.
[6] Kijowski J.: Metody utrwalania mięsa drobiowego. W: Technologia mięsa drobiowego, pod red. T. Grabowskiego. WNT. Warszawa 1993, s. 81.
[7] Kijowski J., Sikora T. (red.): Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem żywności. Praca zbiorowa, WNT. Warszawa 2003, s. 3.
[8] Kortz J.: Ocena i wykorzystanie surowców rzeźnych. Wyd. AR Szczecin 1997, s. 28.
[9] Kusiewicz D., Piątkiewicz A., Krala L.: Mikroflora porcjowanych kurcząt przechowywanych w kontrolowanej atmosferze i w powietrzu. Chłodnictwo, 1996, **31/4**, 36-40.
[10] Lind I., Hulthen B: Thawing of food in catering. J. Foodservice Systems., 1986, **4**, 81-96.
[11] Olszewski A.: Technologia przetwórstwa mięsa. WNT. Warszawa 2002, s. 170.
[12] PN-A-82055-6:1994. Mięso i przetwory mięsne. Badania mikrobiologiczne, oznaczanie ogólnej ilości drobnoustrojów.
[13] PN-ISO-17410:2003. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby psychrotrofowych mikroorganizmów.
[14] Russell S.M.: Spoilage bacteria associated with poultry. In: Poultry Meat Processing. A.R.Sams (ed.), CRC Press, Boca Raton 2001, p. 159.
[15] Samelis J., Kakouri A., Rementzis J: The spoilage microflora of cured, cooked turkey breasts prepared commercially with or without smoking. Int. J. Food Microbiol., 2000., **56**, 133-143.
[16] 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.
[17] Ustawa z dnia 11 maja 2001 o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia (Dz. U. 2001 r. Nr 63, poz. 634) z późn. zmianami.

[18] Wachowicz I.: Próba optymalizacji parametrów solankowania i rozmrażania solankowego kurcząt. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2001, **2(27) Supl**, 150-158.
[19] Volk W.: Statystyka stosowana dla inżynierów. WNT. Warszawa 1975.

THE EFFECT OF BRINE THAWING ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF CHICKEN MEAT

S u m m a r y

The objective of this study was to evaluate the microbiological safety of chicken carcass meat after it has been thawed in brine and in air.

Total count of bacteria (TCB) and count of psychrotrophic bacteria were determined in the chicken carcass meat just after it has been thawed in brine and in air, as well as on the 2^{nd}. 4^{th}, and 6^{th} day of storing it at a temperature of 4^{o}C.

It was stated that the brine thawing did not significantly affect the microbiological safety of chicken carcass meat compared to samples thawed in air. A Conline´s predictive model was applied to illustrate the growth of microorganisms in thawed meat during its storage. On the basis of the results of microbiological analysis (OLD), the shelf life of chicken carcass meat thawed using the two thawing methods was assessed (averagely as 3-4 days).

It was also stated that the microbiological status of chicken meat after thawing in brine and in air did not statistically significantly differ. Thus, the method of brine thawing did not significantly affect the microbiological safety of chicken carcass meat compared to meat of carcasses thawed in air.

Key words: chicken meat, microbiological safety, brine thawing, thawing in air